

PN-ABA-582

Un = 57461

Actas de los simposios sobre

Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas

y

Recuperación de sitios degradados
por medio de la silvicultura intensiva

24 a 26 de junio , 1985
Turrialba , Costa Rica

Rodolfo Salazar
Editor

-3-

INDICE

Participantes asistentes	7
Introducción	13
Agradecimiento	15
Actas Grupo de Trabajo SI-07-09	
¿Por qué IUFRO? ¿Hace falta más investigación?	
J. L. Whitmore	19
Un enfoque regional de la investigación y extensión en los neotrópicos	
Raymond M. Keogh	25
El problema de la leña en las zonas secas de América Central: necesidades de investigación	
Héctor A. Martínez	33
Importancia del factor suelo en el establecimiento de plantaciones energéticas de turno corto a nivel rural	
Gonzalo de las Salas	47
Programa de energía de la OEA en Guatemala, Honduras y El Salvador	
Carlos A. Domínguez	57
Comportamiento de especies arbóreas para leña en ambientes contrastantes de Panamá	
Blas F. Morán; Jorge L. Jonás	67
Producción de leña en la zona seca de Guatemala	
Héctor A. Martínez	77
Especies nativas con potencial para la producción de leña en Centroamérica	
Colin E. Hughes; Oscar Ochoa; Ovidia V. de Ponce	91
Especies nativas y exóticas para la producción de leña en los altos andes peruanos	
Simón Morales; Ricardo Jon; Jesús Arequipaño	115
Plantaciones energéticas en cuencas hidrográficas del trópico: problemas y perspectivas	
Gonzalo de las Salas	121
Comportamiento inicial de seis especies forestales en un Vertisol en Nicaragua	
Ben Chang; Jan Bauer	129
Resultados preliminares con especies para leña en la zona sur-oriental de Guatemala	
Francisco A. Padilla	133
Comportamiento inicial de once especies para leña en El Salvador	
Hugo Zambrana	139

Investigación de especies para leña en Jamaica	
Donald Thompson	147
Introducción de <u>Eucalyptus globulus</u> en la Sierra Peruana	
Leopoldo Rocca	153
Producción de plántulas de <u>Eucalyptus camaldulensis</u> , <u>Leucaena leucocephala</u> y <u>Gliricidia sepium</u> en Honduras	
Jorge O. Calix	161
Rendimiento de <u>Leucaena diversifolia</u> (Schlecht) Benth en condiciones de plantación y vegetación natural en Guatemala	
Rudy E. Herrera	167
Producción de leña de talas de Monte Bajo en El Salvador	
Hugo Zambrana	173
Estudio de caso del abastecimiento de leña con <u>Eucalyptus saligna</u> Smith en una industria rural en San Ramón, Costa Rica	
Rodolfo Salazar	181
Comportamiento de <u>Gliricidia sepium</u> (Jacq.) Steud en plantaciones por siembra directa en Guanacaste, Costa Rica	
Walter Picado	191
<u>Gmelina arborea</u> , especie promiscua para la producción de madera de uso rural e industrial en Hojancha, Costa Rica	
Emel Rodríguez	199
Respuesta de <u>Leucaena leucocephala</u> a diferentes espaciamientos en Nicaragua	
Raquel Chavarría	209
Manejo de rebrotes de encino (<u>Quercus</u> ef. <u>seemannii</u> L.) en la región de Frailes de Desamparados, Costa Rica	
Ronald Miranda; Adelaida Chaverri .P	219
<u>Mimosa scabrella</u> especie con potencial para sombra y producción de leña en cafetales de Costa Rica	
Walter Picado	227
Características del sistema silvopastoril jaúl (<u>Alnus acuminata</u>) con lechería de altura en Costa Rica	
Gilbert Canet	241
Influencia de la preparación de los suelos cenagosos sobre el crecimiento de <u>Eucalyptus decalupta</u> Blume en Cuba	
Rafael Acosta	251
Pruebas de espaciamientos en especies forestales en Costa Rica	
Sonia del R. Torres	255
Adaptabilidad y crecimiento inicial de <u>Eucalyptus camaldulensis</u> en Honduras	
Carlos H. Sandoval	265

5

Plantaciones locales de Churqui (<u>Acacia cavenia</u>) y su aprovechamiento como leña en Bolivia	
Rene Aguilera	273
Propagación y manejo de <u>Bambusa guadua</u> en Colombia	
Francisco Nieto	279
Experiencias con <u>Calliandra calothyrsus</u> en América Central	
José J. Campos; Valentín Jiménez	287
Análisis de plantaciones jóvenes de jaúl (<u>Alnus acuminata</u>) (HBK) O. Ktze., como una opción para el suministro de leña	
Olimar Murillo; Pablo Camacho; Freddy Rojas	301
Potencial de áreas de barbecho para producir leña en la Península de Nicoya, Costa Rica	
Mariano de J. Quesada	315
Prerrequisitos socio-económicos para la plantación maderera rural	
Gerald F. Murray	327
La promoción forestal en la sierra peruana	
Marco Romero	339
Componentes socioculturales determinantes en un programa de repoblación forestal en Honduras	
Rolando A. Ordóñez; Mario N. Vallejo	349
La leña en el contexto socioeconómico de América Central	
Carlos E. Reiche	355
Implicaciones sociales de los programas de plantaciones para leña en Guatemala	
José R. Zanotti	371
Muestreo de consumo de leña en ladrilleras en El Salvador	
Hugo Zambrana	381
Costos de establecimiento de una hectárea de <u>Eucalyptus camaldulensis</u> en Panamá 1984	
Carlos Vargas	387
Análisis financiero de una plantación familiar de <u>Gliricidia sepium</u> en Guanacaste, Costa Rica	
Carlos Navarro; Carlos E. Reiche	391
<u>Leucaena leucocephala</u> para varas de hortalizas en Panamá	
Amable E. Gutiérrez	401

ACTAS DIVISION 1

Utilización de agua de escorrentía para plantación de árboles en
tierras áridas en Israel

D. Heth409

Mejoramiento mecánico de las condiciones físicas adversas del suelo
en la silvicultura

Henry A. Froehlich415

Potencial de la región semiárida del Brasil para reforestación

Paulo César F. Lima y A. Paulo M. Galvao.433

Agroforestería en rehabilitación de suelos con especial referencia
a zonas semiáridas

Peter Wood441

Índice de especies457

1

PARTICIPANTES ASISTENTES

Nombre	Organización	Dirección
Anspach, Paul	FAO	Apdo. 8198-1000 San José, Costa Rica
Aquino, Máximo	Sec. de Agricultura	San Juan Bautista #89 Atala, Santo Domingo República Dominicana
Arequipeño, Jesús	Min. de Agric. Ind. Nac. Forest. y Fauna FAO/Holanda/INAFOR	Apdo. 11016 Lima 14 Lima, Perú
Bauer, Jan	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Boshier, David	CATIE/ODA	Turrialba, Costa Rica
Cálix, Jorge O.	CATIE/ROCAP/COHDEFOR Proyecto Leña	El Carrizal, Santa Fe Comayagüela, Apdo. 1378 Tegucigalpa, Honduras
Camacho, Pablo	ITCR	Apdo. 159 Cartago, Costa Rica
Campos, José J.	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Canet, Gilbert	Dirección General Forestal (DGF)	Apdo. 10094 San José, Costa Rica
Clement, Charles	U. de C.R.	San Pedro, Costa Rica
Chang, Ben Yao	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Chavarría, Raquel	CATIE/ROCAP/IRENA Proyecto Leña	Km 12 carretera Norte Apdo. 5123 Managua, Nicaragua
De las Salas, Gonzalo	Cons. Forestal Particular	Apdo. aéreo 12803 Bogotá, Colombia
Domínguez, Carlos A.	O.E.A.	Edificio Etisa Nivel 7 Plaza España, Zona 9 Guatemala, Guatemala

Nombre	Organización	Dirección
Doorn, Jacobo van	CONIF-HOLANDA	Calle 84 #20-05 Apdo. Aéreo 91676 Bogotá, Colombia
Franco, Humberto	CATIE/ROCAP/CENREN Proyecto Leña	Apdo. 2265 San Salvador, El Salvador
Frohlich, Henry	Oregon State Univ.	Corvallis, Oregon 97331 U.S.A.
Fugalli, Oscar	IUFRO	1131 Vienna, Austria
González, Alan	CATIE/OTS	Estudio de Posgrado CATIE Turrialba, Costa Rica
Hermann, Richard K.	Oregon State Univ.	Corvallis, Oregon 97331-5704, U.S.A.
Herrera, Rudy	CATIE/ROCAP/INAFOR Proyecto Leña	7a. Av. 11-63, Zona 9 Guatemala, Guatemala
Heth, Dan Meiz	Agricultural Research Organization Forestry	Ilanot, Doar Na Lav Hasharon, Israel
Jiménez, Valentín	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Jon, Ricardo	INAFOR	CENFOR VII. Av. Taylor #1602. Cerrito de La Libertad, Huancayo, Perú
Keogh, Raymond	Forest and Wildlife Service	17 Mountain View Drive Bry County Wicklow Irlanda
Martínez, Héctor	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Miranda, Ronald	U.N.A.	Escuela de Ciencias Amb. Apdo. 86 Heredia, Costa Rica
Morales, Simón	Min. de Agricultura	Ruera 235, 2º Piso Cuzco, Perú

Nombre	Organización	Dirección
Morán, Blás F.	MIDA-RENARE/ROCAP Proyecto Leña	Apdo. 6-8361 El Dorado, Panamá
Murillo, Olman	ITCR	Apdo. 159 Cartago, Costa Rica
Navarro, Carlos	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Núñez, Rolando	CATIE	Turrialba, Costa Rica
Ordóñez, Rolando	CATIE/ROCAP/COHDEFOR Proyecto Leña	Apdo. 1378 Tegucigalpa, Honduras
Padilla, Francisco	CATIE/ROCAP/INAFOR Proyecto Leña	7a. Av. Plazuela España Nivel 6, Zona 9 Guatemala, Guatemala
Palmer, J.R.	CATIE/ODA	Turrialba, Costa Rica
Paredes, Antonio J.	Univ. Nac. Pedro Henríquez Ureña	Carretera Duarte Km 5½ Santo Domingo República Dominicana
Picado, Walter	CATIE/ROCAP/DGF Proyecto Leña	Apdo. 10094 San José, Costa Rica
Quesada, Mariano de J.	CATIE/ROCAP/DGF Proyecto Leña	Nandayure, Guanacaste Costa Rica
Reiche, Carlos	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Robles, Xinia	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Rocca, Leopoldo	CIID, Inst. Nac. Forestal	Jen. Natalio Sánchez Lima, Perú
Rodríguez, Emel	CATIE/ROCAP/DGF Proyecto Leña	Hojancha, Guanacaste Costa Rica
Rojas, Freddy E.	ITCR	Jpto. Ing. Forestal Apdo. 159, Cartago Costa Rica

Nombre	Organización	Dirección
Romero, Marco	INFUR	Región de Los Andes Casilla #11578 Lima, Perú
Salazar, Rodolfo	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Turrialba, Costa Rica
Sandoval, Carlos	CATIE/ROCAP Proyecto Leña	Apdo. 1378 Tegucigalpa, Honduras
Torres, Sonia del R.	CATIE	Turrialba, Costa Rica
Tschinkel, Henry	AID/ROCAP	Embajada Americana San José, Costa Rica
Vargas, Carlos	MIDA-RENARE/ROCAP Proyecto Leña	Paraíso, Apdo. 6-8361 El Dorado, Panamá
Vásquez, William	CATIE	Turrialba, Costa Rica
Veiman, Charles	CATIE	Turrialba, Costa Rica
Vera, Juan José	Min. de Agr. y Gan. Serv. Forestal Nac.	Tacuary 443 Ed. Patria 4º Piso, Asunción, Paraguay
Visser, Pablo	Serv. Holandés de Coop. Tec. y Soc.	A.A. 3534 Managua, Nicaragua
Whitmore, Jacob L.	USOA-Forest Service	P.O.Box 2417 Washington D.C. 20013 U.S.A.
Wood, Peter J.	ICRAF	Box 30677, Nairobi, Kenya
Zambrana, Hugo A.	CATIE/ROCAP/CENREN Proyecto Leña	Apdo. 2265 San Salvador, El Salvador
Zanotti, José R.	CATIE/ROCAP/INAFOR Proyecto Leña	Edificio Galerías España 6º Nivel, 7a. Av. Zona 9 Guatemala, Guatemala

ENVIARON TRABAJO PERO NO ASISTIERON

Nombre	Organización	Dirección
Acosta, Rafael	Min. de Agricultura	Av. 3 Palmas y Final Capdevilla, Boyeros La Habana, Cuba
Aguilera, René	Univ. Nac. Juan Rafael Saracho	Calle Campero #188 Zona El Tejar, Casilla #51 Tarija, Bolivia
Castaño, Francisco	C.A.R.C	Apdo. Aéreo 124 Buga Valle, Colombia
Chaverri, Adelaida	U.N.A.	Esc. Ciencias Ambientales Apdo. 86 Heredia, Costa Rica
Fernández, Paulo C.	EMBRAPA	Caixa Postal 3319-80000 Curitiba, PR Brasil
Gutiérrez, Amable E.	MIDA-RENARE/ROCAP Proyecto Leña	R-8, Las Tablas, Los Santos, Panamá
Hughes, Colin E.	ESNACIFOR/COHDEFOR	Apdo. #2, Siguatepeque Honduras
Jonás, Jorge	MIDA-RENARE/ROCAP	Apdo. 6-8361 El Dorado, Panamá
Mendes, Paulo A.	EMBRAPA	Caixa Postal 3319-80000 Curitiba, PR Brasil
Murray, Gerald P.	Univ. of Minnesota	61 Canton Avenue Milton Massachusetts 02186 U.S.A.
Ochoa, Oscar	ESNACIFOR/COHDEFOR	Apdo. #2, Siguatepeque Honduras
Thompson, Donald A.	Dept. of Forestry and Soil Conservation	2 South Odeon Avenue Kinsynton 10, Jamaica
Vallejo, Mario	CATIE/ROCAP/COHDEFOR Proyecto Leña	Apdo. 1410 Tegucigalpa, Honduras
Videla, Enrique	Univ. de Buenos Aires	0'Higgins 1341-1661 Bella Vista, Buenos Aires Argentina
Vides de P., Ovidia	ESNACIFOR/COHDEFOR	Apdo. Postal #2 Siguatepeque, Honduras

INTRODUCCION

El problema del déficit de la leña en las regiones húmedas, secas y muy secas de los países en desarrollo no es nuevo. Sin embargo, en las últimas décadas las comunidades asentadas en dichas áreas, han visto agravarse el problema a un punto tal, que en algunas regiones la leña se ha convertido en un factor limitante para la preparación de alimentos. Hay sitios donde para poder adquirir este combustible, el usuario debe dedicar una parte considerable de sus ya escasos recursos económicos; o en su defecto, dedicar a la recolección de leña, una parte importante del tiempo que podría utilizar en la producción de otro tipo de recursos. Según la FAO el 47 por ciento de la madera consumida en el mundo en 1977 (1165 millones m³) se dedicó a la producción de energía; como consecuencia, en los países en desarrollo más de 1500 millones de personas dependen de la madera como única fuente de energía.

Como una solución al problema tanto en las áreas rurales como en los centros urbanos, el usuario de leña se ha visto obligado a utilizar varios medios para enfrentar la escasez de este energético. Estos varían desde el empleo de desechos agrícolas y animales, lo que provoca una disminución en la incorporación al suelo de materia orgánica, hasta disminuir el número de comidas por día o eliminar de la dieta aquellos alimentos que requieren mucha energía para su preparación.

Las causas del déficit son bien conocidas: el uso indiscriminado de los recursos forestales, el crecimiento más lento de la vegetación en las zonas secas en relación con las zonas muy húmedas y el aumento de la población son las principales. Sin embargo, no deja de llamar la atención como el hombre, aún viéndose sumido en el problema, continúa tratando el recurso bosque como si tal problema no existiese. Esto lógicamente significa una grave irresponsabilidad frente a las generaciones futuras.

Como consecuencia de la crisis energética mundial, algunas empresas en varios países han centrado su atención en el desarrollo de bosques energéticos como una solución posible al problema. En este campo los países con una industria más desarrollada y mayor experiencia en el sector forestal que ya cuentan con información adecuada para desarrollar y manejar este tipo de plantaciones forestales. Lamentablemente no ha sucedido lo mismo en los sectores doméstico y de pequeña industria, donde la falta de tradición forestal y la poca información disponible, entre otros, no han permitido el desarrollo de técnicas adecuadas de producción de leña, principalmente en las regiones densamente pobladas.

Durante los últimos años, tanto los gobiernos nacionales como algunas organizaciones internacionales de cooperación para el desarrollo, han dado mayor atención al problema de la escasez y producción de leña a nivel de pequeña finca. Por ejemplo, se ha determinado que los hábitos del consumidor varían según el sitio. La densidad poblacional no permite pensar en el establecimiento de plantaciones grandes; la falta de tradición y experiencia por parte de los finqueros afecta el cultivo de árboles. Varios factores dificultan los trabajos de investigación e implementación a este nivel.

El grupo de trabajo S1.07-09 "Silvicultura de plantaciones forestales en América Tropical" realizó su tercer simposio en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, del 24 al 28 de junio, 1985. Los objetivos de este simposio fueron: 1) dar a conocer parte de los resultados que se han venido generando en los últimos años en los países tropicales y subtropicales, en el campo de la producción de leña a nivel de fincas pequeñas; 2) intercambiar opiniones sobre el tema con el fin de dar un impulso mayor a la investigación forestal en este campo.

La participación de 62 investigadores de 26 países y la presentación de 41 trabajos de investigación silvicultural y estudios socioeconómicos son un indicador adecuado de la importancia del problema de la leña. La exposición de trabajos fue complementada con una gira de campo para visitar parte de las investigaciones que el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía (CATIE-ROCAP) viene realizando en Costa Rica.

Simultáneamente a la reunión del Grupo S1.07-09 se reunió en el CATIE el Grupo S1.07-07 para discutir el tema "Los árboles de uso múltiple en los sistemas agroforestales". Las actas de su reunión se publicarán en breve.

Durante la tarde del 24 de junio la División I de IUFRO también se reunió para estudiar el problema de la "Recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva", tema de gran relevancia dada la existencia en la mayor parte de las regiones del mundo, de tierras con factores limitantes para el desarrollo de árboles, consecuencia del uso indicado del recurso suelo por parte de la agricultura y la ganadería. En esta reunión se presentaron cuatro trabajos, los que se adjuntan en el presente documento.

Los dos eventos fueron organizados por personal del Departamento Recursos Naturales Renovables del CATIE, y la inauguración conjunta estuvo a cargo del Dr. Gerardo Budowski, Jefe del Departamento de Recursos Naturales Renovables del CATIE, del Dr. Richard Hermann, jefe de la División I de IUFRO, y del Dr. Rodrigo Tarté Ponce, Director del CATIE. La clausura conjunta estuvo a cargo del Dr. Oscar Fugalli, Coordinador Especial de IUFRO para países en vías de desarrollo.

Rodolfo Salazar
Editor y Coordinador
Regional del Grupo de Trabajo S1.07-09

AGRADECIMIENTO

En nombre de IUFRO expresamos nuestro agradecimiento al CATIE por la amplia colaboración y apoyo tanto en la organización como en el desarrollo del evento. El interés demostrado por la institución fue factor clave para el éxito de la reunión. También expresamos nuestro agradecimiento al Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía CATIE/ROCAP, al CIID, FAO/Depto. Montes y al Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), gracias a sus aportes se logró la participación de un número mayor de profesionales y la realización de la gira de campo.

A María Auxiliadora Solórzano por su excelente trabajo como asistente del coordinador; a los asistentes Marcelino Montero y Miguel Solano, por el apoyo logístico; a Claudia Monge por la revisión de las referencias bibliográficas; a Hugo Brenes y Rita Aguilar, por el interés puesto en la preparación final de las actas; a Xinia Vega, por la preparación del material ilustrativo y portada y a Laura Bauer por la traducción al español de los documentos de la reunión de la División I.

Finalmente agradecemos al Ing. José Joaquín Campos Arce, al Ing. Jan Bauer, al Ing. Héctor A. Martínez y a la Licda. Elizabeth Mora por el importante apoyo brindado en la edición de las actas.

Dr. Richard Hermann
Coordinador de la
División I

Dr. Peter Wood
Coordinador del Grupo
SI.07
Silvicultura Tropical

Ing. J.L. Whitmore
Coordinador del Grupo
de Trabajo SI.07-09

Dr. Rodolfo Salazar
Editor y Coordinador
Regional del Grupo
SI.07-09

17-

Actas Grupo de Trabajo S1.07-09

¿POR QUE IUFRO? ¿HACE FALTA MAS INVESTIGACION?

J.L. Whitmore
USDA, Servicio Forestal
U.S.A.

RESUMEN

Cuando el problema es acuciante, cuando los fondos para la investigación son escasos, y cuando el tiempo apremia y urge una pronta respuesta, la investigación debe planearse con gran cuidado. Debe coordinarse con las actividades en gestión local y tener en cuenta cómo ven los grupos de usuarios sus propias necesidades. Los procedimientos de transferencia de tecnología deben formar parte íntegra de las responsabilidades del investigador. La investigación será necesaria para aumentar la productividad, especialmente en zonas marginales, y para incrementar los beneficios de las pequeñas fincas agrícolas. La reciente preocupación de IUFRO por cuestiones relativas a la silvicultura tropical puede muy posiblemente derivar en innovaciones para la mejora de la producción, a nivel local, de especies de árboles para madera combustible y otros usos.

SUMMARY

When the problem urgently needs resolution, when research funds are scarce, and when the time frame requires answers soon, research must be carefully planned. It must be coordinated with local management activities and with user group's perceptions of their needs. Technology transfer procedures must be built into the researcher's responsibilities. Research will be needed to increase productivity, especially on marginal sites, and to increase the profitability of small-farm activities. IUFRO's new involvement with tropical forestry matters may well lead to innovations for improvement of village-level production of multi-purpose tree species, for fuelwood and other benefits.

INTRODUCCION

Este simposio, el tercero que patrocina el grupo de trabajo SI.07-09 de IUFRO, trata de la producción de madera combustible para pequeñas fincas agrícolas en los neotrópicos. IUFRO es una entidad que agrupa varias organizaciones de investigación, como todos sabemos. Pero ya es bastante la experiencia y la información que existe en algunas zonas de los bosques tropicales, lo cual nos lleva a preguntarnos: ¿Se necesita acaso más investigación? La respuesta es, un sí matizado en algunos casos, y un no rotundo en otros. A continuación se examina el papel de IUFRO a la luz de esta pregunta.

La silvicultura abarca actividades de diversa índole, como el manejo de recursos y tierras, la extensión y transferencia de tecnología, la enseñanza, la cosecha, la venta y otras. A menudo estas actividades no están bien sincronizadas. Puede que se dé una superproducción comparada con la demanda. Puede que las técnicas de administración de tierras o de recursos sean pobres comparadas con la producción. Puede que el nivel de investigación sea insuficiente o excesivo comparado con el nivel de las actividades de administración. De hecho semejantes desequilibrios ocurren con frecuencia.

A menudo es contraproducente ocuparse de cualquiera de estas actividades sin ocuparse a la vez, de las demás. Una escuela de silvicultura que opere donde no se de el manejo de recursos ni haya cosechas cerca, solo puede enseñar una parte de la realidad sobre el manejo de los recursos forestales. Muchas escuelas están aisladas de las prácticas de manejo local y como consecuencia de ello tienen un programa de estudios pobre. Otras escuelas enfatizan muy poco la importancia de la labor investigadora; como resultado los que se gradúan experimentan dificultad para resolver ciertos tipos de problemas de manejo. Los centros de investigación son con demasiada frecuencia, ineficaces si no están en contacto con las operaciones de manejo local, o con las actividades de extensión o de transferencia de tecnología.

Muchos centros de investigación mantienen muy poco contacto con los grupos de personas que van a hacer uso de los resultados de las investigaciones. Con frecuencia, estos centros gastan más de lo necesario; en general cuesta menos organizar las actividades de investigación conjuntamente con los grupos de usuarios. La investigación aislada contribuye poco a la práctica del manejo de recursos e implica un mal uso de los escasos fondos para ello. Pocos silvicultores investigadores dedican una parte sustancial de su tiempo a hacer circular las ideas que han desarrollado. Algunas estaciones experimentales conceden ahora ascensos o aumentos de salario a científicos que de forma efectiva promueven una idea que han desarrollado como resultado de sus propias investigaciones. Se deberían transferir más responsabilidades de este tipo al investigador para que ponga en práctica sus ideas. A menudo se da por hecho que, si los resultados de la investigación valen la pena, las redes de servicios de extensión ya existentes las promoverán y pondrán esos resultados en práctica, pero no se trata de un proceso automático. Asimismo, puede ocurrir que el agente de extensión no entienda su potencial de aplicación tan bien como lo hace el investigador. La mejor base para la participación de IUFRO en actividades de investigación sobre producción de madera combustible a nivel local, y otros problemas relacionados en las naciones tropicales debería ser un enfoque integral.

IUFRO EN LOS TROPICOS

En general y en el pasado, los científicos especialistas en silvicultura tropical no han participado en actividades de IUFRO. Lo más común es que estos científicos trabajen en zonas templadas en las naciones industrializadas.

Afortunadamente la participación de IUFRO en los trópicos va en aumento, pero la investigación en esta zona requiere un enfoque distinto por muchas razones. En muchas áreas tropicales, la investigación se encuentra muy por delante de la práctica, y en muchas de ellas no existen redes de extensión. Los silvicultores de las zonas templadas que trabajan en los trópicos, a veces ni tienen conciencia de las principales diferencias entre las condiciones reinantes en los trópicos y las que rigen en climas más frescos, ni de lo que ellas implican. Los investigadores menos especializados a menudo logran mayor éxito en los trópicos, es decir, pueden hacer frente con mayor facilidad al hecho de que en las zonas tropicales, como en ningún otro lugar, todos los factores que entran en juego están interrelacionados. La resolución de un problema puede depender de la aplicación de conocimientos previos más que de llevar a cabo nuevos experimentos: el investigador puede hacer de divulgador en estos casos, hasta que la práctica lleve a la necesidad de nuevas investigaciones.

La acrecentada actividad de IUFRO en los trópicos se propone cubrir varios objetivos. La investigación es uno de los instrumentos que pueden ayudar a lograr estos objetivos. Por ejemplo, las zonas marginales con baja productividad pueden hacerse más productivas. Los beneficios de las pequeñas fincas agrícolas se pueden incrementar. El uso continuo de un determinado paraje puede ser posible mediante la utilización de nuevas técnicas, o en algunos casos volviendo a técnicas tradicionales adaptadas a las nuevas condiciones. Los silvicultores tropicales pueden alcanzar mayor eficacia en la persecución de estos objetivos acercándose a IUFRO.

Los científicos silvicultores de las naciones tropicales varían mucho en cuanto a talento y eficacia. Lo mismo ocurre en las zonas templadas, aunque tal vez por razones distintas. Muchos silvicultores de zonas tropicales no tienen contacto con fuente de información alguna y están incomunicados con otros colegas. Ello afecta su labor en forma negativa; debe notarse sin embargo, que algunos de los investigadores silvicultores de mayor talento y dedicación del mundo provienen de naciones tropicales. Ellos serán los responsables de grandes progresos durante los próximos 15 años. IUFRO haría bien en facilitar su trabajo y atraerlos para sí en todas las formas posibles. Una contribución primordial de IUFRO durante estos años será el facilitar la transferencia de tecnología, el acceso a publicaciones y la comunicación entre colegas que trabajen en problemas de recursos tropicales. La reciente iniciativa de IUFRO, cuyo propósito es resolver las necesidades de madera combustible a nivel local, tiene el potencial de llegar a ser una contribución importante y puede traer consigo avances considerables.

El fomento de la producción de leña por parte de los pequeños agricultores, así como el de lograr una mayor eficacia de los silvicultores tropicales que trabajan en este tema, precisan de muchas actividades, una de las cuales y solo una, es la investigación. IUFRO, CATIE, ROCAP y otras organizaciones deben prestar atención a todas esas actividades. Un equilibrio

basado en las condiciones locales y relacionados con las prácticas locales hará que el proyecto se vea coronado por el éxito.

Por ejemplo, puede que los investigadores enfoquen un problema dando por sentado que es necesario investigar para resolverlo. Los especialistas en mejora de árboles tienden a dar por hecho que se necesitan experimentos con especies para fomentar las reservas forestales en las pequeñas haciendas. Pero en un lugar y momento determinados, puede que tengan más importancia la comercialización, o la silvicultura agraria, o el análisis ecológico u otras actividades. La transferencia de tecnología, las fuentes de crédito o mejores estufas pueden ser ejemplos de esfuerzos que logren mejores frutos, dejando los experimentos con especies para más tarde o llevándolos a cabo simultáneamente como segundo factor de limitación. Los especialistas de un campo posiblemente tengan que trabajar en otro u otros para poder resolver un problema. Es necesario efectuar un análisis cuidadoso de las condiciones locales antes de poder determinar el planteamiento apropiado.

Esto nos recuerda la anécdota de un grupo de paisanos de Sri Lanka que se acercaron a un silvicultor, pidiéndole ayuda para plantar árboles de mango en su pueblo, éste les preguntó que por qué querían mangos, y ellos respondieron que en su pueblo solía haber muchos, pero que todos fueron cortados para leña por los aldeanos, así que querían que les ayudara a plantar otros árboles de mango. Un análisis más preciso habría puesto de manifiesto que se necesita plantar árboles frutales y para leña también.

El análisis que realiza IUFRO de los problemas de recursos forestales en los países en desarrollo ha conducido a un planteamiento que se centra en opciones como la de especies de uso múltiple, mediante la cual el agricultor puede aprovechar el árbol en más de una forma. La leña es uno de los principales usos, además del forraje, fruta, sombra, postes para cerca, nitrógeno, madera para construcción y rompevientos. Incluso en el caso de que la leña sea la principal necesidad de un pueblo, la ventaja económica de las ganancias recogidas con anterioridad en rotación de cultivos, puede marcar la diferencia entre la viabilidad económica y el fracaso. Si un agricultor tiene que esperar toda una rotación antes de poder recoger sus ganancias, puede ocurrir muy bien que decida no plantar árboles.

PAUTAS PARA UNA INVESTIGACION NECESARIA

Se necesita llevar a cabo muchos estudios y revisar mucha información para determinar el nivel más avanzado de desarrollo en la etapa preliminar de un proyecto de madera combustible a nivel local; se pueden extraer numerosos conocimientos de la experiencia local en todo el mundo. Afortunadamente, gracias al énfasis mundial que ha puesto el Banco Mundial, ROCAP, CILSS y otros organismos, esta experiencia está siendo puesta al alcance de los interesados, pero es necesario hacerla todavía más asequible trasladándola al material impreso; una vez realizado el análisis de los conocimientos previos (y este análisis es una forma de investigación), puede que sea necesario ampliar los conocimientos actuales a través de la experimentación (otra forma de investigación).

Aparte de las ideas de carácter general expresadas anteriormente, es imposible especificar aquí cuales son los tipos de investigación que se

necesitarán, ya que ello varía enormemente por factores tales como las condiciones socio-económico-culturales, las zonas de vida, el suelo y otras consideraciones de tipo local. Sin embargo, la estructura racional para futuras investigaciones sobre problemas de madera combustible a nivel local, podría semejarse a la que a continuación se menciona, una vez que se hayan hecho estudios de más alto nivel.

1. Análisis

Se precisa un análisis para cualquier localidad, zona de vida, situación social o área en que se ubica el problema. Este análisis debería basarse en conocimientos previos aplicables y en una perfecta comprensión del problema que se quiere resolver. Requiere la participación de los habitantes del lugar, que se encuentran con el problema y quienes serán los beneficiados cuando se apliquen los resultados de las investigaciones. Sin su contribución, el encargado de proyectar la investigación probablemente no va a entender el problema en toda su dimensión.

2. Plan

El análisis arriba descrito conducirá a un plan de investigación. Este plan debe tener en cuenta sobre todo el problema, más que la técnica a emplear. Requerirá flexibilidad y trabajo de equipo por parte de cada uno de los investigadores. Puede darse el caso de que los científicos tengan que investigar en un sentido integral.

3. Tiempo

Por la misma razón que los agricultores no pueden permitirse el lujo de esperarse diez años para sacarle algún provecho a la plantación de árboles, tampoco pueden esperar diez años a que aparezcan los resultados de las investigaciones. Estas deben plantearse de la forma que se obtengan resultados rápidos. Puede que surjan en verdad más preguntas que respuestas, pero también pueden desembocar en unas prácticas de manejo de recursos perfeccionadas que no tengan que depender de más investigaciones futuras.

4. Ejecución

Las investigaciones deben llevarse a cabo cuidadosamente, basadas en un planteamiento experimental y en el análisis estadístico. La recopilación y análisis de datos, así como la presentación de conclusiones, deben llevarse a cabo también según esos principios.

5. Transferencia de Tecnología

Contrariamente a lo que es la práctica común en la actualidad y en la tradición, el autor opina que el investigador tiene que dedicar gran parte de su tiempo y de su esfuerzo a poner en práctica los resultados de su investigación, y si tiene éxito en la empresa, debe ser recompensado. El investigador debe publicar sus resultados en formas distintas, incluyendo los folletos destinados a los aldeanos. Esa misma persona debería esforzarse por hacer que los lugareños plantaran los árboles aplicando los resultados de las investigaciones, y así, esta especie de acción de seguimiento permitirá a los investigadores afinar y ajustar aquellos resultados en la siguiente ronda de experimentos, usando especies que ya se plantaron bajo condiciones locales. Puede ser que el investigador necesite ayuda de escritores, vulgarizadores o de expertos en otros campos, pero no debería depender enteramente de esas personas para la divulgación de resultados de la investigación.

6. Economía

A menudo los fondos para investigación son escasos. Se pueden usar varias técnicas para maximizar el uso de esos fondos, como el combinar la investigación con una práctica de manejo continua. El procesamiento electrónico de datos puede acelerar el análisis de los mismos y la publicación de los resultados. Hay que recordar, sin embargo, que muchos profesionales no están familiarizados con las técnicas y equipo electrónico más avanzado, y que los datos que quedan almacenados electrónicamente no son de ninguna utilidad para la mayoría de los profesionales.

CONCLUSIONES

La investigación puede contribuir a mejorar las técnicas de aprovechamiento de los recursos naturales en situaciones tropicales, incluyendo la producción de madera combustible. La investigación más productiva está vinculada con los programas de manejo de recursos y de enseñanza, y con una amplia gama de actividades relacionadas, como la extensión o la transferencia de tecnología. Sin embargo, hay situaciones en las que se necesitará una o más de estas actividades con mayor urgencia que continuar investigando.

La investigación será más eficaz si está basada en un análisis cuidadoso y un estudio detallado del problema a nivel local. La participación de los grupos de usuarios en la planificación es vital para lograr una buena formulación del problema y para la ulterior puesta en práctica de los resultados.

La difusión de los resultados y el fomento de su puesta en práctica en situaciones de aprovechamiento de recursos, corresponden al investigador y deben formar parte íntegra de las directrices que guíen su labor. La investigación no es rentable hasta que se ponen en práctica los resultados.

La escasez de fondos para la investigación, los cortos períodos de tiempo y la necesidad presente de resolver los problemas, exige que los programas sean reducidos y encaminados a la obtención de resultados.

El nuevo planteamiento de IUFRO referente a especies de uso múltiple para las plantaciones locales, ofrece el potencial de grandes avances. Este nuevo enfoque implicará sin embargo tanta transferencia de tecnología como investigación.

¿Hace falta acaso más investigación? Muchos programas pueden y deberían empezar ahora basados en conocimientos previos, que puedan ajustarse mediante la investigación paralela destinada a resolver problemas que surjan de las aplicaciones del manejo. Algunos programas tienen que esperar a que se realicen todavía más investigaciones antes de poderse iniciar; pero éstos son en verdad, muy pocos.

UN ENFOQUE REGIONAL DE LA INVESTIGACION Y EXTENSION EN LOS NEOTROPICOS

Raymond M. Keogh
Servicio Forestal y de Vida Silvestre
Irlanda

RESUMEN

La transferencia de los resultados de investigaciones en plantaciones industriales hasta el nivel del técnico de campo no ha tenido éxito en gran parte de la cuenca del Caribe. Las razones para esto serán delineadas. Las presiones sobre la investigación forestal aumentan, mientras que el financiamiento tiende a ser mínimo. A modo de incrementar la productividad de las actividades de investigación y hacer posible la pronta puesta en práctica de los resultados, se recomienda un enfoque de dos niveles de la investigación y extensión regional. El trabajo realizado con teca (Tectona grandis L. f) se utiliza para ilustrar el método.

SUMMARY

Transfer of industrial plantation research findings to the level of the field manager has been unsuccessful in much of the Greater Caribbean Basin. Reasons for this are outlined. Pressures on forest research are increasing, whilst funding is likely to be scarce. In order to increase the productivity of research activities and enable finding to be put into practice rapidly, a two-tier regional research and extension approach is advocated. Work accomplished on teak (Tectona grandis L. f) is used to illustrate the method.

INTRODUCCION

En los últimos cuarenta años se ha completado bastante investigación forestal "tradicional" en la cuenca del Caribe (Centroamérica, El Caribe, Venezuela y Colombia) relacionada con el establecimiento y manejo de plantaciones para madera de aserrío. Sin embargo, la extensión de los resultados hasta el nivel del técnico de campo no ha tenido mucho éxito, como se aprecia por el número de rodales que han tenido poco o ningún tratamiento silvicultural.

Las razones para esto son muchas. En parte se debe a la fragmentación geográfica y política de la zona. Además, la investigación ha perseguido en muchos casos, elaborar reglamentos silviculturales que por su naturaleza sólo podrían ser obtenidos a largo plazo; han habido pocos intentos de divulgar en base a la mejor información posible, consejos simples a los forestales de campo para ayudarlos a mejorar el rendimiento de las plantaciones.

Algunos muy complejos y variados métodos de raleo, por ejemplo, están disponibles y esto ha llevado a una comprensible renuencia de parte del personal local a ponerlos en práctica. Parte del problema ha sido el intento de imponer en países en desarrollo, métodos de investigación desarrollados en y más apropiados para países con largas y continuadas tradiciones forestales. Otra dificultad ha sido que muchos investigadores gastan sus energías en una gran gama de especies a la vez, en áreas geográficas relativamente pequeñas, y nunca tienen tiempo de investigar ninguna de ellas minuciosamente. Más aún, mucho del valioso trabajo emprendido ha aparecido en publicaciones pero la información básica usada en el desarrollo no está disponible. Esto ha imposibilitado en muchos casos, la comparación y aplicación de resultados a través de la zona. Además, los diferentes enfoques de la investigación silvicultural en diferentes países inhibe los avances a nivel regional. Estas observaciones se aplican a la región en su totalidad y podrían ser incorrectas para algunas áreas específicas.

De acuerdo al Banco Mundial el nivel de financiamiento asignado a investigaciones forestales a países en desarrollo es sumamente bajo. Al mismo tiempo, las necesidades de investigación aumentan debido a la expansión de dos actividades: 1) agroforestería y 2) plantaciones energéticas. Esta última junto con investigaciones relacionadas a conservación y manejo de ecosistemas forestales tropicales más efectivos (con énfasis en la protección del medio ambiente), se considera de mayor prioridad que "programas de investigación forestal tradicional" (10). Pero se sostiene que este cambio de énfasis no debería descontinuar programas anteriores.

Sin embargo, a menos que el financiamiento sea dramáticamente aumentado, algunos aspectos de la investigación deben ser eliminados, o se debe adoptar un enfoque radicalmente nuevo de la investigación forestal. Esto es especialmente cierto en partes de América Latina y El Caribe, donde se prevé que el financiamiento propuesto por donantes internacionales bajará en más de \$7 millones (2). La investigación silvicultural en plantaciones podría acortarse a través de proyectos regionales con especies seleccionadas. La investigación se tornaría demasiado costosa si los países individuales, especialmente los más pequeños, establecieran una serie de parcelas de prueba con el fin de obtener tablas de manejo (tablas de rendimiento etc.); además esto sería innecesario si se tuviera cooperación.

UN ENFOQUE NUEVO

Un enfoque sobre la investigación acelerada en plantaciones se describe a continuación. Está de acuerdo con las sugerencias ofrecidas por Evans (3) a países en desarrollo con recursos severamente limitados disponibles para investigación, ya que selecciona "algunos tópicos importantes y los investiga minuciosamente". Además persigue "resolver problemas prácticos".

El método consta de dos etapas; se ha utilizado el trabajo realizado con teca para ilustrar cada paso. La primera etapa (pasos 1, 2 y 3 de Figura 1) persigue la elaboración de guías de campo prácticas para los forestales de la región, para especies seleccionadas. Estas deberán ser simples folletos de manejo silvicultural basados en un análisis de literatura e información de campo que de apoyo. Este tipo de guía dará confianza al personal local de campo a utilizar sus plantaciones para productos finales definidos. Estos folletos pueden ser creados para plantaciones "normales", agroforestales o de rotación corta, con miras a la producción de energía o madera. Estas guías evitarían cálculos innecesarios, por ejemplo, sobre cuántos árboles deben ser cortados en cada raleo.

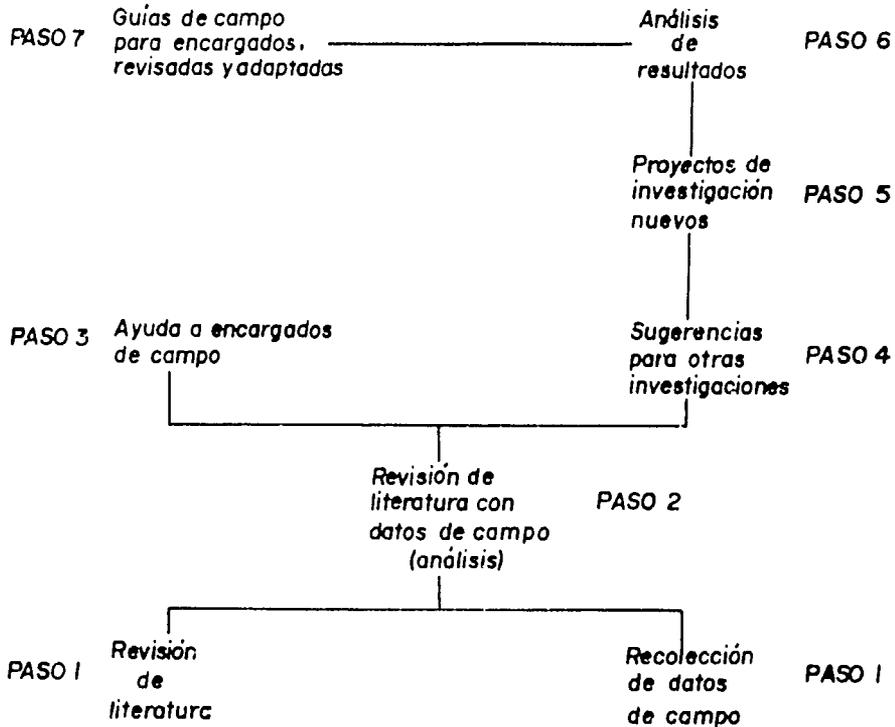


Figura 1. Pasos propuestos en la investigación forestal

Es necesario enfatizar que estas guías no indicarían los tratamientos óptimos en todas las plantaciones pero, ya que tienen una base razonablemente sólida, se acercarán bastante a su objetivo.

En el caso de teca, los pasos 1 y 2 culminaron en la producción de un esquema de clasificación de sitio para la región (6) y un artículo general que recomendaba un régimen de raleo común para la región (5). Se ha preparado un folleto que representa el paso 3: "guías para técnicos de campo" (7).

La segunda etapa se deriva de la primera. Se inicia con el paso 4 (Figura 1), "sugerencias para investigación adicional".

Surge inmediatamente la respuesta: 1) ¿Se debería incorporar nuevas ideas a los proyectos regionales existentes? ó 2) ¿Se tendría que cambiar los programas regionales y prepararlos para un nuevo enfoque de la investigación?

Debido a la ausencia de un estudio regional de las políticas de investigación pasadas y presentes de los países involucrados, y en caso de renuencia por parte de un gran número de miembros a aceptar una nueva estrategia, las instituciones interesadas deberán encontrar la forma de incorporar las nuevas ideas a sus programas. Sin embargo, se considera que un enfoque coordinado ayudaría más a todos los países y reduciría los costos totales.

Una vez que se haya producido un estudio del estado de la investigación dentro de la zona, se podría formar una entidad central coordinadora, o bien que los países interesados reconozcan a una ya existente. La organización sería responsable de la elaboración de programas, mediciones uniformes, preparación de folletos de extensión y mantenimiento del contacto con otras instituciones interesadas en el bienestar y conservación generales de la región.

El paso 5 (Figura 1) es el punto en el cual se establecen los nuevos proyectos de investigación, o donde las nuevas ideas provenientes del paso 4 son incorporadas a programas ya existentes. Para teca, este punto no ha sido alcanzado, pero en vista de las propuestas hechas en el paso 4, debe ser seriamente considerado. Abajo se describe cómo podría ser enfocado un proyecto regional de investigación con teca.

UN PROYECTO REGIONAL DE INVESTIGACION CON TECA

Al organizar un proyecto regional de investigación silvicultural, debe considerarse el número de parcelas permanentes que serán establecidas, al igual que su distribución, tamaño y forma. Además, debe tomarse en cuenta el número de tratamientos que serán incluidos, el tipo de mediciones a tomarse, y el intervalo entre evaluaciones. Debe haber una entidad coordinadora que elabore reglamentos basados en convenios entre las instituciones científicas interesadas. Además, sería responsable del almacenamiento y análisis eventual de la información recopilada y de la diseminación de resultados y recomendaciones. Algunos de estos puntos serán discutidos en detalle más adelante.

PARCELAS PERMANENTES

1) Número

Alder (1) sugiere que un mínimo de 100 parcelas son necesarias para producir curvas de crecimiento, de las cuales 20 son parcelas a largo plazo, establecidas en plantaciones jóvenes, mantenidas en toda la rotación y continuadas en rotaciones subsecuentes; y 80 son parcelas a corto plazo medidas dos o tres veces.

2) Distribución

Las parcelas deben cubrir todos los sitios en las cuales se pretende plantar teca; sin embargo, se ha sugerido que los sitios pobres (expresados como la sección más baja de la clase de sitio III y todas las clases IV y V de la clasificación regional de sitio (5)), no deberían ser plantados. Sería una pérdida de tiempo, establecer parcelas en sitios de bajo potencial.

En esta etapa se presentan varios problemas: mientras que sería posible calcular el área potencial de teca en la región, basada en la definición de sitio indicada arriba, es más difícil predecir qué proporción de esta área será plantada en el futuro, ya que no existe información confiable sobre programas de plantación. Además, aunque esto pudiera predecirse correctamente, ¿cómo se distribuirían las parcelas en la región? Obviamente, los países que más plantan necesitan más información confiable respecto a la silvicultura de la especie, y más parcelas deberían ser asignadas a ellos.

Para resolver estos problemas, se recomienda que se establezca un grupo de 20 parcelas permanentes a largo plazo por toda la región. El Cuadro 1 muestra los países en los cuales estas parcelas podrían establecerse y el número de parcelas asignadas. A éstas se agregarían un número de parcelas en plantaciones nuevas geográficamente distribuidas en proporción al área total plantada con teca. Serían 60 parcelas y no tendrían necesariamente que establecerse en un año sino en varios años; esto dependería del área total plantada actualmente con la especie. Si el sitio presenta problemas y sólo una pequeña área puede plantarse cada año, podría ser necesario retrasar el establecimiento de una proporción de las parcelas adicionales. Sin embargo, mucha información valiosa provendría de las parcelas principales y otras parcelas adicionales que ya hubieran sido establecidas; esta información sería de utilidad en la futura toma de decisiones respecto a la expansión del área para esta especie. El área total plantada con teca en la región es aproximadamente 15 000 - 16 000 ha (5).

3) Tamaño y forma

Se sugiere parcelas circulares de 0,1 ha.

4) Tratamientos

Las parcelas deben ser tratadas estrictamente de acuerdo al tratamiento silvicultural recomendado para teca en la región, que es una modificación de la recomendación de Miller (8) para teca en Trinidad; los detalles se describen en Keogh, (5). También se debe considerar parcelas de control y repeticiones. Adicionalmente algunos países, especialmente los interesados en grandes áreas con teca, podrían establecer experimentos de espaciamiento y raleo junto con las

Cuadro 1. Posible distribución de parcelas permanentes de teca en América Central, El Caribe, Venezuela y Colombia

País	Área total (km ²)*	No. de parcelas **
Colombia	1 138 907	2
Costa Rica	50 899	1
Cuba	114 524	1
República Dominicana	48 441	1
El Salvador	20 865	2
Guatemala	108 888	1
Haití	27 749	1
Honduras	112 087	2
Jamaica	11 425	1
Nicaragua	148 005	1
Panamá	75 648	2
Puerto Rico	8 897	1
Trinidad & Tobago	5 128	2
Venezuela	912 047	2
TOTAL		20

*The Times Atlas of the World, 1980. Times Books, London.

**Selección subjetiva y provisional.

parcelas permanentes principales. Debe incluirse pruebas de calidad de madera en todos los experimentos.

5) Tipo de mediciones

El tipo de mediciones que se tomen debe ser uniforme en todas las parcelas. Sommer y Dow (9) ofrecen guías generales. Debe incluirse el peso seco de los componentes aéreos (tallos, ramas y hojas), al igual que volumen.

6) Evaluaciones

Todas las parcelas deben ser evaluadas antes y después de cada raleo; éste es el mínimo absoluto de veces que cada parcela debe ser medida.

Podría pasar una rotación completa antes de que sea posible analizar los resultados generales derivados del paso 5 (Figura 1). Se elaboran guías revisadas para los técnicos de campo (paso 7) en base al nuevo análisis del paso 6. Como se ha demostrado en el caso de teca, los pasos 1 al 4 son de corto plazo; los pasos 5 al 7 son de largo plazo.

EXPANSION DEL PROYECTO

Podría ser posible elaborar guías sencillas, basadas en análisis a corto plazo de información existente, para el manejo de otras especies seleccionadas y combinaciones de especies con potencial en la zona, y obtener resultados similares comparados con teca. Entonces sería posible incorporar sugerencias para investigación adicional en el proyecto regional. La inclusión de un número de especies dirigidas a la creación de varios productos finales sería más eficiente y por lo tanto menos costosa que un proyecto para una sola especie. Este enfoque para la investigación y extensión aceleradas debe ser aplicable a otras áreas del mundo; Iyamabo (4), por ejemplo, considera a África Occidental como un área en la cual debería establecerse la cooperación regional.

Podría haber cierta renuencia inicial de parte de los países para involucrarse en proyectos regionales, debido al escepticismo provocado por fracasos anteriores, o a dudas respecto a diferencias políticas incompatibles. Las fallas pasadas no son comparables: las comunicaciones modernas y las facilidades de computación pueden superar la mayoría de los problemas asociados con recolección, transferencia, almacenamiento y utilización posterior de la información. Las barreras políticas podrían disolverse demostrando que la cooperación beneficiaría a todos, por medio de la reducción de costos y el aceleramiento de la elaboración de información relevante al personal de campo. Un grupo neutral internacional a cargo de financiamiento y organización aliviaría temores respecto a tratos preferenciales hacia países seleccionados. El intento de implementar un nuevo enfoque de la investigación y extensión en la cuenca del Caribe debe realizarse pronto.

LITERATURA CITADA

1. ALDER, D. Forest volume estimation and yield prediction. Food and Agriculture Organization, FAO Forestry Paper 22/2. vol. 2. 1980.
2. CRISTOPHERSEN, K.A. et al. Response of international donors to forestry problems in developing countries. Jour. of Forestry 30 (4):235-238, 254 p. 1982.
3. EVANS, J. Silvicultural research in tropical plantation forestry: priorities, problems and possibilities. Alice Holt Lodge, England, Forestry Commission Res. Station s.f.
4. IYAMABO, D. E. Forestry research in developing countries. Unasylya (FAO) 28(111):12-17. 1976.
5. KEOGH, R. M. The care and management of Teak (Tectona grandis Linn. f) plantations. A practical field guide for foresters in the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. 1984. 54p. (unpublished).
6. KEOGH, R. M. Teak (Tectona grandis Linn. f) provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. Forest Ecology and Management 4(2):143-153. 1982.

7. KEOGH, R. M. Does teak have a future in tropical America? *Unasylva* (FAO) 31(126):13-19. 1979.
8. MILLER, A. D. Provisional yield tables for teak in Trinidad. Trinidad Government printery. 1969. 21 p.
9. SOMMER, A. y DOW, T. Compilation of indicative growth and yield data of fast-growing exotic tree species planted in tropical and subtropical regions. Food and Agriculture Organization. FO:MISC/79/11. 1978.
10. WORLD BANK Y FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Forestry research needs in developing countries - time for a reappraisal? s.n.t. (Paper for 17th IUFRO Congress, Kyoto, Japan, 1981).

EL PROBLEMA DE LA LEÑA EN LAS ZONAS SECAS DE AMERICA CENTRAL Necesidades de Investigación

Héctor A. Martínez
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

En el 38 por ciento del área centroamericana la situación de abastecimiento de leña se clasifica como muy crítica o crítica; las zonas secas que cubren un siete por ciento, caen dentro de estas categorías y los recursos boscosos disponibles no aseguran una provisión sostenida de leña para el futuro inmediato. El consumo estimado en las zonas secas varía entre 2,3 a 2,5 kg/persona/día, alto si se compara con la región del Sahel pero más bajo que los promedios estimados para cada uno de los países centroamericanos. En la zona seca más del 50 por ciento de la leña es adquirida por compra a productores directos o intermediarios, lo que ha contribuido a estructurar un mercado de leña en algunas regiones.

Los factores que afectan la disponibilidad de leña en las zonas secas se pueden agrupar en climáticos, biológicos, económicos, sociales y políticos. Es necesario profundizar en el conocimiento de estos factores para diseñar planes tendientes a dar solución al problema del abastecimiento de leña en estas zonas.

Entre los aspectos que deben ser estudiados cabe mencionar: evaluación del recurso forestal existente y posibilidades de uso, ya que la biomasa es el mayor recurso energético del área; prueba de gran número de especies (nativas y exóticas) y procedencias adaptadas a la zona; estudio de los sistemas agroforestales utilizados en la región y posibilidades de mejoramiento para aumentar el rendimiento de los mismos; identificar y probar especies de uso múltiple adaptadas a las condiciones de la zona y a los sistemas de producción usados por los agricultores; realizar diagnósticos sobre las condiciones de producción de los agricultores de las zonas secas, el papel de los árboles en las explotaciones agrícolas y las posibilidades de integración de los mismos a los sistemas de producción. Estudiar los incentivos forestales actualmente en uso, analizar su aplicabilidad y diseñar, si fuere necesario, incentivos adecuados para pequeñas plantaciones o para sistemas agroforestales. Realizar estudios sobre comercialización, demanda actual y futura de leña en los países, como base para la definición de políticas a largo plazo. Apoyar a los países en la formación de técnicos forestales que trabajen con comunidades rurales y pequeños agricultores en la plantación de árboles de uso múltiple y en el manejo de los bosques aún existentes.

SUMMARY

In 38 percent of the area of Central America the availability of firewood is classified as very critical or critical; the dry zones, which encompass around seven percent of the area, fall in this category and available forest resources do not assure sustained availability of firewood in the immediate future. The estimated consumption in the dry zones varies between 2,3 and 2,5 kg per person per day, high in comparison to the Sahel region, but lower than the estimated average for each of the Central American countries. In the dry zone more than 50 percent of the firewood is acquired by purchase from direct producers or intermediaries, a fact which has contributed to structuring a firewood market in several regions.

The factors which affect the availability of firewood in the dry zones may be categorized as climatic, biological, economic, social and political. In order to formulate programs designed to solve the problem of firewood shortage in these zones it is necessary to understand these factors in greater depth.

Aspects which should be studied include; (1) evaluation of existing and possible future forest resources, since biomass is the principal energy resource of the area; (2) testing a large number of species (both native and exotic) and strains adapted to the zone; (3) study of the systems of commercial forestry used in the region and the possibilities of improving them in order to increase their yield; (4) identification and testing of multiple-use species adapted to conditions in the zone and to production systems used by growers; (5) analysis of the production conditions of growers in the dry zone, the role of trees in agricultural land use, and the possibility of integrating trees into production systems; (6) study of the forestry incentives currently in use, analysis of their applicability and, if necessary, formulation of adequate incentives for small plantations and commercial forest lands; (7) studies of commercialization and current and future demand for firewood in these countries as a basis for defining long-range policies; (8) support to the countries of the region in the training of forestry technicians to work with rural communities and small farmers in planting multiple-use trees and managing forests already in existence.

INTRODUCCION

América Central* limita al norte con México y al sur con Colombia, se extiende desde 7°15' latitud norte en el sur de Panamá hasta 18° latitud norte, en El Petén, en Guatemala. La extensión territorial aproximada es de 485 000 km² y la población estimada (1983) 23 millones de habitantes, de los cuales el 53 por ciento vive en zonas urbanas.

La topografía del área es variada, con presencia a lo largo del istmo de montañas y mesetas en la parte central y llanuras con suave declive hacia los litorales Pacífico y Caribe. Como consecuencia de la topografía, la latitud y la influencia de los vientos, así como factores orográficos locales, hay variedad de climas; la vertiente atlántica hasta 600 m de elevación presenta altas temperaturas (superiores a 20°C todo el año) y precipitaciones entre 2000 y 6000 mm anuales; la parte central tiene temperaturas más benignas (10 - 20°C promedio anual), precipitaciones entre 1000 y 2000 mm algunas áreas con mayor precipitación; la llanura pacífica tiene elevaciones inferiores a 600 m, temperaturas superiores a 20°C y precipitaciones desde menos de 1000 mm hasta 2000 mm anuales con una estación seca de cuatro a siete meses. La vertiente atlántica está cubierta en su mayoría, de bosques húmedos tropicales y en algunas áreas plantaciones de banano y ganadería extensiva; la zona central está dedicada a la agricultura de hortícolas, maíz, frijol, café y ganadería lechera; en la llanura pacífica hay ganadería y cultivos de agroexportación: algodón, arroz, caña de azúcar, banano y café en las partes altas. La mayoría de la población se concentra en los altiplanos centrales y la zona pacífica seca.

ZONAS SECAS

En América Central las zonas secas incluyen las regiones de bosque seco, muy seco y monte espinoso según el sistema de Holdridge (6). Según Quilín (3) aproximadamente el siete por ciento del área centroamericana (33 600 km²) pertenece a las formaciones bosque muy seco Tropical (bms-T), bosque seco Tropical (bs-T), monte espinoso Premontano (me-P) y bosque seco Premontano (bs-P) del sistema de zonas de vida de Holdridge, extendida a lo largo del litoral pacífico y en algunas áreas en las zonas centrales de Nicaragua, Honduras y Guatemala (Figura 1). Estas formaciones se encuentran en zonas con precipitaciones entre 500 y 2000 mm anuales, entre 0 y 1000 m de elevación, temperaturas superiores a 20°C todo el año y duración de la estación seca (menos de 50 mm/mes) de cuatro a siete meses (3); el Cuadro 1 presenta la distribución de las zonas secas en América Central.

El área que cubre la zona seca es variable de país a país, presentando la mayor extensión en Nicaragua, sin embargo la red de estaciones meteorológicas no es muy completa ni existen registros consistentes durante periodos prolongados, lo que impide hacer delimitaciones precisas.

* En este documento América Central incluye a Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, países en los cuales ha trabajado el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía.

Cuadro 1. Distribución de las zonas secas de América Central

País	Área total 000 km ²	Área (000 km ²) por formación ecológica								Área seca (000 km ²)	Total (%)
		bms-T	(%)*	bs-T	(%)	me-P	(%)	ds-P	(%)		
Guatemala	108,24	-	-	0,15	0,1	0,97	0,3	4,28	3,9	5,40	5,0
Honduras	112,46	0,25	0,2	3,05	2,7	-	-	3,06	2,7	6,36	5,6
El Salvador	20,91	-	-	2,22	10,6	-	-	-	-	2,22	10,6
Nicaragua	118,74	-	-	5,64	4,7	-	-	6,61	5,6	12,25	10,3
Costa Rica	51,22	-	-	3,75	7,3	-	-	-	-	3,75	7,3
Panamá	73,99	-	-	2,69	3,9	-	-	0,77	1,0	3,66	4,9
TOTAL A.C.	485,56	0,25	0,1**	17,70	3,7	0,97	0,2	14,72	3,0	33,64	6,9

*Porcentaje del área del país. Fuente: (3).

**Porcentaje del área de América Central.

Es necesario tomar en cuenta la distribución de las lluvias a lo largo del año, ya que no obstante en algunas áreas se presentan precipitaciones de 1000 mm/año o más, a veces caen en periodos cortos, lo que afecta el desarrollo de la vegetación por la carencia de humedad disponible durante periodos prolongados (más de cuatro meses continuos de sequía).

El territorio de América Central, exceptuando la costa atlántica, tiene una distribución bimodal de las lluvias, con un periodo corto de sequía (canícula) entre julio y agosto y una estación seca prolongada entre noviembre y mayo; el 35 por ciento del territorio está sometido a más de cuatro meses de sequía (3). Si se compara en cada país el área de las zonas secas con el área con cuatro o más meses de estación seca (Cuadro 2) se observa que el área sometida a sequía prolongada es mayor. Se notan incrementos considerables en todos los países, con excepción de Panamá; El Salvador es un caso notable ya que todo el territorio está sometido a sequías con duración superior a cuatro meses.

Cuadro 2. Zonas secas y con sequía prolongada (más de cuatro meses), en América Central

País	Áreas secas (Holgridge)		Áreas con 4 ó más meses de sequía	
	000 km ²	(%)	000 km ²	(%)
Guatemala	5,40	5,0	40,13	37,1
Honduras	6,36	5,6	55,19	49,1
El Salvador	2,22	10,6	20,91	100,0
Nicaragua	12,25	10,3	33,85	28,4
Costa Rica	3,75	7,3	12,83	25,1
Panamá	3,66	4,9	5,88	8,0
TOTAL A.C.	33,64	6,9	168,79	34,7

Fuente: (3).

SITUACION LEÑERA

Según Dulin (4) en el 44 por ciento del territorio centroamericano (aproximadamente 215 600 km²) la situación de abastecimiento de leña se clasifica entre muy crítica a potencialmente crítica. El área donde el abastecimiento se considera crítico o muy crítico es del 38 por ciento (188 000 km² aproximadamente) localizada en las áreas de mayor concentración de población y áreas agrícolas de la costa pacífica; el Cuadro 3 presenta la situación de abastecimiento de leña para los países centroamericanos.

Cuadro 3. Situación del abastecimiento de leña en los países de América Central (% de la superficie total del país)

Situación	Costa Rica km ² (%)	El Salvador km ² (%)	Guatemala km ² (%)	Honduras km ² (%)	Panamá km ² (%)	América Central km ² (%)
muy crítica*	9 980 19	18 190 87	37 650 35	22 600 20	8 130 11	112 700 23
crítica	13 305 26	1 290 6	12 000 11	11 470 10	15 920 21	75 235 15
potencial crítica	5 950 12	1 340 6	5 410 5	9 000 8	1 200 2	27 650 6
satisfactoria	5 700 11	85 1	8 440 8	24 100 22	7 400 10	62 725 13
más que satisfactoria	16 320 32	0 0	44 680 41	45 320 40	41 400 56	207 210 43

*Incluye áreas urbanas metropolitanas

Fuente: (4)

En las áreas donde el abastecimiento de leña es crítico la disponibilidad de vegetación leñosa es de 1,0 a 3,0 m³/persona/año, suficiente solo para las necesidades actuales de la población; en las áreas muy críticas la disponibilidad oscila entre 0 y 1,5 m³/ persona/año, deficiente para las necesidades actuales; dentro de estas áreas está la zona seca de América Central.

Las posibles causas de la escasez de leña son: alta concentración y crecimiento de la población, uso agrícola de la tierra que ha eliminado la vegetación boscosa, agricultura migratoria y la cantidad y distribución de las lluvias.

CONSUMO DE LEÑA EN ZONAS SECAS

Estudios realizados dentro del Proyecto Energético del Istmo Centroamericano y el Proyecto Leña han permitido estimar el consumo per cápita de leña en cada uno de los países. De los estudios realizados por el Proyecto Leña (7,8,9,10,13,14,18,19) se ha aislado el consumo estimado para las zonas secas en algunos países; el Cuadro 4 permite comparar los estimados nacionales de consumo y los de las zonas secas para los países de los cuales se dispone de datos. Se observa que el consumo promedio en las zonas secas es menor que el promedio nacional, lo que podría explicarse por la escasez de leña disponible y por las altas temperaturas ambientales que no hacen necesario mantener el fuego para calefacción.

Cuadro 4. Población consumidora de leña y consumo estimado per cápita en las zonas secas y por país en América Central

País	Población (millones) 1983	Población consumidora leña (%)	Consumo per cápita kg/per/día	Zonas secas Consumo per cápita kg/per/día
Guatemala	7,53	79	3,02	2,5
Honduras	4,07	78	2,79	2,6
El Salvador	5,26	77	3,12	--
Nicaragua	2,60	80	2,47	2,3
Costa Rica	2,38	50	2,96	2,3
Panamá*	2,03	36	1,81	1,81
TOTAL	23,87	72	2,58	

*Península de Azuero

Fuentes: (2,12,15,16)

Las estimaciones del consumo per cápita para la zona seca (2,3 a 2,5 kg/persona/día) parecen relativamente altas si se comparan con las de países donde hay marcada escasez de leña como Mali y Níger, en el Sahel, donde el consumo per cápita varía entre 1,2 y 1,8 kg/hab/ día, aunque menores que las reportadas para lugares con abundancia de recursos forestales como Kwa Zulu en Sur Africa (3,1 kg/hab/día) o Kwenzitu en las montañas de Tanzania, donde a pesar que los habitantes del poblado deben caminar una hora para obtener leña, el consumo varía entre 4,5 y 7,1 kg/hab/día (5); es necesario realizar mediciones más precisas sobre el consumo por regiones en todo el área centroamericana.

No se dispone de cifras respecto de las formas de adquisición y quienes colectan la leña, cuando se emplea esta forma de adquisición, por lo que se puede suponer que la situación general a nivel de país refleja en parte la situación de las zonas secas (Cuadro 5). En Guatemala y Nicaragua, donde se ha indagado sobre las formas de adquisición en las zonas secas, el porcentaje de hogares que compran leña es superior a 50 por ciento, lo que indica la existencia de un comercio de leña, así como escasez o lejanía de las fuentes de aprovisionamiento para recolección directa. Por otro lado es también notable la alta participación de los hombres y los niños en la adquisición de la leña en todos los países. La participación de los niños puede tener implicaciones sociológicas profundas tales como el alejamiento de las escuelas, aumento de la desnutrición por dedicar una gran cantidad de esfuerzos a caminar largas distancias para conseguir leña y, posiblemente, la formación de familias numerosas para tener mano de obra disponible.

Cuadro 5. Métodos de adquisición de leña en América Central (porcentajes de como se obtiene)

PAIS	MÉTODOS DE ADQUISICIÓN				MIEMBROS DE LA FAMILIA QUE RECOLECTAN LEÑA			
	Recolección	Compra	Recolección y compra	Otras	Hombres	Mujeres	Niños	Obreros pagados
Guatemala	37	51	12	-	62	10	12	16
Honduras	68	30	-	12	55	7	14	3 (21)*
Nicaragua	30	70	-	-	57	19	23	1
Costa Rica	58	10	21	11	-	-	-	-
Panamá (Ázueros)	64	10	21	5	71	8	5	6

*Cifra en paréntesis corresponde a otras no específicas.

Fuente: (8,11,14,17)

En las zonas secas de la región centroamericana se usa leña de pequeñas dimensiones proveniente de bosques secundarios (charrales en Costa Rica, matorrales en El Salvador, guimilares en Guatemala), leña de especies con espinas y aún en sitios de gran escasez, desechos agrícolas tales como cañas y mazorcas de maíz y otros cultivos, que no se reintegran al suelo contribuyendo así a la pérdida de fertilidad y al empobrecimiento de los suelos.

Otro aspecto que cabe destacar es el uso abundante de leña en pequeñas industrias tales como las de fabricación de ladrillos, tejas de barro, en comedores y panaderías en los centros urbanos o para el secado de la sal en las zonas costeras. Estas industrias han contribuido a la formación de un mercado de leña y compiten con los hogares por la adquisición, elevando los costos de estos últimos.

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION FORESTAL EN LAS ZONAS SECAS DE AMERICA CENTRAL

Existen numerosos factores que afectan la producción forestal en las zonas secas de América Central. Sin pretender enumerarlos todos, se pueden agrupar en: climáticos, biológicos, económicos, sociales, culturales y políticos, teniendo en cuenta que están interrelacionados y que su separación es un tanto artificial.

Los factores climáticos son aquéllos que limitan la producción biológica y permiten la separación en formaciones ecológicas. Se deben a fenómenos geográficos y pueden estar modificados por condiciones orográficas locales. Entre éstos se destaca la escasez de precipitación y su distribución; también pueden presentarse fenómenos cíclicos o inesperados tales como sequías prolongadas en algunos años, por ejemplo la sequía que afectó a todo el territorio centroamericano en 1982 y produjo pérdidas notables en las plantaciones realizadas por el Proyecto Leña en ese año.

Entre los factores de orden biológico se pueden mencionar el desconocimiento de especies nativas y exóticas que puedan utilizarse en plantaciones energéticas y de uso múltiple, la falta de información sobre localización de

fuentes seguras de germoplasma para las especies indígenas con mayor potencial, el desconocimiento de las técnicas de manejo de la vegetación natural para aumentar sus rendimientos y asegurar su continuidad y la poca experiencia sobre técnicas de manejo, rotaciones, formas de plantación y posibles combinaciones agroforestales para plantaciones energéticas no solo a nivel de agricultor de escasos recursos sino también en plantaciones industriales.

Los factores económicos se refieren a ciertas condiciones que determinan el uso y la disponibilidad de los recursos boscosos. El bajo nivel de ingresos de la población obliga a utilizar combustibles que puede tomar directamente o que signifique menores desembolsos en dinero y cuyo uso no implique la utilización de medios "sofisticados" de combustión (estufas que demandan altas inversiones iniciales). Este es el caso de la leña que puede comprarse en pequeñas cantidades o puede ser recolectada por la familia y se quema en fogones primitivos como el fuego abierto tradicional.

Existen además otros factores que afectan directamente la disponibilidad; por ejemplo el establecimiento de grandes explotaciones agrícolas con cultivos de agroexportación y ganadería, que no permiten la existencia de masas boscosas en sus terrenos; indirectamente la mecanización y poca utilización de mano de obra contribuye a agravar la crisis económica de las poblaciones marginadas de la actividad productiva, obligándoles a utilizar los pocos recursos boscosos existentes.

La falta de incentivos y créditos para la reforestación y la carencia de datos confiables sobre el rendimiento de las especies en condiciones específicas así como la falta de estudios de comercialización, costos, demanda actual y tendencias de sustitución de combustibles derivados del petróleo en algunas industrias, contribuye a que no exista verdadero interés por el establecimiento de plantaciones y son obstáculos para la definición de políticas a largo plazo. Faltan estudios que midan el impacto social y económico de programas de plantaciones forestales en las zonas secas de la región.

En cuanto a los factores sociales, íntimamente ligados a los factores económicos, la estructura de tenencia de la tierra entre los sectores menos favorecidos, con pequeñas propiedades en terrenos de poca productividad, no les permite la plantación o el mantenimiento de masas boscosas que quitarían espacio a los cultivos de subsistencia. Entre los agricultores sin tierra es común la agricultura migratoria, en tierras de baja productividad, que sin un adecuado período de descanso no restauran la fertilidad ni permiten el crecimiento de vegetación leñosa aprovechable.

La tradición en el uso de la leña, las formas ineficientes de utilización y la falta de acceso a otros combustibles aumentan la presión sobre los ya disminuidos recursos boscosos de las zonas secas; finalmente la falta de unidades demostrativas de producción de árboles asociados a los cultivos tradicionales o el desconocimiento de técnicas tales como los cercos vivos y las cortinas rompevientos, que combinan la protección con la producción de madera y la falta de definición del papel de las comunidades rurales en la producción forestal,

incrementan los problemas de disponibilidad actual y futura de madera para combustible y otros usos.

Los factores culturales están relacionados con la falta de conocimiento de la importancia de la producción sostenida de las masas boscosas. En este campo se nota la carencia de información técnica y económica accesible a los grupos afectados por la disponibilidad de leña sobre técnicas de manejo de bosques naturales, costos y rendimientos de plantaciones forestales, prácticas que hagan un uso racional del sistema de agricultura migratoria, técnicas de establecimiento y manejo de pequeñas plantaciones; igualmente es notable la falta de técnicos forestales capacitados para trabajar con comunidades rurales y con pequeños grupos campesinos o productores individuales. En este sentido hace falta reforzar programas de extensión y educación forestal dirigidos a los sectores rural y más pobres de los centros urbanos.

En el campo político las leyes forestales no siempre están acordes con la realidad nacional y dejan de lado el papel de la producción forestal en fincas pequeñas, con fines energéticos o de uso múltiple; igualmente cuando existen políticas energéticas, están divorciadas de la política forestal a pesar de la alta participación de la leña en el consumo energético de los países centroamericanos.

No se han diseñado incentivos para el establecimiento de plantaciones pequeñas ni existe una política definida para el tratamiento de plantaciones agroforestales.

NECESIDADES DE INVESTIGACION

Al analizar los factores que afectan la producción forestal en las zonas secas es evidente la necesidad de:

- Evaluar el recurso forestal y las posibilidades de uso.
- Probar y evaluar técnicas de manejo de bosques naturales existentes con miras a satisfacer parte de la demanda de leña y otros bienes y servicios, en forma constante y sostenida, incorporándolos a la economía de la zona.
- Probar un mayor número de especies y procedencias (nativas y exóticas) adaptadas a zonas secas, identificando especies de uso múltiple que puedan integrarse a los sistemas de producción de los agricultores.
- Explorar, reconocer y ubicar fuentes seguras de germoplasma para las especies con mayor potencialidad, creando un sistema adecuado de recolección, almacenamiento e intercambio, tanto de material vegetal como de información.
- Ampliar los conocimientos sobre técnicas de producción de plantas, establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones de uso múltiple, incluyendo la producción de energía (leña, carbón, otros), con las especies más conocidas.

- En colaboración con las instituciones agropecuarias de la región y utilizando la información disponible, realizar diagnósticos sobre los sistemas y formas de producción de los agricultores de las zonas secas, identificando el papel de los árboles en las explotaciones agrícolas y las posibilidades de integración de los mismos a los sistemas de producción.
- Identificar y estudiar los sistemas agroforestales utilizados en las zonas secas y probar variantes que aumenten el rendimiento de los mismos.
- Realizar estudios sobre comercialización, demanda y consumo actual y futuro de leña y posibilidades de sustitución del petróleo por combustibles derivados de biomasa, como base para formulación de políticas a mediano y largo plazos.
- Identificar las formas de integración de la producción forestal con programas que buscan elevar la eficiencia de uso de la leña, adaptados a las condiciones reales de los usuarios.
- Ampliar la difusión e intercambio de los conocimientos técnicos y socioeconómicos que actualmente se poseen sobre establecimiento y manejo de plantaciones con fines energéticos para ponerlos al servicio de los técnicos e instituciones nacionales en general y de comunidades y agricultores en particular.
- Estudiar los incentivos forestales actualmente en uso, analizar su aplicabilidad y diseñar, si fuera necesario, incentivos adecuados para plantaciones pequeñas, de uso múltiple y sistemas agroforestales así como las posibilidades de asistencia crediticia especial.
- Evaluar los programas de formación de técnicos forestales y agrícolas de los países, restructurándolos para capacitar a los futuros técnicos para el trabajo con comunidades rurales y agricultores de escasos recursos.

CONCLUSIONES

El área seca de América Central cubre el siete por ciento del territorio, mientras que el 35 por ciento de la estación seca tiene una duración superior a cuatro meses. Esta región cae dentro del área donde el abastecimiento de leña es crítico o muy crítico, por la poca disponibilidad de recursos leñeros.

Factores tales como la poca cantidad de lluvias y su distribución anual, el uso de la tierra, la agricultura migratoria, el desconocimiento de las técnicas de manejo de bosques naturales, la tradición en el uso de leña, la falta de acceso a otros combustibles, las formas poco eficientes del uso de leña, así como otros factores culturales, sociales y políticos han contribuido a agravar la crisis de leña en esta región.

Es necesario ampliar los conocimientos sobre el recurso forestal existente, técnicas de manejo de bosques naturales y plantados, especies y procedencias de gran potencial, así como especies de uso múltiple; analizar los sistemas agroforestales en uso en la región y posibilidades de mejorar sus

rendimientos; realizar diagnósticos sobre los sistemas y formas de producción de los agricultores identificando el papel del componente arbóreo en esos sistemas; realizar estudios de comercialización, demanda actual y futura de leña para formular políticas acordes con la situación; ampliar la difusión de los conocimientos actuales; estudiar y formular incentivos para las actividades de reforestación en pequeña escala y reforzar los programas de técnicas que respondan a estas necesidades.

LITERATURA CITADA

1. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Progreso económico y social en América Latina; integración económica. Washington D.C., 1984. 504 p.
2. COSTA RICA. COMISION DE ENERGIA. Balance Energético Nacional: Resultados parciales. 1976. 16 p.
3. DULIN, P. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 50. 1984. 42 p.
4. DULIN, P. Situación leñera en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 51. 1984. 52 p.
5. ECKHOLM, E. et al. Fuelwood: the energy crisis that won't go away. London, Earthscan, 1984. 107 p.
6. HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en zonas de vida. Traducción del inglés por Humberto Jiménez-Sua. San José, Costa Rica, IICA, 1979. 216 p.
7. JONES, J. y PÉREZ G., A. Diagnóstico socioeconómico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas en Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 83 p.
8. JONES, J. Diagnóstico socioeconómico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas en península de Azuero. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 32. 1982. 83 p.
9. JONES, J. y OTAROLA, A. Diagnóstico socioeconómico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 21. 1981. 69 p.
10. LEMCKERT, A. El uso doméstico de la leña en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 9. 1981. 27 p.
11. MARTINEZ H., H.A. Primeras experiencias en plantaciones para producción de leña en las zonas secas de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1985. 12 p.

12. MARTINEZ H., H.A. El uso de leña en Guatemala: estimación del consumo anual 1960-2000. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1984. 8 + 6 p.
13. MARTINEZ H., H.A. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.
14. MARTINEZ H., H.A. Importancia del componente arbóreo en fincas en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1982. 63 p.
15. MARTINEZ H., H.A., BAUER, J. y JONES, J. Fuelwood in Central America and the Regional Fuelwood and Alternative Energy Sources Project. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 16 p.
16. REICHE, C.E. Abastecimiento y mercado de la leña en América Central; estudio de casos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1985. 27 p.
17. VAN BUREN, A. y PEICHE, C.E. Wood fuel commerce in Nicaragua. London, IIED/CATIE/IRENA, 1984. 244 p.
18. WOTOWIEC, P. y MARTINEZ H., H.A. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala, Informe Preliminar. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 43 + 43 p.
19. ZANOTTI, J.R. Ensayo de seis especies leguminosas forestales para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1983. 72 p.

IMPORTANCIA DEL FACTOR SUELO EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES ENERGETICAS DE TURNO CORTO A NIVEL RURAL

Gonzalo De Las Salas
Consultor Particular
Colombia

RESUMEN

Se describe el suelo como un factor de producción en el rendimiento de cualquier cosecha, el cual suministra de nutrimentos, oxígeno y agua.

Los riesgos asociados con el establecimiento de plantaciones de rápido crecimiento en suelos pobres pueden ser: a) disminución de la resistencia a plagas y enfermedades; b) peligro de alcalinización de los suelos; c) susceptibilidad a la erosión; d) crecimiento pobre debido a limitaciones edáficas severas (p.e. escasa profundidad, fuerte acidez, escasa capacidad de retención de agua, baja fertilidad).

Los incrementos en volumen de especies forestales energéticas establecidas en suelos de baja fertilidad o con limitaciones como las anotadas, pueden ser muy inferiores comparativamente con los de las mismas especies en mejores condiciones edáficas. Un ejemplo de esta situación se presenta con la especie Leucaena leucocephala, cuyo rendimiento en suelos infértiles es de solo la mitad que el registrado normalmente (30-40 m³/ha/año) en suelos con un mejor estatus nutricional.

Un suelo es fértil cuando tiene: a) estructura estable, b) suficiente reserva de nutrimentos y c) suficiente capacidad para retener y liberar agua.

El mantenimiento de la fertilidad del suelo bajo plantaciones energéticas en ámbitos rurales debe ser uno de los objetivos principales de la llamada silvicultura social, si se desea obtener rendimientos compatibles con las necesidades de la población beneficiada, y lograr la credibilidad necesaria para el éxito de tales proyectos.

La información edafológica existente y los resultados de la investigación fitopatológica y silvicultural (p.e. adaptación de especies y procedencias, pruebas de semillas, mejoramiento genético), deben explotarse al máximo para evitar fracasos que cuestan tiempo y dinero.

SUMMARY

This report describes the soil as a production factor in the yield of any crop, providing plants with nutrients, oxygen and water.

The risks associated with the establishment of rapid-growing plantations in poor soils are: a) lowered resistance to pests and diseases; b) the risk of soil alkalization; c) susceptibility to erosion; d) poor growth due to severe soil limitations such as inadequate depth, strong acidity, low water retention capacity and low fertility.

Volume increases of fuelwood species established in soils of low fertility or those having such limitations as those noted above can be very poor compared to the same species in better soil conditions. An example of this situation is the species Leucaena leucocephala which has a yield in infertile soils only half as great as that normally reported (30-40m³/ha/yr) in soils of a higher nutritional value.

A soil is fertile when it has: a) a stable structure; b) a sufficient reserve of nutrients, and c) a sufficient capacity to retain and release water.

Maintenance of soil fertility in fuelwood plantations in rural areas should be one of the main objectives of so-called social forestry if one wishes to obtain yields compatible with the needs of the population and to achieve the credibility necessary to the success of such projects.

Existing information on soils and the results of phytopatnological and silvicultural research (e.g., adaptation of species and strains, seed testing, genetic improvements) should be fully exploited in order to avoid failures which cost time and money.

INTRODUCCION

Las demandas crecientes de madera y más recientemente de leña como combustible en zonas rurales del trópico americano, ha conducido a cambios en el uso de la tierra, concretamente en el establecimiento de plantaciones forestales energéticas. Tales cambios en el uso del suelo deben ser compatibles con sus características y su potencialidad. Sin embargo, este hecho casi nunca se tiene en cuenta en la práctica.

La evaluación de las características del suelo debe identificar los cambios posibles en su uso o manejo, para que tal uso sea capaz de satisfacer las necesidades locales o nacionales. La evaluación debe además identificar las consecuencias de un cambio en el uso del suelo.

Existen dos interrogantes que debe plantearse todo planificador de tierras:

1. Si se ha escogido un uso del suelo de antemano, ¿en dónde practicarlo mejor?
2. Si se tiene un terreno disponible, ¿cómo utilizarlo en la forma más eficiente?

Estas interrogantes dirigen su atención hacia la evaluación de las tierras en general y del suelo en particular.

Las siguientes consideraciones pretenden destacar la importancia del suelo en la selección de sitios para establecer plantaciones energéticas de rápido crecimiento.

EL SUELO COMO FACTOR DE PRODUCCION

Cualquier tipo de vegetación o cosecha obtiene del suelo su suplemento necesario de agua, nutrientes y oxígeno, así como soporte físico. A la vez, la vegetación influye sobre el suelo a través del aporte de hojarasca y su posterior descomposición. La meta del manejo de plantaciones forestales es la producción de madera con base en un rendimiento sostenido, sin detrimento de la productividad del suelo.

Las interrelaciones más importantes existentes entre el suelo y la vegetación se representan en la Figura 1.

La productividad del sitio para árboles depende solo parcialmente del suelo. Algunas propiedades edáficas merecen mención en este sentido. El contenido de la fracción arcilla en suelos arenosos por ejemplo, tiene un valor importante en la calidad del sitio forestal, ya que es esta fracción coloidal la que posee capacidad de intercambio catiónico. Siendo iguales otros factores, la calidad de sitio de suelos arenosos aumenta en proporción del material inferior a 0,2 mm. La presencia de horizontes que contengan materiales de textura fina en el subsuelo, puede compensarse por materiales de textura gruesa en los horizontes superiores. Otros autores han informado que la regeneración y crecimiento del

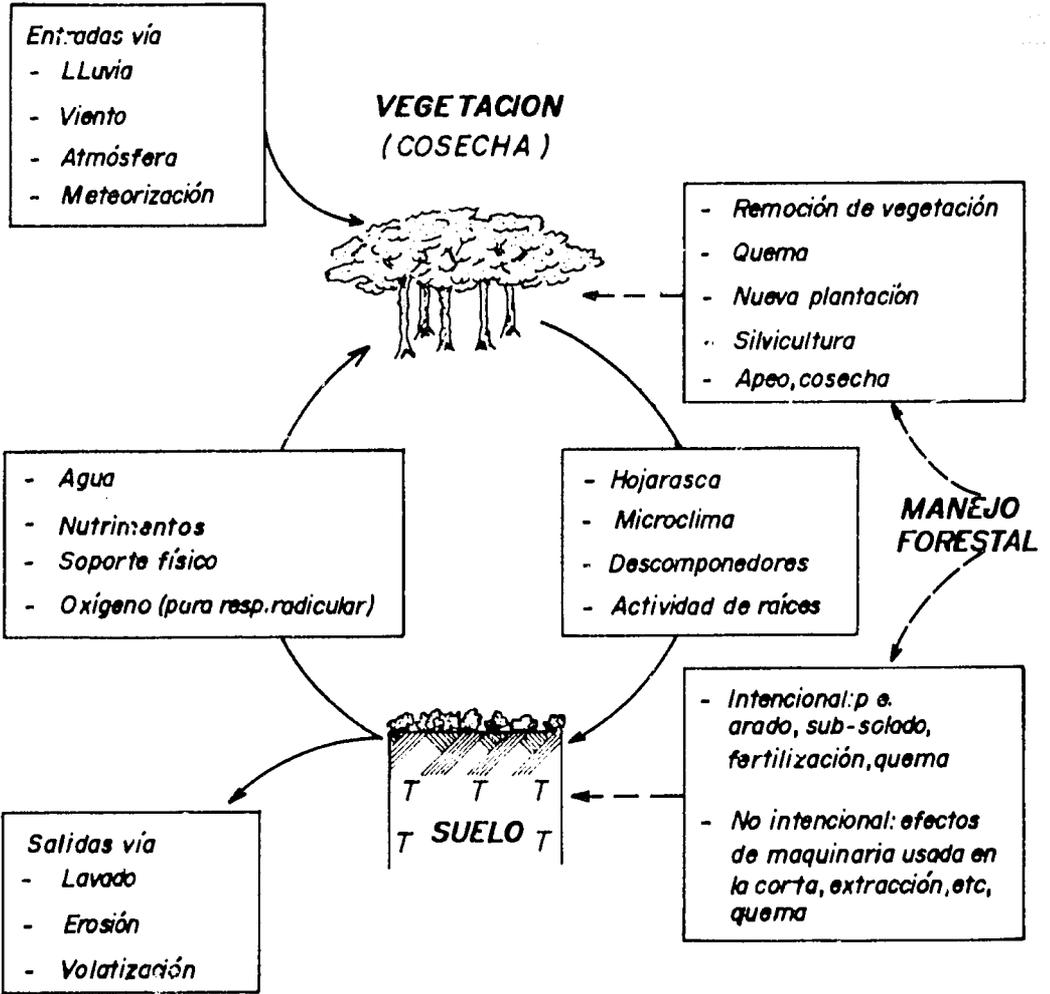


Fig 1. Interacciones entre el suelo y la vegetación en un ecosistema vegetal (Según Lundgren, 1978)

pino ponderosa reportado sobre suelos profundos de ceniza volcánica en el suroeste de los EE.UU. es comunmente pobre (6). Sin embargo, los suelos subyacentes de ceniza, arcillosos o francos, producen buen crecimiento una vez que las raíces han logrado los horizontes de textura más pesada. Suelos arcillosos muy pesados, también pueden inhibir la regeneración y el subsecuente crecimiento de los árboles. En regiones áridas y semiáridas los suelos de textura fina, son apropiados para pasto, mientras que suelos arenosos favorecen el crecimiento de los árboles. Las condiciones más favorables para el crecimiento de los árboles en suelos arenosos en regiones secas, parecen estar asociados con humedad disponible.

FACTORES LIMITANTES PARA LA REFORESTACION EN SUELOS DE LADERA

Retención de humedad

La capacidad de un sitio para producir madera, depende fundamentalmente de que pueda suplir el agua necesaria. Generalmente la capacidad de almacenamiento de agua de los andosoles es mayor debido en parte a su buena profundidad. No sucede lo mismo con los suelos desarrollados de arenisca, cuya profundidad no es suficiente para un almacenamiento de agua satisfactorio. El agua disponible no probado ser hasta ahora el factor más importante para el crecimiento de muchas especies forestales, evidenciado por varios autores (1, 2, 6, 7, 9, 10).

Drenaje interno

El drenaje interno en el suelo depende de la textura y de la pendiente, ya que algunos suelos con drenaje malo pueden compensar esta deficiencia con un drenaje lateral. Esta característica edáfica es muy importante en la selección de sitios para reforestar. Afortunadamente los suelos andosoles de las cordilleras son bien drenados, aunque pueden existir excepciones. En terrenos utilizados intensivamente para ganadería y luego abandonados, el drenaje interno puede estar impedido en los primeros cinco a diez centímetros. Antes de plantar se requiere preparar el suelo.

Profundidad efectiva

El volumen de suelo disponible para las raíces dado por la profundidad efectiva, influye en el crecimiento del árbol hasta el punto de que puede afectar el suministro de nutrimentos y humedad, el desarrollo adecuado de raíces y su soporte contra el viento.

La profundidad del suelo define el espacio de crecimiento de las raíces sobre capas impermeables y otros horizontes de baja permeabilidad. En suelos bien drenados, la profundidad efectiva puede tomarse con cierta precisión como un parámetro para predecir tendencias de crecimiento. Con especies de raíces superficiales como ciprés, la profundidad no puede tomarse en cuenta como factor de crecimiento. El fenómeno de volcamiento de los árboles de esta especie, en muchos sitios de los Andes Colombianos con profundidad aceptable, no ha podido ser explicado satisfactoriamente.

Nutrientes

Los suelos de ladera del trópico generalmente, han sido expuestos a una erosión continua durante muchos años, en parte debido a su uso inadecuado. Por lo tanto, su baja fertilidad se debe a la pérdida del horizonte orgánico mineral. Recientemente se ha comprobado que la baja fertilidad de algunos suelos antiguos en las cordilleras colombianas y probablemente venezolanas, se debe también a una fuerte meteorización de su material parental durante el último levantamiento tectónico (3). En suelos disturbados generalmente las deficiencias nutricionales no son comunes debido en gran parte a la naturaleza de la recirculación de nutrientes y a la aparente capacidad de las raíces micorrizales de extraer nutrientes disponibles, especialmente nitrógeno y fósforo. Este último se encuentra en proporciones altas como P-orgánico (entre 25 y 75 por ciento) (2). La pérdida de la capa orgánica del suelo se lleva consigo importantes cantidades de P indispensables para el crecimiento de la planta. Esta pérdida está asociada también con el descenso del nivel del nitrógeno en la materia orgánica. Este elemento ha probado ser el más importante en la nutrición forestal de los trópicos y subtrópicos (11); sin embargo, las mejores respuestas a la fertilización con nitrógeno en coníferas se han obtenido conjuntamente con la aplicación de fósforo.

Otros factores

Existen otros factores (fisiográficos y edáficos) que solos o combinados influyen en la calidad del sitio para plantaciones forestales de rápido crecimiento a nivel rural. Estos son: textura, aeración, nivel de la capa freática, contenido de piedras y pendiente. Estos factores califican como determinantes de una condición de sitio, según la zona seleccionada para plantar.

El Cuadro 1 ilustra los rendimientos de especies forestales energéticas en diferentes condiciones edáficas del trópico. Se observa que la textura, el nivel de fertilidad y el contenido de humedad, pueden causar grandes diferencias en el rendimiento de las plantaciones.

En las cordilleras andinas la pendiente juega un papel importante en el establecimiento y manejo de plantaciones debido a que puede originar una escorrentía superficial excesiva acompañada de pérdidas apreciables de materia orgánica y nutrientes.

RIESGOS ASOCIADOS AL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES EN SUELOS POBRES

Los riesgos asociados con el establecimiento de plantaciones en suelos marginales pueden ser:

- disminución y resistencia a plagas y enfermedades
- peligro de alcalinización de los suelos
- susceptibilidad a la erosión
- crecimiento pobre debido a limitaciones edáficas severas (p.e. escasa profundidad efectiva, fuerte acidez, escasa capacidad de retención de agua, baja fertilidad, toxicidad por sales o aluminio)

Las especies forestales plantadas en suelos pobres deben producir suficiente hojarasca para compensar la falta de materia orgánica del suelo. Este es un aspecto que se olvida a menudo en proyectos de plantaciones energéticas y es de particular importancia. Los suelos de ladera generalmente han sido intensamente utilizados en ganadería o cultivos y su materia orgánica se ha perdido en grandes proporciones; cuando se emprenden programas de repoblación forestal, debe invertirse mucho dinero en el mejoramiento del suelo para lograr crecimientos aceptables. Estas erogaciones casi nunca están contempladas en los programas de desarrollo rural. Un análisis de las características del suelo ahorrará tiempo y dinero. Tal análisis puede concentrarse en las siguientes

Cuadro 1. Rendimiento estimado de especies forestales energéticas en condiciones edáficas diferentes

Especie	Lugar	Suelos	Rendimientos (m ³ /ha/año)
<i>Calliandra calothyrsus</i> *	Java	pesados, arcillosos poco aerados	35-65
<i>Acacia auriculiformis</i> *	Malaysia	Oxisoles, pesados, bien aerados	17-20 a los 12 años
	Bengala	Superficiales	5 a los 15 años
	Occidental		
<i>Gliricidia sepium</i>	Colombia	moderadamente profundos en terrazas y vegas (Fluents)	10-15 a los 8 años
<i>Gmelina arborea</i>	Jari, Brasil	Ultisoles bien drenados	10-12 no reportados
	Tumaco, Colombia	colinas bajas deficientemente drenados	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Alto Magdalena, Colombia	arcillosos, finos con cantos alterados o esqueléticos arcillosos	12-15 a los 9 años
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	tierras bajas, Colombia Brasil	Oxisoles, inceptisoles, bien drenados	25-30 a los 10 años
<i>Prosopis juliflora</i>	tierras bajas, Colombia Venezuela	suelos con régimen de humedad arídica, arenosos o francos	10-12 (estimados)
<i>Simaruba glauca</i>	tierras bajas y de mediana altitud del trópico americano	suelos esqueléticos pedregosos (Orthents)	no reportados

*National Academy of Sciences (1980)

características: contenido de materia orgánica, aeración, nivel de nutrientes, pH, textura, profundidad efectiva, susceptibilidad a la erosión y drenaje entre las principales.

Mantenimiento de la fertilidad del suelo bajo plantaciones

Un suelo es fértil cuando tiene: a) estructura estable, b) suficiente reserva de nutrientes y c) suficiente capacidad de retener y liberar agua. Estas tres condiciones deben tenerse muy en cuenta al establecer plantaciones de rápido crecimiento.

Una estructura estable (granular, blocosa o migajosa) disminuye el riesgo de erosión sobre todo en el horizonte superior. Este efecto benéfico se ve aumentado por la presencia de materia orgánica incorporado al horizonte orgánico-mineral (un contenido entre dos y cuatro por ciento se considera aceptable).

La reserva de nutrientes depende de la clase de arcilla y del contenido de materia orgánica del suelo. Ambos son coloides, mineral y orgánico respectivamente, constitutivos de la fertilidad natural del suelo y como tales poseen la propiedad de intercambiar iones (cationes o nutrientes) para ponerlos a disposición de las plantas. Esta propiedad se conoce en química de suelos, como capacidad de intercambio catiónico (CIC) y constituye un valioso indicador de la fertilidad de un suelo. Dependiendo del tipo de arcilla, un suelo puede calificarse como fértil o infértil. Los suelos muy antiguos (generalmente conocidos como latosoles o oxisoles) contienen solo arcilla del tipo de la caolinita y han sufrido una intensa meteorización; poseen por lo tanto, una baja fertilidad. Los óxidos de hierro y titanio son también indicadores de suelos pobres. Minerales de arcilla como montmorillonita y vermiculita ostentan altas tasas de CIC y comunican su alta fertilidad a los suelos. Los suelos derivados de ceniza volcánica contienen generalmente feldespatos, micas, anfíboles y piroxenos, los cuales poseen una reserva mineral (K^+ , Ca^{++} , Fe^{+++} , Mg^{++}) apreciable. Para juzgar la fertilidad natural de los suelos se utiliza la CIC; valores de CIC inferiores a 5 meq/100 g revelan una fertilidad muy baja y mayores a 25 meq/100 g, alta. El análisis mineralógico de limos y arenas es un complemento esencial en la caracterización de la fertilidad de los suelos.

La fertilidad natural del suelo puede reducirse debido a pérdidas de nutrientes por lavado, extracción de los mismos por la cosecha, y el arrastre de la capa orgánico-mineral por erosión. Este último caso se presenta frecuentemente en los suelos de ladera. Generalmente la infertilidad de los suelos del trópico húmedo se caracteriza porque la reserva de nutrientes es menor que la almacenada en la vegetación; de ahí, el efecto detrimental que causa la deforestación a tala rasa.

Utilidad de los análisis de suelos

Los servicios de asistencia técnica deben incluir el análisis del suelo no solamente en terrenos destinados a cultivos, sino a plantaciones forestales que satisfacen necesidades sociales (leña, construcciones rurales, alimento, forraje, control de erosión, etc.). Debe contarse con datos confiables sobre la caracterización de suelos, el monitoreo de nutrientes en las primeras etapas de la plantación, la necesidad de correctivos, (p.e. cal) con base en el valor pH y el porcentaje de agua aprovechable del suelo por la planta en el espacio capilar.

Estos datos son particularmente útiles en el establecimiento y manejo de plantaciones a nivel de finca.

Los suelos deforestados, en donde generalmente se establecen los programas de plantaciones energéticas se encuentran a menudo deteriorados en sus características físicas, debido a la práctica de la ganadería extensiva o a la agricultura de roza-tumba y quema. Extensas zonas de ladera no ofrecen ya una alternativa estable de producción agrícola a causa de un excesivo uso del suelo por la población que demanda mayor cantidad de alimentos. Un caso típico se encuentra en la Sierra Peruana, en donde los rocotereros (cultivadores del ají), han utilizado por años prácticas inadecuadas de uso del suelo hasta su total deterioro. Sobre estos suelos no debe esperarse rendimientos espectaculares de plantaciones energéticas a pesar de su rusticidad. Incrementos promedio en volumen (biomasa total) sobre suelos oxisoles y ultisoles entre 10 y 15 m³/ha/año, para *Leucaena leucocephala* han sido estimados por varios autores (8), siendo su rendimiento promedio en mejores condiciones, entre 30 y 40 m³/ha/año (5) (Cuadro 1).

La evaluación de los análisis de suelos junto con la investigación silvicultural (adaptación de especies, mejoramiento genético, pruebas de semillas, etc) deben jugar un papel importante en la selección de sitios para repoblación en ambientes rurales.

La utilidad de un banco de datos sobre las características físico-químicas del suelo se refleja en la siguientes ventajas:

- Utilización inmediata de la información existente
- Comparación del crecimiento de las especies en suelos similares
- Selección de los mejores sitios o de los menos marginales
- Ahorro de costos por fallas totales de los arbolitos en suelos con severas limitaciones

LITERATURA CITADA

1. CHRISTEN, H., von. Aspectos edafológicos sobre el manejo de las plantaciones de coníferas en las cordilleras colombianas. 1978. 32 p. (manuscrito no publicado).
2. FASSBENDER, H. W. Química de suelos; con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Serie de Libros y Materiales Educativos No.24. 1975. 271 p.
3. FASSBENDER, H. W. et. al. Estudios edafológicos en las plantaciones de *Pinus caribaea* en el oriente de Venezuela I: Requerimientos hidrológicos. S.L., s.e. 1977. 11 + 6 p. (mimeogr.).
4. FOELSTER, H. y CHRISTEN H. von. The influence of quaternary uplift on the altitude zonation on mountain soils on diabase and volcanic ash in humid parts of the Colombian Andes. *Catena* (2): 33-63. 1977.

5. LUNGGREN, B. Soil conditions and nutrient cycling under natural and plantation forest in Tanzanian Highlands. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences. Dept. of Forest Soils. Reports in Forest Ecology and Forest Soils No.31. 1978. 420 p.
6. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Firewood crops; shrub and tree species for energy production. Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980. 273 P.
7. PRITCHET, W.L. Properties and management of forest soils. New York, Wiley & Sons, 1979. 500 p.
8. SALAS G., DE LAS. State of some agroforestry case studies in Colombia; a final report. Stockholm, Sweden. International Federation of Institutes for Advanced Study, 1981. 52 p.
9. SALAS G., DE LAS y BUNGCAM, G. Estudio detallado de los suelos y uso potencial de las fincas La Unión y La Gloria. Monterrubio, Magdalena, 1981. 33 p. (Informe no publicado).
10. SLAGER, S. y SCHULZ, P. A study of the suitability of some soils in northern Surinam for Pinus caribaea var. hondurensis. Netherland Journal of Agricultural Science 17:92-93. 1969.
11. VINCENT, L.W. Site-classification for young Caribbean Pine (Pinus caribaea) var. hondurensis in Grasslands Venezuela. Thesis Ph. D. Knoxville, University of Tennessee, 1978. 149 p.
12. WARING, H.D. The role of nitrogen in the maintenance of productivity in conifer plantations. Comm. For. Rev. 48: 226-237. 1969.

**PROGRAMA DE ENERGIA DE LA OEA EN GUATEMALA,
HONDURAS Y EL SALVADOR**

Carlos A. Domínguez
OEA
Guatemala

RESUMEN

El Programa de Energía de la Organización de Estados Americanos (OEA) nace con el nombre de "Proyecto Plurinacional de Producción de Energía y Alimentos en el Istmo Centroamericano", en el bienio 1982-1983. En un principio abarcó Panamá, Costa Rica y Nicaragua con la cooperación técnico-financiera del gobierno de Francia. Posteriormente continuó en Honduras, Guatemala y El Salvador con fondos propios ; de la Agencia Internacional de Desarrollo (AID).

Este documento presenta las actividades de desarrollo de los tres últimos países, donde se lleva a cabo estudios sobre biomasa vegetal.

En Guatemala se está realizando un estudio sobre mercadeo de la leña en la zona oriental. Además, se ha evaluado la disponibilidad de energía solar en la zona, y finalmente se piensa estudiar el bosque energético desde una óptica integrada.

En El Salvador se efectúan estudios en áreas donde hay escasez aguda de leña. El estudio cubre 300 km² en una zona árida al occidente del país. Asimismo se está evaluando las posibilidades del bagazo de caña como energético.

En Honduras se está desarrollando la fase piloto de un programa nacional de gasificación, el cual emplea desechos de madera.

La búsqueda de energéticos implica factores demográficos, sociales, económicos, agrícolas, forestales, ecológicos, que no pueden ser analizados en forma independiente, sino más bien con una visión de conjunto, por lo que es necesaria la participación activa de todos los entes públicos y privados involucrados.

La formulación de políticas que contemplen objetivos, estrategias, programas y proyectos, es básica si se quiere alcanzar el bienestar de la población consumidora de leña, objetivo fundamental de cualquier programa energético.

SUMMARY

The Energy Program of the Organization of American States (OAS) has been given the name "Multinational Project for the Production of Energy and Food in the Central American Isthmus" in the two-year period of 1982-83. At first it included Panamá, Costa Rica and Nicaragua with the technical and financial cooperation of the government of France. It then continued in Honduras, Guatemala and El Salvador through the use of their own funds and those of the Agency for International Development (AID).

This report addresses development activities in the latter three countries where studies on vegetable biomass have been initiated.

In Guatemala a study is being carried out on the marketing of firewood in the eastern part of the country. Moreover, the availability of solar energy in this region has been evaluated, and finally integrated studies of fuelwood forests are being considered.

In El Salvador studies are being carried out in those areas with an acute shortage of firewood. The study covers 300 km² in an arid zone in the western part of the country. Likewise, the possibility of using cane bagasse as fuel is being evaluated.

In Honduras the pilot phase of a national gasification program using wood residue is being developed.

The quest for energy sources involves demographic, social, economic, agricultural, silvicultural and ecological factors that cannot be analyzed independently, but only from a unified perspective. Thus, the active participation of all the involved public and private entities is necessary.

The formulation of policies that embrace objectives, programs and projects is basic to achieving the well-being of the firewood consuming population, a fundamental objective of any energy program.

ANTECEDENTES

El "Proyecto Multiplurinacional de Producción de Energía y Alimentos en el Istmo Centroamericano" fue establecido con presupuesto de la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA) en el período 1981-1983, como un mecanismo para la ejecución de las orientaciones y mandatos generados en los cuerpos gobernantes de la Organización en la Resolución de Barbados en 1979, en el Programa Interamericano de Desarrollo Energético y en el Marco de Acción para la década de los 80, entre otros.

Como producto de su acción en el bienio 1984-1985 el Proyecto ha identificado y formulado a nivel preliminar un conjunto de propuestas, una por país participante, para la producción de energía no convencional, que atiendan las necesidades de áreas geográficas y/o sectores económicos, cuya situación o perspectiva energética ya han sido calificadas como críticas, y hayan sido seleccionadas por los respectivos gobiernos.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

La Secretaría General ha establecido este Proyecto con el fin de ofrecer a los gobiernos del Istmo y a sus mecanismos regionales, servicios de cooperación técnica y asesoramiento para el análisis de la situación y perspectivas energéticas y para formular proyectos de desarrollo energético específicos de interés regional en el marco del desarrollo integral, con especial atención a los posibles efectos de complementariedad, compatibilidad y/o conflictos que estos puedan tener con la producción de alimentos, entendido esto último como la actividad económica básica de las economías de los países del istmo. Además, se consideró incluir los siguientes objetivos específicos, los cuales se discutieron con los países involucrados:

- a. Analizar y formular proyectos en el área de consumo, ahorro y sustitución de energía en los sectores forestal y producción de alimentos.
- b. Ejecutar proyectos de fuentes no convencionales de energía, en especial aquéllos de características replicables.
- c. Mecanismos para la identificación, diseño y operación de programas de masificación de tecnologías energéticas no convencionales. El proyecto desarrollará actividades de dimensión multinacional en materia de adiestramiento, seminarios técnicos y eventualmente, provisión de equipos demostrativos de nuevas tecnologías dependiendo de los aportes que se reciban de terceras fuentes.

METODOLOGIA

Se trató en lo posible seguir en cada país el mismo esquema metodológico, con los siguientes puntos de estudio: selección del área, demanda de energía, disponibilidad de recursos energéticos, alternativas tecnológicas, formulación de proyectos, análisis de replicabilidad, definición de programas regionales de utilización de energías nuevas y renovables, síntesis regional de los estudios nacionales.

PROGRAMAS EN GUATEMALA

Selección del área

Para el estudio fueron seleccionados los departamentos de El Progreso, Zacapa y Chiquimula, con una extensión total de 6 988 km² y una población aproximada de 455 279 habitantes en 1980. La región cuenta con una infraestructura vial buena, que conecta con principales centros urbanos, también existen recursos energéticos, algunos no aprovechados. Los tres departamentos se encuentran localizados en la zona semi-árida de Guatemala, que es objeto de atención prioritaria por el gobierno. La zona posee, especialmente en El Progreso, varias industrias grandes (cementera y fábrica de celulosa) en la que los consumos de energía tanto derivados de petróleo como de madera son apreciables.

La situación socioeconómica de la zona es de un nivel muy bajo especialmente en las áreas rurales, donde el acceso a los servicios básicos (agua, salud, electricidad, vivienda) es reducido.

Situación energética

La zona se caracteriza por las siguientes condiciones energéticas:

- a. Acentuada escasez de leña tanto para el consumo doméstico como industrial, la cual se agrava con la puesta en marcha a finales de 1984 de una fábrica de celulosa (CELGUSA), que consume anualmente más de medio millón de metros cúbicos de madera.
- b. Existen oportunidades buenas para el ahorro y sustitución de energía en el sector industrial.
- c. Se puede ampliar el uso de energía solar para el secado de granos básicos, minerales no metálicos y para el calentamiento de agua en hospitales, escuelas y centros de salud.
- d. La zona posee facilidades para el establecimiento de proyectos de minicentrales hidroeléctricas, y gran potencial eólico; ambas posibilidades deben analizarse.
- e. Finalmente, el establecimiento de grandes obras de riego aumentó la escasez de leña, por la desaparición de bosques secundarios naturales haciendo que los desechos agrícolas, la leña y el carbón se hayan convertido en productos comerciales, sin ningún control, por lo que se hace necesario un estudio de comercialización de estos productos. Cabe destacar que la zona ha sido objeto de proyectos pilotos de investigación de bosques energéticos a través del Proyecto Leña de INAFOR-CATIE/ROCAP.

Estudios recomendados

Después de estudios de campo y del análisis entre diversas instituciones se determinó realizar los siguientes estudios:

Estudio del mercado de leña

El estudio se enmarca dentro del Programa Nacional de Bosques Energéticos, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Instituto Nacional Forestal y otras instituciones. Pretende determinar el consumo de leña en la zona, tanto doméstico (rural y urbano) como industrial (caleras, ladrilleras, trapiches, etc.); identificar el rendimiento de los aparatos usados actualmente; e investigar sobre la leña no comercial y comercial. Se estudiarán los canales de comercialización de la leña, sus orígenes y destinos, los productores, intermediarios, y consumidores finales, los precios reales y sociales, las posibles importaciones y exportaciones de leña en la zona, la oferta actual de leña, y sus fuentes de aprovechamiento, tales como la leña proveniente del bosque natural, aserraderos, o proyectos de reforestación.

Se hará un análisis de las políticas forestales y energéticas y se darán recomendaciones que tiendan a adecuar las legislaciones actuales a un mejor manejo administrativo de la leña tomada como producto comercial.

Se determinará la ubicación de los bosques energéticos. Finalmente el estudio efectuará simulaciones de diferentes escenarios de desarrollo de la leña en la zona, con sus implicaciones en la economía, tanto de la región como del país, y dará las recomendaciones pertinentes a cada una de ellas.

Bosque energético de leña para consumo doméstico e industrial

Se estudiará el mejor sistema organizativo social que permita establecer, manejar y administrar los bosques energéticos, haciendo que el usuario participe.

Se estudiará los incentivos fiscales necesarios para que las pequeñas y medianas industrias sean motivadas a establecer sus propias plantaciones. De igual manera estos incentivos deberán aplicarse a los agricultores independientes, con el fin de que también ellos se interesen por reforestar.

Se estudiará cuales instituciones tendrán a su cargo este proyecto, así como las necesidades físicas y técnicas.

Se hará un estudio de prefactibilidad para el diseño y plantación de bosques-pilotos energéticos, seleccionando áreas y comunidades, también se estudiará el manejo comercial de los bosques y el precio de la leña en comparación con otros combustibles alternativos.

Evaluación preliminar del potencial de energía solar en la zona oriental

Los siguientes perfiles de proyectos fueron sugeridos por un consultor en energía solar y el grupo nacional responsable:

- a. Calibración de equipos de medición de radiación solar
- b. Evaluación de la energía solar disponible en Guatemala
- c. Mejoramiento del secado de yuquilla (almidón de yuca) con energía solar
- d. Calentamiento de agua para duchas en el Hospital Zacapa
- e. Sistema de bombeo solar para irrigación
- f. Sistema de bombeo eólico para irrigación
- g. Suministro de agua para la aldea de Pushapa
- h. Suministro de agua para la aldea de El Potrero
- i. Iluminación de dos escuelas rurales por medio de energía solar

PROGRAMAS EN HONDURAS

En Honduras el Programa comienza en el bienio de 1982-1983, dentro de un Proyecto de Desarrollo Rural Integrado que UEA tenía en los departamentos de La Paz e Intibuca.

Como resultado de estas actividades, se comenzó en abril de 1985 la fase-piloto de un Programa Nacional de Gasificación, utilizando desechos del bosque y de los aserraderos, así como desechos agrícolas en general.

El Programa tiene como contraparte nacional al Consejo Superior de Planificación Económica (CONSUPLANE), que es el organismo rector de la energía en el país.

Descripción

El Proyecto estudiará la tecnología de la gasificación para el aprovechamiento de los desechos provenientes del maderero y aserrio en particular, y de la biomasa forestal en general.

En la primera etapa se determinará la disponibilidad de recursos, posteriormente se procederá a detectar los usuarios potenciales de esta tecnología, y luego se determinará la ubicación de los equipos pilotos de gasificación; se evaluará el funcionamiento y operación de esos equipos en la conversión de biomasa forestal y/o carbón vegetal en una forma energética más eficiente. Al mismo tiempo, se evaluará la utilización de esa nueva forma energética en motores de combustión interna y en generación de calor. Paralelamente, se formará y capacitará personal en la construcción, instalación y operación de gasificadores.

Actividades

- a. Evaluación de zonas forestales del país:
 - Areas de zonas boscosas, tipos de bosques
 - Ubicación
 - Infraestructura vial
- b. Estimación de residuos forestales:
 - Cantidad de madera
 - Cantidad de residuos en el bosque y sitios de corta
 - Estado actual de los aserraderos
- c. Determinación de usuarios potenciales:
 - Aserraderos
 - Comunidades o pueblos (electricidad, iluminación, etc)
 - Usuarios agrícolas (riego, desgrane de maíz, etc)
 - Usuarios agroindustriales
 - Usuarios de la pequeña industria
- d. Organización institucional para la fase piloto:
 - Instituciones involucradas en el sector forestal
 - Determinación de los organismos ejecutores
 - Formación de un equipo técnico inter-institucional
- e. Selección de usuarios para los proyectos pilotos:
 - Determinación de los criterios de selección
 - Elaboración de los perfiles de cada uno de los proyectos piloto
 - Elaboración de estudios de prefactibilidad de los proyectos piloto
- f. Gestiones para la búsqueda del financiamiento de los proyectos piloto:
 - Análisis de las guías de procedimientos de las agencias internacionales de financiamiento
 - Selección de las posibles agencias financieras
 - Experiencias similares en otros países

g. Instalación de gasificadores piloto:

- Construcción
- Instalación
- Puesta en operación

h. Evaluación de la fase piloto:

- Recolección de datos en la fase experimental
- Análisis de la operación y funcionamiento de los gasificadores
- Análisis económico-financiero

Informe de resultados

Capacitación del personal y elaboración de un documento sobre las perspectivas de utilización de gasificadores en Honduras.

PROGRAMAS EN EL SALVADOR

En El Salvador, el Proyecto inició labores en el mes de setiembre de 1984. La contraparte nacional es la Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL), institución rectora de energía en el país.

Selección del área

Luego de una serie de análisis con el personal técnico de CEL y de otras instituciones del gobierno, se acordó seleccionar como área de trabajo la zona occidental del país y los departamentos de La Libertad y San Salvador. La zona total tenía un área de 7 000 km² y una población de 2,5 millones de habitantes en 1982.

Como resultados de la gira de campo la misión determinó las líneas de acción del Programa de Energía de la OEA, y seleccionó como zona de estudio el municipio de Ahuachapán que tiene una extensión de 300 km².

Situación energética

La zona está situada en región seca con poca precipitación y acentuada deforestación, por efecto del consumo de leña por la población rural y urbana. Se definió la leña como principal energético de la zona, por tanto era necesario encaminar los esfuerzos a desarrollar una metodología que permitiera tener una visión más clara de la situación y sus posibles soluciones.

Estudios recomendados

Tomando en consideración lo anterior y luego de un análisis de la situación existente en la zona se recomendaron los siguientes estudios:

- a. Recolectar información para definir la naturaleza de la problemática de leña sobre producción, comercialización y consumo.
- b. Identificar problemas específicos y buscar soluciones. Presentar las soluciones en forma de estudios de prefactibilidad, y determinar cuales pueden ser financiados por fuentes externas.
- c. Establecer proyectos piloto para la ejecución de los proyectos recomendados. Estos proyectos deben formar la base para políticas y programas nacionales. Cabe señalar que este objetivo es a largo plazo.
- d. Extraer del trabajo el sistema metodológico para aplicar en otras unidades de trabajo.
- e. Establecer la base metodológica para precisar el problema nacional de leña.

Descripción del sistema de comercialización de leña, postes y carbón vegetal

El sistema de mercadeo de leña puede tener una fuerte influencia en el interés de los productores actuales y potenciales para plantar más árboles, lo que a su vez, incrementaría dicha producción y daría más estabilidad en los precios.

El concepto de comercialización tiene gran importancia para lograr un incremento en la disponibilidad de leña. Al respecto hay que destacar tres aspectos importantes: la información, la base metodológica y la promoción.

1. Aspecto informativo en estos momentos existen datos sobre cómo funciona el sistema de mercadeo de la leña y otros productos rústicos de madera. Un análisis del sistema puede indicar obstáculos.
2. La base metodológica indica que las fuentes de leña están muy dispersas, y son tan poco conocidas que ni siquiera existen elementos de juicio para diseñar metodologías apropiadas. Un estudio ofrecerá indicios sobre las metodologías más adecuadas.
3. En lo que se refiere a promoción, hasta ahora las actividades dirigidas a promover la plantación de árboles se concentran exclusivamente en la leña, pero este recurso es tan poco atractivo económicamente que resulta difícil incentivar al pequeño agricultor o al comerciante. Hay una gama de otros productos de madera de más alto valor, como postes, madera para construcción, muebles y mangos de herramientas, entre otros. Una apreciación del valor potencial de la madera puede lograr más éxito incrementando la plantación de árboles.

Aprovechamiento energético del bagazo de caña

En El Salvador funcionan nueve ingenios productores de azúcar. La mayoría utiliza como combustible una parte del bagazo de caña, y queda un sobrante considerable. Los usos de dicho sobrante son: alimento para ganado, fabricación de aglomerados para la construcción, y combustible para la elaboración de alcohol. Sin embargo, siempre queda un excedente.

El proyecto pretende evaluar la posibilidad de utilizar el bagazo sobrante. Usualmente la humedad del bagazo es de un 48 por ciento. Según datos recogidos en la Central Izalco, uno de los ingenios más grandes del país, se estima que hay entre 200 y 300 tm diarias de bagazo sobrante (más de 45 000 tm de excedente al año). Luego de utilizar el bagazo necesario para el ingenio, se vende de 1500 a 2000 tm para forraje, y se estima que queda un sobrante mínimo de 1500 tm para otros usos. Anteriormente el ingenio Izalco utilizaba el bagazo para generar electricidad y venderla a la red nacional. Sin embargo, debido a la inestabilidad actual de la red, el ingenio dejó esta actividad.

El ingenio busca activamente otros usos para el bagazo. Uno de ellos es mezclar el bagazo con melaza y producir forraje especializado, de acuerdo con las especificaciones de los compradores. También se contrató a la California Pellet Mill Company para un estudio de briquetas; y además, se consideró la realización de un estudio de pirólisis para producir carbón vegetal o fabricar tableros para la construcción (Fibrex), como lo está haciendo el Ingenio San Francisco, aunque esta opción no resulte viable para el Ingenio Izalco debido a que la fibra procesada es demasiado corta, por lo que tampoco se podría producir pulpa para papel.

Se consideró la posibilidad de producir electricidad para utilizarla en un proceso industrial en la producción de cloro por hidrólisis, pero resultó antieconómico. Según los técnicos del ingenio, el uso del bagazo tiene las siguientes prioridades: a) producción de electricidad; b) alimento para ganado y c) producción de briquetas.

INAZUCAR ha estudiado las posibilidades de usar el exceso de bagazo de los nueve ingenios y confirmó que existe una buena oportunidad económica. De acuerdo con INAZUCAR, las diferentes posibilidades pueden calificarse así:

Usos con buena posibilidad

- Electricidad para la red
- Forraje especializado
- Briquetas (leña)
- Gas pobre

Usos con poca posibilidad

- Fosfora (producto químico)
- Pulpa para papel
- Tableros (considera que el Ingenio San Francisco satisface más o menos el mercado doméstico)
- Electricidad para procesos industriales

COMPORTAMIENTO DE ESPECIES ARBOREAS PARA LEÑA EN AMBIENTES CONTRASTANTES DE PANAMA

Blas F. Morán,
Jorge L. Jonás
RENARE
Panamá

RESUMEN

Se estudia el comportamiento de distintas especies arbóreas en relación con las características de suelo y clima.

Se comparan los atributos de suelo y clima requeridos por las distintas especies en su lugar de origen, con los suelos y climas de tres localidades distintas en Panamá. Los sitios son: Las Cabras, con un medio favorable; Río Hato, ambiente intermedio y Chumical con un medio desfavorable. Esta clasificación se basó en aspectos como disponibilidad y distribución de lluvias y presencia de macronutrientes.

Las principales especies evaluadas fueron: Eucalyptus camaldulensis, Acacia mangium y Caesalpinia velutina.

Las especies que mostraron mejor desarrollo y crecimiento fueron: E. camaldulensis, en el medio ambiente favorable; A. mangium en el intermedio y E. camaldulensis en el medio desfavorable, aunque aquí su desarrollo fue inferior que en los otros dos sitios.

Los resultados preliminares de este trabajo indican que los factores que más influencia pueden haber tenido en el desarrollo de estas especies son: fertilidad, pH, cantidad y distribución de la precipitación.

Se recomienda continuar evaluando las especies en períodos más largos ya que un año es muy poco tiempo para estudiar el comportamiento de una especie forestal.

SUMMARY

This study addresses the behavior of various tree species as a function of soil and climate characteristics. Required soil and climate factors are compared for various endemic species with respect to the soils and climates of three different areas of Panamá: Las Cabras, with a favorable environment; Rio Hato, with an intermediate environment; and Chumical, with an unfavorable environment. This classification is based on such factors as pH, amount and distribution of rainfall and the presence of macronutrients.

The principal species evaluated were Eucalyptus camaldulensis, Acacia mangium and Caesalpinia velutina.

The species showing the greatest development and growth were E. camaldulensis in the favorable environment, A. mangium in the intermediate environment and C. velutina in the unfavorable environment, although the latter species developed more poorly here than at the other sites.

The preliminary results of this work indicate that the factors which may have the greatest influence in the development of these species are: fertility, pH, and amount and distribution of precipitation.

Continued evaluation of these species over longer periods is recommended since one year is a very short time to study the behavior of a forest species.

INTRODUCCION

En Panamá solo el 31 por ciento de la población consume leña. La población consumidora está concentrada en la parte central del país, donde más del 55 por ciento de la población de Herrera y 76 por ciento de la de Veraguas consume leña (3).

El pastoreo extensivo en la zona y la poca regeneración de la cobertura forestal hacen prever una situación crítica de abastecimiento de leña en el futuro. La situación tiende a agravarse por las características de baja fertilidad natural y alta acidez de los suelos de esta región. Por estas razones es necesario investigar otras especies y procedencias de rápido crecimiento y así como formas económicas de establecimiento de plantaciones con fines energéticos.

En este trabajo se compara el crecimiento de tres especies forestales en tres ambientes físicos diferentes. La hipótesis a probar es que es factible minimizar el riesgo e incertidumbre en el establecimiento de plantaciones al compatibilizar las exigencias de las especies con las condiciones del ambiente (1).

METODOLOGIA

Se eligió tres localidades, consideradas típicas, dentro de las áreas donde opera el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía en Panamá (Cuadro 1). Jaramillo (2) realizó una descripción pedogenética de estos sitios, y clasificó el suelo tentativamente hasta el nivel de subgrupo según la taxonomía de suelos (Cuadro 2). En cada uno de los sitios experimentales se hizo un muestreo de suelos a dos y tres profundidades, se realizó una caracterización de la fertilidad utilizando como parámetros de evaluación, el análisis químico de los suelos, estudio de fijación y la detección de los nutrimentos que facilitan el crecimiento y desarrollo vegetativo mediante técnicas de invernadero. Los análisis físicos y químicos se realizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (5).

Cuadro 1. Características ecológicas de los sitios muestrados en Panamá

Localización	Zona de vida	Elevación (msnm)	Precipitación prom. anual (mm)	Meses secos	Temperatura prom. anual (°C)
Las Cabras (Los Santos)	bs-T	60	1 382	5	27,2
Río Hato (Coclé)	bs-T	30	666	5	27,5
Chumical (Coclé)	bn-T	110	2 457	5	26,6

Se plantó siete especies forestales en grupos de cinco en cada uno de los sitios; las especies comunes en los tres sitios fueron Acacia mangium Willd., Caesalpinia velutina (B & R) Standl y Eucalyptus camaldulensis Dehnh (Cuadro 3); pues las condiciones ecológicas y de suelo eran aptas para su crecimiento (Cuadro 4).

Cuadro 2. Resultados de análisis de los suelos de los sitios en estudio

Características	Las Cabras		Río Hato			Chumical	
	0-33	33-100	0-15	15-64	64-95	0-24	24-100
profundidad (cm)	0-33	33-100	0-15	15-64	64-95	0-24	24-100
pH	6,0		5,4			5,5	
color	pardo-gris.		pardo-amari.	pardo-amari.	pardo-fuerte	pardo-amari.	pardo-amari.
arena (%)	36		46			38	48
limo (%)	14		14			8	18
arcilla (%)	50		40			54	34
fósforo (P) mg/ml	6,8	Tr.	6,1	0,7	1,3	Tr.	Tr.
potasio (K) mg/ml	12,3	15,9	102,7	34,2	62,9	32,9	14,4
calcio me/100 g	5,9	5,9	3,3	2,07	1,03	0,46	0,67
magnesio me/100 g	1,88	4,2	1,1	0,1	0,1	0,07	0,17
aluminio me/100 g	0,2	0,4	0,2	0,1	0,3	1,0	1,3
materia orgánica	2,95	---	2,7	0,4	0,94	2,28	0,8
manganeso Mg/g	31,5	4,6	47,0	31,3	9,9	24,4	2,1
hierro g/mg	24,3	7,6	21,7	8,8	14,8	12,0	6,7
zinc g/Mg	8,5	0,8	2,2	Tr.	0,4	Tr.	Tr.
cobre g/Mg	4,1	3,3	2,0	0,3	0,4	0,6	0,6
régimen de humedad	Ustico/Udico		Ustico			Ustico	Ustico
régimen de temp.	Isohipertérmico		Isohipertérmico			Isohiperté.	Isohiperté.
profundidad	muy profundo		profundo			profundo	profundo
textura	franco arcilloso		franco arcilloso			franco arc. arenoso	franco arc. arenoso
drenaje del suelo	bueno		bueno			bueno	bueno
pendiente (%)	1		2			3	3

Fuente: (2)

Cuadro 3. Especies ensayadas en tres localidades de Panamá

Especies	Las Cabras	Río Hato	Chumical
1. <i>Acacia mangium</i>	X	X	X
2. <i>Albizia falcataria</i>		X	X
3. <i>Caesalpinia velutina</i>	X	X	X
4. <i>Samanea saman</i>		X	X
5. <i>Eucalyptus camaldulensis</i>	X	X	X
6. <i>Casuarina equisetifolia</i>	X		
7. <i>Leucaena leucocephala</i>	X		

CARACTERISTICA DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Eucalyptus camaldulensis

Familia myrtaceae, la especie es originaria de Australia. En el trópico el árbol crece hasta 50 m de altura con fuste delgado, ramas erguidas o extendidas, corteza lisa de color rosado o cremoso blanco. La leña y el carbón son de excelente calidad. La madera es moderadamente densa (peso específico 0,60) con valor calórico de 4800 kcal/kg (20 000 kJ/kg). La madera es moderadamente fuerte y resistente a las termitas, se utiliza en construcción, muebles livianos; el árbol es bueno como rompevientos (7).

Acacia mangium

Familia leguminosae (Mimosoideae), la especie es originaria de Australia, Nueva Guinea y este de Indonesia. Es un árbol de rápido crecimiento y adaptable a suelos pobres y frecuentes sequías, los árboles pueden llegar a medir hasta 30 m de altura. Es una especie pionera en vegetación secundaria, crece en pequeños grupos y raramente domina grandes áreas. En plantaciones crece bien y responde a los tratamientos silviculturales. Los árboles maduros son muy prolíficos, pero las semillas requieren de tratamiento pregerminativo (4).

Caesalpinia velutina

Familia leguminosae (caesalpinoideae), es una leguminosa nativa de la zona seca de Guatemala y México. En condiciones adecuadas crece rápido y es muy bien aceptada como leña. Se encuentra a menudo en vegetación arbustiva o bosques poco densos en suelos rocosos. Es un árbol de 5-15 m de altura, de copa amplia, fuste lenticelado de color blanco grisáceo. El fuste es recto y ramifica entre los tres y cinco metros de altura. La madera es amarillenta, de grano fino, compacta y fuerte, se emplea en construcciones y carpintería rústica, pero el uso más generalizado es para leña (4).

Cuadro 4. Requerimiento de las especies arbóreas para leña

Atributo	<i>A. mangium</i>	<i>A. falcataria</i>	<i>S. saman</i>	<i>C. velutina</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>C. equisetifolia</i>	<i>L. leucocephala</i>
altitud (m)	100 - 600 m	hasta 1000 m	0 - 350	5 - 1000	1 200	hasta 1500	menos 450
precipitación (mm)	500 - 4500	4500	760 - 3000	500 - 1200	400 - 1250	200 - 5000	630 - 1650
temperatura (°C)	26 - 30	22 - 29	22 - 28	25 - 30	variable	variable	trópico y subtrópico
drenaje de suelo	moderadamente bien drenado	bueno	bueno a imperfecto	moderadamente bien	soporta inundaciones cortas	moderadamente bien drenado	moderadamente bien drenado
textura del suelo	liviano a pesado	liviano	franco arenoso a arcilloso	franco-arenoso a franco-arc.	liviano a pesado	liviano	liviano a pesado
pH de suelo	ácido	neutro a alcalino	neutro a ácido	neutro a ligeramente ácido	neutro a ácido	alcalino a salino	neutral a alcalino
limitación de fertilidad	adaptable a suelos pobres	suelo profundo con buen drenaje	----	----	según la procedencia		sensible a bajo Ca, Mg, Zn

ll

RESULTADOS Y DISCUSION

Las Cabras

El suelo de este sitio presenta, para las dos profundidades muestreadas, fertilidad mediana, el pH es moderadamente ácido (pH 6,0), bajo en fósforo, adecuado en calcio y magnesio. De acuerdo con las curvas de absorción fue necesario añadir el tratamiento completo fósforo, potasio, manganeso y zinc para estimar con precisión los nutrimentos que pudieran estar limitando el crecimiento de las plantas.

En pruebas de invernadero con muestras de suelo provenientes de dos profundidades tomadas en Las Cabras, cuando se eliminó el nitrógeno del tratamiento completo, se redujo el rendimiento de materia seca, de la planta indicadora, en un 48 por ciento respecto al tratamiento testigo; al eliminar el fósforo el rendimiento se redujo en un 34 por ciento y en un 42 por ciento cuando se eliminó el azufre; la eliminación de los otros nutrimentos no afectó significativamente en la producción de materia seca. Lo anterior indica que la adición de nitrógeno, fósforo y azufre deberían dar respuestas favorables en los cultivos realizados en estos suelos.

Las Cabras es considerado como el sitio cuyas propiedades de suelo y clima concuerdan mejor con los requerimientos de las especies en ensayo. En este sitio E. camaldulensis fue la especie de mayor crecimiento y desarrollo, aunque no muy superior a A. mangium y C. velutina (6).

Río Hato

El pedón de este sitio fue dividido en tres partes. En general, el suelo es de baja fertilidad natural, ácido a muy ácido. En la capa superior el K, Ca, y Mg es ligeramente superior que a mayor profundidad.

Las pruebas de invernadero mostraron reducciones promedio de 6,8; 4,9; 4,0 y 31,0 por ciento de materia seca, respecto del testigo (tratamiento completo), cuando se eliminó el fósforo, nitrógeno, azufre y potasio respectivamente.

En Río Hato A. mangium presentó el crecimiento mejor, aunque no muy diferente a E. camaldulensis. C. velutina presentó un desarrollo pobre en este sitio.

En general el crecimiento de las especies fue menor que en el sitio Las Cabras.

Chumical

Los suelos de este sitio fueron muestreados a dos profundidades; en ambos casos la fertilidad resultó ser muy baja. Al definir las curvas de absorción, éstas se comportaron de igual manera para ambas profundidades; los resultados de invernadero mostraron respuestas similares.

Según los resultados de ensayo de invernadero existe respuesta a la aplicación de calcio, nitrógeno, fósforo y potasio en orden descendente. La falta

de cualquiera de esos nutrientes redujo en más de un 50 por ciento la producción de materia seca de la planta indicadora.

En este ambiente E. camaldulensis fue la especie de mayor crecimiento, ligeramente superior a A. mangium. Es notorio el crecimiento tan pobre de C. velutina, similar al mostrado en el sitio anterior (Cuadro 5).

Cuadro 5. **Altura (dm) promedio de las especies arbóreas para leña en tres ambientes a los 12 meses de crecimiento, en Panamá**

Especie	Sitio / Suelo		
	Las Cabras Udic Haplustalf	Río Hato Ultic Haplustalf	Chumical Oxic Haplustalf
A. mangium	22,4	16,0	13,9
C. velutina	22,4	4,1	4,3
E. camaldulensis	28,1	14,5	15,6

CONCLUSIONES

De acuerdo con las observaciones realizadas, existen diferencias apreciables de fertilidad, morfología de suelos y régimen de humedad entre los sitios estudiados. Existen diferencias en el pH, y en la disponibilidad de algunos nutrientes en el suelo.

En general E. camaldulensis tuvo un crecimiento superior al de A. mangium en dos de los tres sitios. C. velutina fue significativamente menor en los tres sitios, aunque en el Udic Haplustalf el crecimiento fue superior a A. mangium. Posiblemente el régimen de humedad y el pH del suelo han influido en el desarrollo de las especies en los sitios.

En general es factible predecir el comportamiento de especies forestales al conocer la clasificación taxonómica de los suelos donde se realizan los ensayos, aunque se requieren más evaluaciones para poder correlacionar el desarrollo de las especies con las características del suelo.

LITERATURA CITADA

1. CAGAUAN, B. G.; TSUJI, G. Y.; IKAWA, J. Planning Agroforestry and fuelwood Production on the Basis on Soil Taxonomy, Hawaii. Institute of Tropical Agricultural and Human Resources. Departamental Paper No.61. 1982. 16 p.
2. JARAMILLO, S. Clasificación Taxonómica de los Suelos de Areas de Investigación del Proyecto Leña en Panamá. En preparación.

3. JONES, J.R. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de la Península de Azuero, Panamá Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.32 1982. 85 p.
4. MARTINEZ, H. Comportamiento de Caesalpinia velucina (Britt & Rose) Standl. en tres sitios de Guatemala. (En preparación).
5. NAMES, G. Estudio de fertilidad de suelos bajo condiciones de invernadero en cuatro localidades de estudio del Proyecto Leña en Panamá. (En preparación).
6. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Mangium and other Fast-Growing Acacias for the Humid Tropics - Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation. Washington D.C., 1983. 64 p.
7. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Especies para Leña; arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. del inglés por V. Argüello y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 342 p.

PRODUCCION DE LEÑA EN LA ZONA SECA DE GUATEMALA

Héctor A. Martínez
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

La región seca de Guatemala se localiza en la cuenca del río Motagua y cubre los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Zacapa y parte de Jalapa. La precipitación varía entre 400 y 1000 mm anuales, y seis a nueve meses con déficit hídrico.

La leña es el principal y a veces único combustible tanto en zonas rurales como urbanas de la región; aproximadamente el 50 por ciento de los consumidores la obtienen mediante compra a productores directos que la transportan en animales o pequeños vehículos automotores; el 35 por ciento colecta su propia leña en bosques propios o comunales y el resto de la población compra y colecta.

Aún queda en la región algunos bosques naturales donde predominan especies de la familia leguminosa, muchas de ellas con espinas; las especies más utilizadas como leña son: Haematoxylon brasiletto, Leucaena diversifolia y Caesalpinia velutina. La presión ejercida por la población para obtener tierras para cultivo (agricultura migratoria), obtención de leña y pastoreo están disminuyendo las áreas con bosques naturales.

En 1983 se inició experiencias con plantaciones de árboles para leña en algunos sitios seleccionados de la región, probando aproximadamente 60 especies entre nativas y exóticas. Las especies que han mostrado mejor desarrollo son: Melia azedarach, Leucaena diversifolia, Eucalyptus camaldulensis, Gliricidia sepium, Caesalpinia velutina y Cassia siamea.

Como consecuencia de este trabajo inicial, en 1984 se inició en una comunidad, un programa de plantación de estas especies en asocio con maíz (sistema taungya) que ha sido bien aceptado por la población.

SUMMARY

The dry zone of Guatemala is located in the Montagua River basin and includes the departments of Chiquimula, El Progreso, Zacapa and part of Jalapa. Precipitation varies between 400 and 1000 mm annually. There is a water deficit for six to nine months.

Firewood is the principal, and sometimes the only, source of fuel in both rural and urban zones of the region. About 50 percent of the consumers obtain firewood by direct purchase from producers who transport it on animals or in small motor vehicles. Thirty-five percent collect their firewood in their own or communal forests, and the rest of the population purchases and collects.

The region still has several natural forests where leguminous species are predominant. Many of these have thorns. The species most frequently used as firewood are Haematoxylon brasiletto, Leucaena diversifolia and Caesalpinia velutina. The areas covered by natural forests are decreasing as a result of the pressure of the population to obtain new arable land (migratory agriculture), firewood gathering and animal husbandry.

In 1983, experimental plantations of firewood trees were initiated in various selected sites in the region. About 60 species, native and exotic, were tested. The species which have shown the best development are Melia azedarach, Leucaena diversifolia, Eucalyptus camaldulensis, Gliricidia sepium, Caesalpinia velutina and Cassia siamea.

As a result of this initial work a program of planting these species in association with corn (the taungya system) was initiated in one community in 1984. It has been well accepted by the population.

INTRODUCCION

Guatemala es el país más poblado de América Central, con un alto consumo per cápita de leña; aproximadamente el 80 por ciento de la población hace uso de este combustible el cual cubre el 90 por ciento de las necesidades de energía de los hogares consumidores. En 1983 la leña representó el 63 por ciento del consumo energético final (12,19).

Según Dulin (6) la mitad del territorio guatemalteco presenta una situación de abastecimiento de leña clasificada como muy crítica a potencialmente crítica; esta porción del territorio nacional corresponde a las áreas densamente pobladas (altiplano), los parcelamientos agrarios de la costa del pacífico y finalmente, las zonas secas. La causa principal de esta situación es la alta concentración de la población, que ha contribuido al proceso de deforestación; la agricultura migratoria, la ganadería, el pastoreo y el mal uso del suelo tienden a agravar la situación.

CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS SECAS

Según De La Cruz (3) las zonas secas cubren el cinco por ciento del territorio (aproximadamente 5395 km²) y albergan al 11,4 por ciento de la población; ocupa la cuenca media del río Motagua (zona oriental en los departamentos de Chiquimula, El Progreso, Jalapa y Zacapa), una franja angosta a lo largo del litoral pacífico y una pequeña área en el norte del departamento de Huehuetango.

Se localizan entre los 0 y los 1000 m de elevación, con temperaturas superiores a 20°C, precipitación menor de 1000 mm anuales y según Dulin (5), una estación seca (menos de 50 mm/mes) de cuatro a siete meses, con seis a doce meses de déficit hídrico (meses donde la evapotranspiración potencial supera a la precipitación (8)). Pertenece a las formaciones bosque seco tropical, monte espinoso subtropical y bosque seco subtropical (3).

El Cuadro 1 presenta las características climáticas registradas por ocho estaciones localizadas en diferentes sitios de estas zonas.

Cuadro 1. Características climáticas de ocho sitios en las zonas secas de Guatemala

Sitio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses secos (<50mm)	Meses con déficit hídrico	Zona de vida (Holdridge)
Champerico	14°17'	91°54'	3	27,3	943	6	8	bs-S
Chiquimula	14°47'	89°22'	424	26,3	539	7	10	bs-S
Gualán	15°06'	89°21'	129	28,6	723	4	8	bs-S
Huité	14°59'	89°43'	124	28,0	512	7	9	me-S
La Máquina	14°23'	91°35'	190	28,8	1163	6	6	bh-S
Morazán	14°55'	90°00'	274	25,6	574	6	8	bs-S
Progreso	14°51'	90°04'	517	24,1	470	5	12	me-S
Sanarate	14°47'	90°11'	860	22,8	629	6	10	bh-S

Las temperaturas son altas durante todo el año y con frecuencia se supera los 30°C durante el día, lo que limita la actividad biológica (8).

El período de lluvias es variable en cuanto a duración y en ocasiones depende de factores locales (relieve); no es continuo y presenta un período seco (canícula) entre junio y julio.

En general los suelos son variados, desarrollados sobre serpentina en la cuenca del Motagua y derivados de cenizas volcánicas en la costa pacífica. En algunas áreas es común encontrar suelos vérticos o vertisoles.

LOS BOSQUES DE LAS ZONAS SECAS DE GUATEMALA

Los bosques son del tipo caducifolio, con predominio de especies leguminosas y muchas con espinas. En las manchas de bosque remanente las comunidades locales obtienen productos como leña, postes, forraje, arbustos para navidad y otros productos, lo que genera mayor presión y eventualmente llevará a la desaparición de los bosques existentes. La agricultura migratoria y el pastoreo incontrolado han causado la destrucción de grandes áreas que pierden su vegetación y terminan siendo tierras improductivas, especialmente en sitios con pendientes fuertes, donde al iniciarse la lluvia después de un ciclo de agricultura, se lava la delgada capa del suelo. En algunos casos la agricultura con regadío también ha contribuido a la desaparición de los bosques de las zonas secas, ya que al incorporarse estas tierras a la economía desaparecen los bosques (17).

Hay algunas especies indicadoras del monte espinoso subtropical: Cactus spp., Guaiacum sp., Acacia spp. y Pereskia sp.; en el bosque seco aparecen además Leucaena spp., Alvaradoa amorphoides, Sabal mexicana y Rhizophora mangle; y Avicennia spp. en el litoral (3).

CONSUMO Y COMERCIO DE LEÑA

En estudios realizados por el Proyecto Leña en Guatemala (4,10,11,18) se ha tratado de identificar las actitudes de los usuarios de la leña con respecto a este combustible y su importancia en la economía doméstica.

En los sectores rurales de la cuenca del río Motagua y en la costa pacífica, los estudios realizados indican que el 100 por ciento de los hogares cocinan con leña (10,17,18). Aunque no se ha realizado un estudio detallado para determinar el consumo per cápita, los estudios preliminares indican que este consumo varía entre 2,4 kg/persona/día (18) hasta 2,8 kg/persona/día (17) de leña secada al aire. Un estudio actualmente en realización en la zona de Chiquimula indica un consumo diario de 2,3 kg/persona*. El Cuadro 2 presenta los consumos estimados y las formas de obtención.

* Ing. Carlos Domínguez (OEA, Guatemala). 1985. Comunicación personal

Cuadro 2. Consumo per cápita estimado y forma de adquisición de leña por los hogares en la zona seca de Guatemala

Sitio	Fuente	Consumo ^{1/} kg/persona/día	FORMAS DE ADQUISICION		
			Recolección	Compra	Ambos
El Progreso	(16)	2,8	35	50	15
La Máquina	(17)	2,4	40	52	8
Chiquimula	(**)	2,3	-	-	-
Todo el país	(12)	3,0	52	44	4

^{1/} Peso seco al aire

**Ing. Carlos Domínguez (OEA, Guatemala). 1985. Comunicación personal

Hay una proporción elevada de hogares que obtienen la leña mediante la compra a intermediarios o directamente a los productores lo que indica la existencia de un mercado de leña en formación.

Las personas que colectan la leña utilizan entre medio y un día por semana para obtener su provisión semanal, en algunos casos se ha señalado el uso de dos días para la recolección. Esto indica que se está utilizando tiempo útil de los miembros del hogar para la recolección de leña, lo que implica un costo; si a ésto se le agrega el esfuerzo necesario para el transporte, que es cada vez mayor al agotarse las fuentes naturales de leña, se puede concluir que éste es un combustible costoso, en términos de energía, para los hogares consumidores.

En América Central la recolección de la leña es una labor ejecutada no solo por los jefes de hogar (12). En las zonas secas de Guatemala aproximadamente el 60 por ciento de la leña para los hogares es recolectada por los hombres y el resto por las mujeres e hijos; en casos especiales se paga a los obreros para realizar esta recolección.

La compra venta de leña se realiza en unidades estandarizadas: la tarea y la carga, definida por el número de leños y/o por el volumen estéreo. Una tarea equivale a 1,28 estéreos (0,8 m³ sólidos aproximadamente) y está formada aproximadamente por 400 leños de 45 cm de longitud y 6-8 cm de diámetro; la carga está formada por 80 leños. Esta leña es obtenida en los "astilleros"*, en bosques municipales, bosques naturales nacionales o bosques de fincas privadas. En la costa sur también proviene de la poda de la sombra de cafetales cercanos y de la renovación o mejora de los mismos; esta leña se transporta generalmente en camiones o animales de carga.

El precio de venta al consumidor varía con la especie, la época del año, la distancia a la fuente de aprovisionamiento y la cercanía o no a lugares poblados. En el área seca de la cuenca del río Motagua el precio de la carga de leña fluctúa entre Q2,00** y Q4,00 (Q12,50 a Q25,00 por m³ sólido) mientras que

* Astillero: área de terreno comunal cercano a un poblado o comunidad donde los miembros de la misma pueden colectar libremente leña; estas áreas existen desde tiempos coloniales

** Q1,00 = US\$1,00: tasa oficial de cambio (1985)

en la costa pacífica el precio fluctúa entre Q2,00 y Q3,00 la carga, por la presencia de material proveniente de la poda de la sombra de cafetales.

Para un consumo anual promedio de $7,6 \text{ m}^3/\text{familia/año}$ y un precio promedio de venta Q14,00/tarea (Q17,50/ m^3) el costo anual de combustible por familia asciende a Q133,00 lo que representaría el 9,3 por ciento de los ingresos con el salario mínimo de las ciudades; se debe tener en cuenta que en las zonas rurales el salario mínimo es menor (hasta en un 30 por ciento) al salario de las zonas urbanas.

En algunos sectores localizados de la zona seca oriental los nogales compiten con las industrias de fabricación de cal, ladrillos y alimentos para la obtención de leña, mientras que en la costa pacífica lo hacen frente a la industria de secado de sal; en estos casos es frecuente que los precios de compra de leña tiendan a ascender.

En general en las zonas secas las especies nativas más utilizadas como leña pertenecen a la familia leguminosa, entre las que sobresalen Leucaena diversifolia, Haematoxylon brasiletto, Caesalpinia velutina, Glinicidia sepium y especies del género Acacia; en el litoral pacífico se utiliza casi exclusivamente leña de Rhizophora sp.

La leña importada a la región seca generalmente proviene de las montañas circunvecinas (Quercus spp. y Pinus spp.) o de zonas cafetaleras más húmedas (Inga sp., Terminalia sp. y otros).

EXPERIENCIAS SOBRE LEÑA

Costa pacífica

En la costa pacífica (Parcelamiento La Máquina, Departamento de Suchitepéquez) se inició en 1981 experiencias con tres especies, las cuales fueron plantadas en rodales individuales en un sitio con suelo del orden Alfisol, profundos, moderadamente drenados y de vocación agrícola, localizados en la faja de

Cuadro 3. Crecimiento de tres especies a los 27 meses en La Máquina, Guatemala

Especie	Sobrevivencia (%)	dap (cm)	CV* (%)	Altura (m)	Cv* (%)
Caesalpinia velutina	91	5,0	34	6,8	24
Leucaena diversifolia	84	4,6	35	5,6	17
Leucaena leuccephala	89	5,4	32	7,9	20

*Coeficiente de variación entre los árboles de las parcelas evaluadas.

Latitud 14°18', Longitud 91°33', Altitud 100 msnm, TMA 28,8°C, PMA 1163 mm/año, 6 meses de déficit hídrico.

transición entre el bosque seco y el bosque húmedo subtropical; se establecieron parcelas permanentes para evaluar el crecimiento. El Cuadro 3 presenta los resultados de crecimiento a los 27 meses de efectuada la plantación.

En 1982 se estableció el ensayo de introducción de especies en la zona seca de La Máquina, en un sitio con suelos del orden Alfisol, de textura arcillosa, poco profundos, medianamente erosionados y bien drenados. El cuadro 4 presenta los resultados de crecimiento a los 24 meses.

Cuadro 4. Crecimiento de seis especies leguminosas y dos no leguminosas a los 24 meses en la zona seca de La Máquina, Guatemala

Especie	Sobrevivencia	dap		Altura (m)	CV %
	(%)	(cm)	CV%		
<i>Caesalpinia velutina</i>	98	2,9	34	3,5	32
<i>Calliandra calothyrsus</i>	32	2,5	32	3,6	15
<i>Dalbergia sissoo</i>	89	4,6	34	6,1	24
<i>Gliricidia sepium</i>	94	2,4	31	3,1	26
<i>Leucaena leucocephala</i>	71	3,6	32	4,4	20
<i>Sesbania grandiflora</i>	0	-	-	-	-
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> *	90	5,9	-	7,8	-
<i>Gmelina arborea</i> **	90	5,9	-	7,8	-

*Promedio de dos parcelas de 36 árboles cada una.

**Promedio de dos parcelas de 49 árboles cada una.

Latitud 14°23', Longitud 91°35', Altitud 50 msnm, TMA 28,8°C, PMA 1163 mm/año y 6 meses de déficit hídrico.

Se observó diferencias entre los dos sitios debido posiblemente a la calidad de los suelos.

Zona oriental

Corresponde a las áreas más secas del país. En 1981 se establecieron plantaciones con *Caesalpinia velutina* en dos sitios: Huité con 512 mm/año de precipitación y nueve meses con déficit hídrico y Gualán con 720 mm y ocho meses de déficit hídrico.

En Huité, el bosque se estableció utilizando el sistema taungya. Aunque la especie crece lentamente, tiene alta sobrevivencia. La plantación se realizó por siembra directa sin un espaciamiento regular; el maíz utilizado fue una variedad local de bajo rendimiento. El Cuadro 5 presenta los resultados de rendimiento de la especie forestal y producción de maíz en los dos primeros años.

Cuadro 5 **Crecimiento de Caesalpinia velutina y rendimiento de maíz en Huité, Guatemala**

Edad (meses)	Sobrevivencia (%)	Diámetro (cm)	Altura (m)	Rendimiento maíz qq/ha/año
12	90	-	1,1	33
22	90	1,8	2,0	18
40	87	2,4	3,0	-

Latitud 19°59', Longitud 89°43', Altitud 184 msnm, TMA 28°C, PMA 512 mm, nueve meses déficit hídrico.

En Gualán se estableció en 1981 un bosque de 45 ha, dentro del Programa de Bosques Comunales para leña que ejecuta el Instituto Nacional Forestal de Guatemala. Se estableció parcelas permanentes de medición y se hizo aprovechamientos a dos edades para determinar la productividad. El Cuadro 6 presenta el crecimiento y productividad a diferentes edades. A los 33 meses la producción fue de 16,8 tm/ha de leña seca al horno (80°C) equivalentes a 82 estereos de leña verde por hectárea.

Cuadro 6. **Crecimiento y productividad de C. velutina en Gualán, Guatemala**

Edad (meses)	dap		Altura total		Productividad*	
	(cm)	CV%	(m)	CV%	tm/ha/año	
					Fuste	Ramas
22	3,9	27	4,4	22	3,2	-
33	5,2	20	5,4	15	3,9	2,2
36	6,1	21	6,4	16	-	-

*Seco al horno 80°C

Lat. 15°06', Long. 89°21', PMA 728 mm, 8 meses de déficit hídrico.

En 1983 se inició, en tres sitios del Departamento de El Progreso con diferentes condiciones edáficas y distribución de la lluvia, un estudio para seleccionar las especies más promisorias para plantaciones energéticas. El Cuadro 7 presenta las características de los sitios experimentales.

Para los tres sitios se seleccionaron las especies, casi todas nativas que de acuerdo con la literatura, las experiencias previas del Proyecto y la opinión de los moradores del lugar tenían mayores posibilidades de sobrevivencia y crecimiento (2,7,9,15,16).

En los tres sitios se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco repeticiones y parcelas de nueve árboles en Palo Amontonado y Tierra Blanca y 16 árboles en Morazán. En este último sitio se instalaron parcelas permanentes con

otras dos especies no incluidas en el diseño (el Anexo 1 presenta la lista de especies probadas por sitio). El cuadro 8 presenta los resultados para las especies con mayor crecimiento en los tres sitios.

Cuadro 7. Características de tres sitios experimentales en el Departamento de El Progreso, Guatemala

Sitio	Altitud (msnm)	PHA (°C)	PHA (mm)	Meses déficit hídrico	Orden suelos	Observaciones
Tierra Blanca	517	24,1	470	12	Entisol	terreno sobrepastoreado desprovisto de vegetación. Suelos arenosos (Psament) con poca capacidad de retención de humedad.
Palo Amontonado	360	24,1	470	12	Entisol	terreno cubierto de gramíneas, sobrepastoreo, suelos poco profundos con presencia de pedras.
Morazán	450	25,6	574	8	Entisol	terreno anteriormente cubierto de vegetación secundaria, suelos poco profundos con afloramientos rocosos.

Cuadro 8. Comportamiento de especies en tres lugares del Departamento de El Progreso, Guatemala, a los 12 meses de plantados

Sitio	Especie	Sobrevivencia (%)	Altura (m)	CV (%)
Tierra Blanca	<i>Gliricidia sepium</i>	100	0,4	20
	<i>Gyrocarpus americana</i>	88	0,2	47
Palo Amontonado	<i>Caesalpinia coriaria</i>	83	0,9	34
	<i>C. exostemma</i>	81	0,8	44
	<i>Prosopis juliflora</i>	86	0,7	42
	<i>Gliricidia sepium</i>	82	0,7	24
	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	84	0,7	36
	<i>Diphysa floribunda</i>	88	0,7	26
	<i>Acacia farnesiana</i>	80	0,6	35
	<i>Crescentia alata</i>	95	0,6	23
Morazán	<i>Leucaena diversifolia</i>	94	2,9	19
	<i>Cassia siamea</i>	98	2,6	4
	<i>Acacia centralis</i>	86	2,3	4
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	94	2,1	13
	<i>Lysiloma auritum</i>	94	2,1	15
	<i>Tecoma stans</i>	100	2,0	13
	<i>Parkinsonia aculeata</i>	98	2,0	12
	<i>Gliricidia sepium</i>	97	1,9	12
	<i>Lysiloma kellermanii</i>	97	1,9	18
	<i>Albizia longipedata</i>	97	1,8	10
	<i>Acacia pennatula</i>	95	1,8	8
	<i>Caesalpinia velutina</i>	95	1,8	5
	<i>Eucalyptus camaldulensis*</i>	96	2,4	-
	<i>Melia azedarach**</i>	93	2,4	-

¹/Prueba de Tukey: diferencias significativas al cinco por ciento.

*Promedio de tres parcelas permanentes de 16 árboles cada una.

**Plantación en línea; tres parcelas de 25 árboles cada una.

Una evaluación a los 20 meses mostró los resultados que se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Crecimiento a los 20 meses de 12 especies en Morazán, Guatemala

Especie	dap (cm)	CV (%)	Altura (m)	CV (%)
<i>Cassia siamea</i>	3,9	19	4,0 ^{1/}	16
<i>Leucaena diversifolia</i>	3,1	30	4,0	19
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,5	35	3,2	18
<i>Acacia centralis</i>	2,4	24	3,0	20
<i>Gliciridia sepium</i>	2,5	26	3,0	20
<i>Tecomã stans</i>	2,5	28	2,8	18
<i>Acacia pennã ula</i>	2,5	26	2,7	20
<i>Albizia longipedata</i>	2,9	26	2,6	22
<i>Parkinsonia aculeata</i>	2,1	20	2,6	22
<i>Lysiloma auritum</i>	3,3	32	2,6	27
<i>Eucalyptus camaldulensis*</i>	3,7	-	4,1	-
<i>Melia azedarach**</i>	7,2	-	5,0	-

^{1/}Prueba de Tukey: diferencias significativas al cinco por ciento.

*Promedio de tres parcelas permanentes de 16 árboles cada una.

**Plantación en línea; tres parcelas de 25 árboles cada una.

Latitud 14°55', Longitud 90°00', Altitud 450 msnm, TMA 25,6°C, PMA 574 mm/año
ocho meses déficit hídrico.

En Tierra Blanca con suelos arenosos y poca capacidad de retención de humedad la mayoría de las especies probadas fallaron; *Gliciridia sepium* y *Gyrocarpus americana* al principio presentaron alta sobrevivencia, pero posteriormente desaparecieron. En Palo Amontonado, con suelos compactados por sobrepastoreo y sombra de lluvia por efecto de colinas vecinas al sitio, hubo un mayor número de especies sobrevivientes y un mejor desarrollo en la fase inicial comparado con el sitio anterior; la variabilidad dentro de las especies es alta. Al cabo de 20 meses solo sobreviven *Caesalpinia coriaria*, *Prosopis juliflora*, *Gliciridia sepium* y *Acacia farnesiana*.

En Morazán con una distribución más uniforme de la precipitación, sobrevivió un mayor número de especies con mayor crecimiento y menor variabilidad dentro de las especies. A los 20 meses las especies con mejor crecimiento son: *Melia azedarach*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Cassia siamea*, *Leucaena diversifolia* y *Guazuma ulmifolia*.

CONCLUSIONES

- En las zonas secas de Guatemala, como en el resto del país, la leña es el principal y en ocasiones único combustible utilizado por los hogares; su recolección requiere una gran proporción del tiempo útil. Esto concuerda con la situación descrita para zonas secas de otros sitios por diferentes autores (1,14).

- El consumo per cápita varía con el sitio, la disponibilidad del recurso árbol, las costumbres y tradiciones y el nivel económico de la población. Para quienes compran leña este es un combustible costoso y en ocasiones deben competir con industrias rurales pequeñas.
- El aumento de la precipitación total, así como una mejor distribución de las lluvias, incide en el crecimiento y sobrevivencia de las especies. Fenómenos locales (sombra de lluvia, tipo de suelos) pueden afectar grandemente al desarrollo de las especies.
- En general las especies que según las experiencias actuales presentan mejor comportamiento en las zonas secas son: Caesalpinia velutina, Leucaena diversifolia, Eucalyptus camaldulensis, Gmelina arborea, Dalbergia sissoo, Cassia siamea, Melia azedarach, Gliricidia sepium, Acacia centralis, Guazuma ulmifolia y Leucaena leucocephala; sin embargo es necesario elegir con cuidado los sitios de plantación. Se necesita mayor investigación sobre tipos de plantas a utilizar, época de plantación, selección de especies y procedencias, densidad y formas de establecimiento.
- El sistema taungya de establecimiento de bosques presenta buenas perspectivas en la zona, especialmente donde hay carencia de tierras de cultivo.

LITERATURA CITADA

1. ARNOLD, J. E. M. La madera fuente de energía y las comunidades rurales. s.n.t. 37 p. (Presentado en el Congreso Forestal Mundial, 8o., Jakarta, '978).
2. BURLEY, J. Selection of species for fuelwood plantations. Commonwealth Forestry Review 59(2): 133-147. 1980.
3. CRUZ, J. R. De La. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1982. 41 p. + mapa 1:250 000.
4. DETLEFSEN, E. G. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (Zea mays L.), en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1984. 102 p.
5. DULIN, P. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 50. 1984. 42 p.
6. DULIN, P. Situación leñera en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.51. 1984. 52 p.
7. GOOR, A. y BARNEY, C. Forest tree planting in arid zones. New York, Ronald Press, 1968. 409 p.

8. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Trad. al español por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA, 1982. 216 p.
9. LITTLE, E.L., Jr. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, Communi-Tech Associates, 1983. 354 p.
10. MARTINEZ H., H.A. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.
11. MARTINEZ H., H.A. Importancia del componente arbóreo en fincas de Guatemala. Guatemala, CATIE/INAFOR, 1982. 63 p.
12. MARTINEZ H., H.A. El uso de leña en Guatemala: estimación del consumo anual 1960-2000. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1984. 15 p.
13. MARTINEZ H., H.A., BAUER, J. y JONES, J. Fuelwood in Central America and the regional Fuelwood and Alternative Energy Sources Project. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 16 p.
14. MONTA EMBERT, M.R. de, y CLEMENT, J. Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO: Montes No. 42. 1983. 131 p.
15. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood Crops; shrub and tree species for energy production. Washington D.C. NAS, 1980. 237 p.
16. WEBB, D. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, Overseas Development Agency, 1980. 275 p.
17. WOTOWIEC, P. y MARTINEZ H., H.A. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR-CATIE-Cuerpo de Paz, 1984. 44 p. + anexos.
18. ZANOTTI, J.R. Ensayo de seis especies leguminosas forestales para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1983. 72 p.
19. ZANOTTI, J. R. y MARTINEZ H., H. A. Panorama actual de la leña en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. (Presentado en la mesa redonda sobre organización y mejoramiento de sistemas de producción y uso de leña para utilizaciones rurales tradicionales. Puebla, México, 6-8 noviembre 1984). 12 p.

ANEXO 1. Especies probadas por sitio en la zona seca de Guatemala

Especie	Tierra Blanca	Palo Amontonado	Morazán
Acacia centralis	X	X	X
A. cyclops	X	X	
A. deamii	X	X	X
A. farnesiana		X	X
A. pennatula		X	X
A. tortilis	X	X	
Albizia carbonaria		X	
A. caribaea		X	
A. guachepele	X	X	X
Alvaradoa amorphoides	X	X	
Apoplanesia paniculata	X	X	
Caesalpinia affinis		X	
C. coriaria		X	
C. eriostachys	X	X	
C. velutina	X	X	X
Calliandra calothyrsus		X	
Cassia siamea	X	X	X
Cordia dentata	X	X	X
Crescentia alata		X	
Diphysa floribunda	X	X	
Enterolobium cyclocarpum		X	X
Eucalyptus camaldulensis		X	X
Gleditsia triacanthos	X	X	
Gliricidia sepium	X	X	X
Guazuma ulmifolia		X	X
Gyrocarpus americana	X	X	
Haematoxylon brasiletto	X	X	X
Karwinskia calderonii		X	
Leucaena diversifolia (local)	X	X	X
L. leucocephala K8		X	
L. leucocephala K28		X	
L. leucocephala K67		X	
Lonchocarpus minimiflorus	X	X	X
L. salvadorensis		X	
Lysiloma auritum		X	X
L. kellermanii	X	X	X
Melia azedarach		X	X
Parkinsonia aculeata	X	X	X
Pithecelobium dulce	X	X	X
P. leucospermum	X	X	X
P. saxosum	X	X	
Poepiggia procera		X	
Plocosperma buxifolium	X	X	X
Prosopis juliflora	X	X	X
Senna atomaria		X	X
(Sin. Cassia emarginata)			
Simaruba amara	X	X	X
Tabebuia rosea	X	X	X
Tamarindus indica		X	
Tecoma stans	X	X	X
Thouinidium decandrum	X	X	X
Barrillo blanco (n. común)		X	

ESPECIES NATIVAS CON POTENCIAL PARA LA PRODUCCION DE LEÑA EN CENTROAMERICA

Colin E. Hughes
 Oscar Ochoa M.
 Ovidia Vides de Ponce
 ESNACIFOR/COHDEFOR
 Honduras

RESUMEN

Este documento describe varias especies forestales del área centroamericana con potencial para la producción de leña. Las especies incluidas tienen su base en el estudio de Hughes y Styles (1984). Se excluyen algunas porque su distribución natural es limitada, sin embargo se considera que las especies incluidas son las más comunes en los países y las de mayor importancia por su potencial como especies de rápido crecimiento y múltiples usos, especialmente para la producción de leña.

El énfasis está orientado hacia la fenología, fructificación, recolección, procesamiento y manipulación de las semillas; se incluye también datos sobre distribución geográfica, aprovechamiento y características del árbol. Hasta hace poco no se había trabajado las técnicas semilleras de estas especies y es por primera vez que se están estudiando ensayos de germinación, almacenamiento y pretratamientos. Los autores reconocen la necesidad de continuar trabajando con cada una de las especies listadas, especialmente para conocer la condición física de las semillas y contenido de humedad necesaria para la conservación a mediano y largo plazos.

SUMMARY

This study describes various forest species of the Central American area with potential for firewood production. The species included are based on the study by Hughes and Styles (1984). Several have been excluded because their natural distribution is limited. However, the species that have been included are considered the most common ones in these countries and those of major importance for their potential as rapid-growing species with multiple uses, particularly for firewood production.

The report focusses on the phenology, fructification, collection, processing and handling of seeds, although it also includes data on geographical distribution, use and characteristics of the tree. Until recently there has been no work on the techniques of seeding these species and for the first time there are experiments in germination, storage and pretreatments. The authors recognize the need to continue working with each of the species listed, especially to understand the physical condition of the seeds and the moisture content necessary for medium-and long-term storage.

ESPECIES NATIVAS CON POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE LEÑA EN CENTROAMERICA

1. *Acacia deamii* Britt. & Rose
2. *Acacia farnesiana* L. (Willd)
3. *Acacia pennatula* (Schlechtendal & Cham.) Benth.
4. *Albizia caribaea* (Urb) Britt & Rose
5. *Albizia guachepele* (Kunth) Duq.
6. *Alvaradoa amorphoides* Liebm.
7. *Apoplanesia paniculata* Presl.
8. *Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd
9. *Caesalpinia velutina* (Britt. & Rose) Sturdl.
10. *Calliandra calothyrsus* Meissn. *
11. *Crescentia alata* H.B.K. *
12. *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Criseb.
13. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.
14. *Guazuma ulmifolia* Lam.
15. *Haematoxylon brasiletto* Karst.
16. *Leucaena shannonii* Donn Smith.
17. *Leucaena diversifolia* (Schlect) Benth
18. *Liquidambar styraciflua* L.
19. *Mimosa tenuiflora* Willd. *
20. *Myrospermum frutescens* Jacq.
21. *Parkinsonia aculeata* L.
22. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.
23. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. *
24. *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. *
25. *Senna atomaria* (Linn.) Irwin & Barne.

*no se incluye descripción para estas especies

Acacia deamii Britt. & Rose

Familia: Leguminosae - Mimosaceae

Nombres comunes: Biscuitel (Honduras), Orotoguaje (Guatemala)

Distribución: sur de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua. En Honduras se encuentra en los valles secos interiores de Comayagua, Olanchito (Aguán) y San Esteban, donde es muy abundante. Más que todo se encuentra en cercos y cerca de caminos.

Altitud: 200 - 1000 msnm

Características del árbol: pequeño, hasta 8 m de altura, sin espinas, fuste recto y muchas veces varios troncos delgados; flores blancas, rebrota fuertemente y es poco conocido.

Aprovechamiento: la especie es preferida para leña más que ningún otro.

Fenología: floración: junio - julio
recolección de semillas: enero - febrero, cuando las vainas están bien secas

Recolección: con una pala y cortador y una manta extendida bajo el árbol.

Procesamiento: secado al sol. Las vainas abren fácilmente. Se separa la basura por aventado con el viento o con zarandas.

Número de semillas por vaina: 8 - 10

Número de semillas por kg: 23 000 - 24 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
ninguno	20-30	arena	7	41	100	43,03	23 000	9 527

Observaciones: a veces el ataque por insectos (Bruchidae) es muy fuerte

Acacia farnesiana L. (Willd.)**Familia:** Leguminosae - Mimosaceae**Nombres comunes:** Espino blanco (Honduras), Aromo (Nicaragua), Subin (Guatemala)**Distribución:** muy amplia desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina. En Honduras es muy común en muchas partes del país, más que todo en los valles secos como Otoro, Comayagua, Moroceli y en los departamentos de Choluteca y Valle a veces en rodales puros.**Altitud:** 0 - 1 500 msnm**Características del árbol:** arbusto o árbol pequeño hasta 10 m de altura. Espinas largas y blancas. Flores amarillas. Vainas pequeñas y negras con pulpa dulce. Rebrotta muy fuertemente.**Aprovechamiento:** leña - rápido crecimiento
forraje - las vainas durante la época seca
cultivada en Francia para obtener flores.
a veces se propaga como una maleza.**Fenología:** floración: diciembre - marzo
recolección de semillas: enero - abril (marzo)**Recolección:** se sacude el árbol, las vainas maduras caen; y se coloca una manta bajo el árbol para facilitar la recolección.**Procesamiento:** cuenta más el secado de las semillas que la recolección puesto que las vainas no abren al sol. Necesitan ser golpeadas y después separar la basura de las semillas con zarandas o una mesa de gravedad.**Número de semillas por vaina:** 10 - 20**Número de semillas por kg:** 10 000 - 14 000**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-30	arena	13	93	99,4	65,00	14 000	13 000

Observaciones: muchas de las semillas no germinaron por el ataque fuerte de insectos, perdiendo 5-20 por ciento de las mismas

Acacia pennatula (Schlech. & Cham) Benth.

Familia: Leguminosae - Mimosaceae

Nombres comunes: Surespino (Guatemala), Muisache (México), Escambrión (Honduras).

Distribución: México, Centroamérica, Colombia y Venezuela. En Honduras se encuentra en los valles interiores como Morocelí, Comayagua, Otoro y Aguán. Es muy común en los pastoreos del ganado.

Altitud: 300 - 2000 msnm

Características del árbol: árboles pequeños hasta 10 m de altura, normalmente con un tronco corto de 3 ó 4 m y una copa ancha y plana. Espinas cortas. Vainas de color café. Rebrotará fuertemente. Poco conocido fuera del rango natural. Más conocido en México (Cházaro Basañez, M. de J., 1977).

Aprovechamiento: la madera es muy buena para leña, al ganado le gustan las vainas durante la época seca.

Fenología: floración: febrero - marzo. Recolección de semillas; enero - febrero cuando las vainas están duras.

Recolección: normalmente tienen buena cosecha. Si no hay ganado se puede esperar hasta que caen las vainas al suelo. También caen al sacudir el árbol si están bien maduras.

Procesamiento: puesto que las vainas expuestas al sol no se abren, es necesario golpearlas y después separar la basura de las semillas con zarandas o en la mesa de gravedad.

Número de semillas por vaina: 10 - 20

Número de semillas por kg: 17 000

Referencia: Cházaro Basañez, M. de J. (1977).

Acacia pennatula (Schlecht & Cham.) Benth. Leguminosae - una especie invasora del centro de Veracruz.

Biótica 2(3):1-17.

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-30	arena	6	82	99,9	60,43	17 000	13 940

Observaciones: presenta semillas muertas y vacías de 10-20 por ciento debido a daños de insectos

Albizia caribaea (Urb) Britt. & Rose

Familia: Leguminosae - Mimosaceae

Nombre común: Guanacaste blanco

Distribución: desde el sur de México hasta América del Sur y en todos los países centroamericanos. Esta especie tiene una distribución muy amplia en el Istmo Centroamericano pero debido a las cortas, actualmente es una especie bastante escasa. Todavía se encuentra abundantemente en la parte sur de Honduras en el Departamento de Choluteca.

Altitud: 0 - 800 msnm

Características del árbol: árbol mediano o grande hasta 25 m de altura y 1' m de diámetro, copa ancha parecida al árbol de Guanacaste (Enterolobium cyclocarpum). Su corteza es lisa y de color amarillo. Rebrotta fuertemente.

Aprovechamiento: esta especie da una madera de buena calidad y se usa para tablas. También sirve como leña.

Fenología: floración: abril - junio
recolección de semillas: febrero - marzo

Recolección: una vez bien maduras y secas las vainas, se colectan muy fácilmente sacudiendo las ramas. Caen las vainas sobre una manta extendida bajo el árbol. Este método es muy sensitivo a cualquier viento y es mejor trabajar temprano por la mañana.

Procesamiento: las vainas son deliscentes y abren fácilmente con pocas horas de sol. Muchas veces las semillas se quedan pegadas a las vainas y es necesario utilizar una golpeadora liviana.

Número de semillas por vaina: 6 - 10

Número de semillas por kg: 39 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-30	arena	7	82	99,9	25,42	39 000	32 000

Albizia guachepele (Kunth) Dug.

Familia: Leguminosae - Mimosaceae

Nombres comunes: Ladeno, Lagarto (Guatemala)

Distribución: desde México hasta Venezuela. Se encuentra poco en zonas secas, cerca de los ríos; pero también de vez en cuando en las partes más secas. En Honduras se conoce solamente en el Valle de Comayagua, cerca de El Taladro es común.

Altitud: 0 - 800 msnm

Características del árbol: árboles medianos hasta 15 ó 20 metros de altura. La forma del árbol es muy variable, a veces con tronco recto y a veces con ramas gruesas. Flores blancas/amarillas. Vainas largas, aplanadas, verdes cuando inmaduras y de color café y secas cuando maduras. Es necesario recolectar rápidamente después de la madurez puesto que las vainas expuestas al sol abren y botan las semillas. Una especie poco conocida pero con un gran potencial.

Aprovechamiento: se aprovecha para madera de construcción y para talas, también sirve para leña. Aparentemente es un árbol de rápido crecimiento y aguanta bien la sequía.

Fenología: floración: diciembre - febrero (variable)
recolección de semillas: enero - marzo

Recolección: puesto que las ramas son largas es necesario usar una vara muy larga, con un cortador tipo tijera; se puede cortar grupos de vainas rápidamente.

Procesamiento: las vainas pueden dejarse en el sol para secarse y abren fácilmente.

Número de semillas por vaina: 12 - 15

Número de semillas por kg: 23 000 - 35 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
corte longitudinal	20-30	arena	7	94	99	28,19	23 000 35 000	33 000

Observaciones: como muchas leguminosas las semillas sufren ataque por insectos pero no tanto como otras especies

Alvaradoa amorfnoides Liebm.

Familia: Simaroubiaceae

Nombre común: Plumajillo, Zorrillo, Cola de Ardilla

Distribución: sur de México, Centroamérica, Indias Occidentales, América del Sur. Este es un árbol bastante común y se encuentra normalmente en zonas secas con suelos pobres y pedregosos. En Honduras se encuentra en muchas partes. En la zona de La Venta, Departamento de Francisco Morazán, Choluteca es muy abundante entre 400 y 700 m de altitud.

Altitud: 0 - 1400 m sobre el nivel del mar

Características del árbol: pequeño o mediano hasta 20 m de altura, normalmente de buena forma con tronco recto y ramas delgadas. Sin espinas. Rebrosa muy fuertemente.

Aprovechamiento: la madera es excelente para leña puesto que se quema despacio y dura mucho tiempo. Se usa para postes y construcción.

Fenología: floración
recolección de semillas: abril

Recolección: es muy importante esperar hasta que esté bien madura la cosecha. Una vez madura y bien seca, la semilla está lista para caer. Las semillas son abundantes y se puede recolectar con las manos.

Procesamiento: solamente es necesario quitar las semillas de la ramita con las manos.

Número de semillas por kg: 95 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 s.p. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
ninguno	20-30	arena	35	97	92	10,48	95 000	92 000

Observaciones: tres por ciento de las semillas muertas (descompuestas)

Apoplanesia paniculata Presl.

Familia: Leguminosae - Papilionaceae

Nombre común: Bailador, Madre de flecha (Guatemala)

Distribución: sur de México, Guatemala, Honduras, Venezuela. La especie es abundante en el Valle Motagua en el Oriente de Guatemala, una de las partes más secas del Itsmo Centroamericano. Casi no se conoce en Honduras aunque es recordada como una especie nativa (Molina, 1975)

Altitud: 200 - 400 msnm

Características del árbol: árbol pequeño hasta 10 m de altura con un tronco delgado normalmente de buena forma. Sin espinas. A menudo crece dentro de una planta de cactus.

Aprovechamiento: la madera es dura y resistente, sirve para leña. Se utiliza bastante en cercos vivos. Una especie muy poco conocida y sin uso comercial

Fenología: floración: octubre - noviembre
recolección de semillas: diciembre - enero

Recolección: puesto que los árboles son pequeños se puede recolectar con las manos del suelo o escalando a la copa.

Procesamiento: las semillas no necesitan ningún procesamiento aunque es mejor quitar el calix.

Número de semillas por kg: 130 000

Referencia: Molina, A. Enumeración de las plantas de Honduras. Ceiba 19(1): 1-118. 1975.

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Trata- miento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas Viabiles (kg)
pequeño corte lon- gitudinal	20-30	arena	27	26	94,1	7,2	27 510	7 152

Caesalpinia coriaria (Jacq.) Willd.**Familia:** Leguminosae - Caesalpinaceae**Nombre común:** Nacascolo**Distribución:** sur de México, Centroamérica, Colombia, Venezuela e Indias Occidentales. En Honduras esta especie es muy abundante en la zona del Pacífico en los departamentos de Choluteca y Valle. Se encuentra también en el Valle de Comayagua pero no es muy frecuente.**Altitud:** 0 -1000 msnm**Características del árbol:** árbol pequeño hasta 10 m de altura. Sin espinas. Normalmente de mala forma con ramas gruesas, sin tronco definido y una copa ancha. Vainas pequeñas y torcidas en forma de ese (S).**Aprovechamiento:** la madera es muy densa y dura y a veces no se corta por la dureza, por eso le dicen "quiebra machete". Sin embargo, es una leña muy buena y la madera se utiliza para otros usos pequeños también. El valor más importante de la especie es el fruto, fuente de tanino para curtiente (curtir pieles). La pulpa amarilla en la vaina contiene 50 por ciento de tanino de buena calidad. Antes se exportaron las vainas en cantidades grandes. En el comercio se conoce como divi-divi. Es una especie conocida en muchas partes y cultivada en la India y Jamaica por sus vainas o frutos.**Fenología:** floración: setiembre - octubre
recolección de semillas: diciembre - enero**Recolección:** cada árbol tiene bastantes vainas, un árbol mediano puede producir de 40-50 kg de vainas maduras.**Procesamiento:** las vainas son duras e indehiscentes. Es necesario golpearlas fuertemente. A veces se necesitan dos o tres golpeadas. Después se puede separar las semillas de la basura con una tabla inclinada.**Número de semillas por vaina:** 10**Número de semillas por kg:** 21 000**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
H ₂ O ebullición 1 minuto	20-30	arena	7	41	98,8	46,04	21 000	8 610

Observaciones: la especie normalmente tiene un porcentaje alto (hasta 50%) de semillas dañadas por insectos, (6 452 daños de insectos/kg)

Caesalpinia velutina (Britt. & Rose) Stundl.

Familia: Leguminosae - Caesalpinaceae

Nombre común: Aripín (Guatemala)

Distribución: sur de México, Guatemala hasta Nicaragua. La especie no se ha encontrado en Honduras aunque es abundante en el Valle Motagua en el Oriente de Guatemala y también se encuentra en la zona seca en el centro de Nicaragua.

Altitud: 0 - 800 msnm

Características del árbol: árbol pequeño hasta 10 m de altura. Sin espinas. Normalmente tiene buena forma con un tronco recto y ramas delgadas.

Aprovechamiento: en el Valle Motagua es una de las especies preferidas para leña. También sirve para construcción de casas. Tiene un potencial en sistemas agroforestales. De los resultados preliminares del Proyecto Leña del CATIE parece que es una especie de rápido crecimiento.

Fenología: floración: marzo - mayo
recolección de semillas: noviembre pero las vainas maduras se quedan en el árbol hasta enero o febrero.

Recolección: las vainas se encuentran en grupos muy característicos y por eso la recolección es muy rápida escalando los árboles y utilizando un cortador tipo tijeras.

Procesamiento: las vainas no son muy duras pero necesitan ser golpeadas. La basura se puede separar después al aire.

Número de semillas por vaina: 6 - 8

Número de semillas por kg: 11 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Trata- miento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Form. máx. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte lon- gitudinal	20-30	arena	14	64	100	94,85	11 000	7 000

Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Criseb.**Familia:** Leguminosae - Mimosaceae**Nombre común:** Guanacaste, Conacaste**Distribución:** sur de México, Centroamérica, Jamaica, Cuba y la parte norte de América del Sur. En Honduras es un árbol muy común de la Costa Pacífica en los Departamentos de Valle y Choluteca. También se encuentra en el interior en los valles secos como Comayagua, Otoro, Aguán y en el bosque húmedo al lado Atlántico del país.**Altitud:** 0 - 800 msnm**Características del árbol:** es uno de los árboles más grandes de la zona seca de Centroamérica llegando hasta 40 m de altura y 3 m de diámetro. Normalmente tiene una copa muy grande con ramas gruesas, las flores son pequeñas y blancas y los frutos son redondos en forma de oreja.**Aprovechamiento:** la madera es buena y sirve para canoas, muebles, construcción y también para leña. Los frutos son buenos para el ganado durante la última parte de la época seca y se utilizan para tanino y para hacer jabón. Este es un buen árbol de pastoreo por su sombra y por sus frutos. Es una especie de rápido crecimiento pero poco conocida fuera de su rango natural.**Fenología:** floración: marzo - abril (diciembre - febrero)
recolección de semillas: marzo - abril (abril - mayo)**Recolección:** los frutos se ponen de color café brillante y secos cuando están maduros. La recolección se puede realizar en cantidades grandes del suelo.**Procesamiento:** como muchas leguminosas los frutos son indehiscentes y es necesario golpear y después separar la basura con zarandas.**Número de semillas por vaina:** 8 - 12**Número de semillas por kg:** 1 000**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
H ₂ O-85°C 3 minutos	20-30	arena	42	84	100	844,16	1 000	994

Gliricidia sepium (Jacq.) Steud.

Familia: Leguminosae papilionaceae

Nombre común: Madre cacao, Madera negra, Madriado y Mata ratón.

Distribución: sur de México, Centro América, Indias Occidentales hasta Colombia y Venezuela. Esta especie se encuentra en casi todas las partes de Honduras pero la mayoría está cultivada. La zona nativa no se conoce muy bien pero se cree que será en las partes más secas y al Pacífico del Istmo.

Altitud: 0 - 1 500 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 10 m de altura. Muchas veces cultivado como cerco vivo, flores blancas o rosadas. Sin espinas. Rebota fuertemente. Es un árbol muy útil, bastante conocido y de rápido crecimiento.

Aprovechamiento: la leña de este árbol es buena, aunque es necesario secarla bien. Como cerco vivo es la especie más común, el manejo y establecimiento por estaca es muy fácil.

Forraje: al cortar el cerco vivo los rebrotes bien desarrollados se utilizan para leña y forraje también. Sombra para cacao. Ornamental.

Fenología: floración: enero hasta marzo
recolección de semillas: en algunas zonas secas comienza en marzo en otras partes en abril.

Recolección: se hace fácilmente cortando las vainas, el único problema es por el corto período de cosecha puesto que abren rápidamente las vainas con el fuerte sol del verano. Los árboles manejados en los cercos vivos muchas veces no tienen cosecha.

Procesamiento: las vainas abren con unos pocos días expuestos al sol. La abertura de las vainas provoca una explosión y puede dispersar las semillas hasta unos dos metros de largo.

Número de semillas por vaina: 4 - 8

Número de semillas por kg: 8 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-30	arena	21	87	100	11 794	8 000	7 000

Observaciones: el daño por insectos es poco

Guazuma ulmifolia Lam.**Familia:** Sterculiaceae**Nombre común:** Guácimo, Caulote

Distribución: se encuentra muy ampliamente distribuida en todo América Tropical. En Honduras éste es un árbol muy común en casi todo el país. Parece que crece mejor en climas con una estación seca bien marcada con 600 - 1 500 mm de precipitación anual. Las semillas son distribuidas por el ganado y por eso se encuentra frecuentemente por los cercos y caminos

Altitud: 0 - 1 000 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 15 ó 20 m de altura. Normalmente tiene un tronco de 5 m con una copa ancha. Sin espinas. Rebrotta muy fuertemente.

Aprovechamiento: este es un árbol de uso múltiple, se piensa que tendrá un potencial bastante grande en el futuro. La madera es muy buena para leña. La sombra durante el verano es valiosa en muchas áreas. Los frutos tienen una pulpa dulce adentro y por eso son muy buen alimento para el ganado. También se utiliza como cerco vivo. Las hojas son buenas para forraje.

Fenología: floración: mayo - junio
recolección de semillas: febrero - marzo

Recolección: los frutos son leñosos y una vez maduros tienen un color negro. Se puede coleccionar con las manos del árbol o del suelo después de caer.

Procesamiento: es necesario golpear los frutos y después separar las semillas de la basura con zarandas o soplando.

Número de semillas por fruto: 35 - 60**Número de semillas por kg:** aproximadamente 150 000**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Trata- miento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
ácido sul- fúrico 2 minutos	20-30	arena	25	23	88,9	5,14	165 000	38 000

Haematoxylon brasiletto Karst.

Familia: Leguminosae - Caesalpinaceae

Nombre común: Brazil, Campeche

Distribución: México, América Central hasta Colombia y Venezuela. Esta especie es bastante común en todas las zonas secas de América Central, pero cada vez se encuentra menos por la fuerte explotación durante los últimos años. En Honduras es más común en los Departamentos de Choluteca y Valle pero se encuentra bastante en la zona de Arenal, Departamento de Yoro y un poco en los otros valles secos como Comayagua y Otoro.

Altitud: 0 - 800 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 5 m de altura pero a veces hasta 10 m. Los árboles más grandes alcanzan 50 cm diámetro. Espinoso. El tronco en forma de mículos. Flores amarillas. Rebrotar.

Aprovechamiento: la madera es excelente para leña y se busca mucho para este uso. En años pasados se exportó bastante madera de corazón para sacar una tinta roja.

Fenología: floración: febrero - marzo
recolección de semillas. marzo - abril

Recolección: una vez bien maduras de color café y secas, las vainas se pueden recolectar sacudiendo las ramas.

Procesamiento: una suave golpeada con las manos y después soplar para separar las semillas de la basura basta para finalmente obtener las semillas.

Número de semillas por vaina: 1 ó 2

Número de semillas por kg: 48 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño								
corte longitudinal	20-30	arena	5	92	93,9	19,52	48 000	41 000

Leucaena shannonii Donn. Smith.

Familia: Leguminosae - Mimosaceae

Nombre común: Guaje

Distribución: México, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. Entre las diez especies del género Leucaena se encuentra L. shannonii en partes bajas y secas. En Honduras hay una distribución bastante amplia en muchos valles centrales (Comayagua, Cortés, El Paraíso y Olancha). Sin embargo, en cada sitio se encuentra solamente árboles aislados y a veces muy pocos árboles.

Altitud: 0 - 1 000 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 6 u 8 m de altura. Sin espinas con flores blancas o amarillas. Su forma no es tan buena en términos de rectitud del tronco como Leucaena leucocephala. Se encuentra mucha variación de la maduración entre árboles. Esta es una especie poco conocida del género Leucaena y todavía falta ensayarla.

Aprovechamiento: la madera es muy buena como leña. Se utiliza también para forraje. Las flores son apetecidas por las abejas.

Fenología: floración: setiembre - enero
recolección de semillas: diciembre - marzo

Recolección: se corta las vainas con un cortador tipo tijera o con las manos directamente.

Procesamiento: puesto que las vainas abren fácilmente con unos pocos días de sol, es fácil extraer las semillas.

Número de semillas por vaina: 6 - 18

Número de semillas por kg: 34 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 10 ¹⁰⁰ S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-30	arena	14	90	100	29,70	34 000	30 600

Leucaena diversifolia (Schlech) Benth.**Familia:** Leguminosae - Mimosaceae**Nombre común:** Guaje**Distribución:** México, Guatemala, El Salvador, Honduras. De las diez especies del género Leucaena, ésta es la más variable en términos taxonómicos y ecológicos (Brewbaker pers. comm.). Más que todo es una especie de las zonas altas pero también se encuentra en partes bajas y secas. Dentro de Honduras se conoce poco.**Altitud:** 300 - 2 000 msnm**Características del árbol:** pequeño hasta 12 m de altura y normalmente de buena forma, sin espinas y flores blancas. Rebrotta fuertemente.**Aprovechamiento:** leña de buena calidad. También se puede utilizar como fuente de forraje.**Fenología:** floración: enero - mayo
recolección de semillas: febrero - marzo**Recolección:** por el tamaño de los árboles la recolección no es muy difícil. Una vez bien maduras las vainas se puede sacudir el árbol y caen solamente las semillas sin la vaina. De esta manera no es necesario sacar las semillas, sino sólo darles una limpieza.**Procesamiento:** en caso de recolectar vainas, se abren al secar y dejan caer sus semillas.**Número de semillas por vaina:** 10 - 20**Número de semillas por kg:** 31 000, aunque se encuentra mucha variación en el tamaño de las semillas entre árboles.**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-20	arena	14	96	99,9	31	31 000	29 700

Liquidambar styraciflua L.**Familia:** Hamamelidaceae**Nombre común:** Liquidambar**Distribución:** desde Connecticut en los Estados Unidos (41°N) hasta la zona central de Nicaragua (13°N) indicando una distribución amplia en La Sierra Madre Oriental en México y las montañas de Guatemala y Honduras.**Altitud:** de 600 msnm (Olanchó, Honduras) hasta 2000 msnm (Guatemala)**Características del árbol:** árbol grande o muy grande a veces hasta 45 m de altura con diámetros mayores de 1 m. Normalmente es un árbol de muy buena forma con tronco recto y ramas delgadas. Las copas son estrechas y se encuentran rodales puros, muchas veces bastante tupidos. Rebrotta fuertemente.**Aprovechamiento:** la madera es bastante utilizada para tablas y muebles. Se usa también para leña y como fuente de pulpa. En algunas partes, e.g. Olanchó, Honduras se saca un aceite valioso en industrias de perfumes y lubricación de maquinaria pesada.**Fenología:** floración: febrero - marzo
recolección de semillas: setiembre - noviembre**Recolección:** escalando los árboles se puede cortar ramitas o sacar los frutos con un rastrillo. También llegando hasta la punta del árbol donde son cortas las ramas se pueden sacar los frutos a mano.**Procesamiento:** los frutos se cortan algo verdes y es necesario ponerlos a secar bajo sombra unos tres días y después en el sol para que abran, al sacudirlos fuertemente salen las semillas. Necesitan una limpieza con zaranda.**Número de semillas por fruto:** 30 - 60**Número de semillas por kg:** 200 000 - 240 000**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
ninguno	20-30	arena o papel filtro	21	75	97,1	4,12	200 000 400 000	236 000

Myrospermum frutescens Jacq.

Familia: Leguminosae - Papilionoideae

Nombre común: Chiquirín

Distribución: sur de México, América Central hasta Venezuela. Esta especie se encuentra en el bosque seco tropical o bosque muy seco tropical más que todo por la Costa Pacífica del istmo centroamericano. No es muy común y aunque se ha encontrado una vez en Guatemala y en el sur de Honduras, la única zona donde abunda es en Nicaragua, cerca de Boaco.

Altitud: 0 - 850 msnm

Características del árbol: árbol pequeño hasta 6 m de altura y pocas veces más alto hasta 20 m. Sin espinas. Flores pequeñas, blancas/moradas. El fruto es una samara normalmente con una sola semilla, a veces con dos y con una ala pequeña.

Aprovechamiento: tiene una madera bastante buena y pesada la que es utilizada para leña y muchos otros usos.

Fenología: es algo variable.

floración: febrero

recolección de semillas: marzo - abril

Recolección: las samaras bien secas y maduras caen al sacudir el árbol. Con un poco de viento y por sus alas los frutos se van lejos. Por eso es mejor recolectar cuando no hace viento.

Procesamiento: lo único necesario es secar y quitar las alas puesto que germina bien sin sacar la semilla pura.

Número de semillas por fruto: 1 ó 2

Número de semillas por kg: 7 500

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
ninguno	20-30	arena	42	41	97,3	128,16	7 500	3 000

Parkinsonia aculeata L.**Familia:** Leguminosae - Caesalpiaceae**Nombre común:** Aguigote blanco; Sauco sulfato

Distribución: sur de los Estados Unidos, México, América Central hasta América del Sur. Esta especie es nativa en áreas con suelos fértiles, negros, arcillosos, salinos, los cuales se abren durante el verano con hendiduras anchas y se encharcan durante el invierno; áreas de este tipo se conocen en Costa Rica, Nicaragua, Guatemala y tal vez en Oropolí, Honduras. Sin embargo, no es muy común en Honduras. En varias partes se encuentra en rodales puros y extensos.

Altitud: 0 - 800 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 6 m de altura, normalmente de buena forma. La corteza es verde cuando está tierno y negro con los años, espinoso y de flores amarillas. Rebrotta fuertemente.

Aprovechamiento: la madera se usa para leña aunque no es muy buena para este propósito; su uso es más frecuente como: ornamental, cerco vivo y forraje (más que todo de las nojas tiernas y las vainas). Por su condición natural para aguantar mucha sequía y sol se ha utilizado este árbol en zonas áridas para control de erosión. En algunas partes del mundo (por ejemplo en Australia) este árbol se ha convertido en maleza por su fuerte rebrotación.

Fenología: floración: diciembre - febrero
recolección de semillas: marzo (Nicaragua)

Recolección: las vainas se secan y se ponen de color café al madurar. En este tiempo al sacudir el árbol se caen las vainas maduras y se puede recoger con una manta extendida bajo el árbol.

Procesamiento: puesto que son vainas induradas es necesario golpearlas y después separar la basura de las semillas. Este procedimiento no hace ningún daño a la semilla por su dureza.

Número de semillas por vaina: 1 - 5**Número de semillas por kg:** 11 000**Referencia:** NAS (1980) Firewood Crops - Trees and Shrubs for Energy Protection.**Condiciones para análisis y calidad física de las semillas**

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
ninguno	20-30	arena	7	81	99,8	78,93	12 600	10 200

Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth.

Familia: Leguminosae - Mimosaceae

Nombre común: Espino de playa, Michiguiste

Distribución: México, sur de California, América Central hasta Colombia y Venezuela. También se encuentra cultivada en otras partes del mundo. En América Central es un árbol bastante común, más que todo en el Pacífico del istmo. Muchas veces se encuentra por los ríos en las zonas secas de los valles centrales y de la costa pacífica.

Altitud: 0 - 1 000 msnm, a veces hasta 1 500 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 15 m de altura, generalmente de mala forma con ramas gruesas. Espinoso con algunos árboles sin espinas. Corteza de color gris, flores blancas, amarillas y vainas torcidas y rojas cuando maduran. Rebrotta fuertemente.

Aprovechamiento: se utiliza la madera para leña aunque produce mucho humo. Se planta como cerco vivo. La semilla es negra con pequeños tegumentos blancos y la parte carnosa que la envuelve es dulce y se aprovecha en algunos lugares para hacer bebidas. Los frutos o vainas son muy buenos como forraje.

Fenología: floración: diciembre - febrero (variable)
recolección de semillas: marzo

Recolección: las vainas maduras son de color rojo. Es necesario visitar varias veces cada árbol puesto que maduran algunas vainas antes que otras. La recolección se hace con cortador tipo tijera o con las manos.

Procesamiento: con dos o tres días de sol se secan y abren las vainas. Es necesario también quitar la parte blanca.

Número de semillas por vaina: 3 - 6

Número de semillas por kg: 9 000 - 11 000

Referencia: NAS (1980) Firewood Crops - Trees and Shrubs for Energy Production.

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal sin afectar la radícula	20-30	arena	21	83	100	90,57	10 000	9 000

Senna atomaria (Linn.) Irwin & Bame by.

Familia: Leguminosae - Caesalpinaceae

Nombre común: Vainillo - Frijolillo

Sinónimo: Cassia emarginata

Distribución: México, América Central, Indias Occidentales hasta Colombia y Venezuela. Aunque tiene una amplia distribución, esta especie no es muy frecuente y normalmente se encuentra como árboles aislados o en rodales pequeños. En Honduras es bastante común en el Valle de Comayagua en los cerros y también en rodales pequeños cerca de La Paz y Las Flores.

Altitud: 100 - 1 000 msnm

Características del árbol: pequeño hasta 10 m de altura, de buena forma, con un tronco recto y ramas delgadas. Flores amarilla y vainas delgadas y largas. Esta es una especie muy poco conocida.

Aprovechamiento: la madera es muy dura y buena para leña y construcción de casas.

Fenología: floración: enero - febrero
recolección de semillas: febrero - marzo. Las vainas se demoran un año completo en madurar como el carao (Cassia grandis).

Recolección: una vez maduras, las vainas tienen un color negro y al sacudirlas suenan las semillas dentro de la vaina. Puesto que tienen bastante cosecha, la recolección es muy fácil.

Procesamiento: las vainas son indehiscentes y por eso es necesario golpearlas y después separar la basura de las semillas.

Número de semillas por vaina: 20 - 40

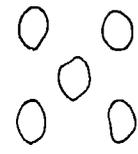
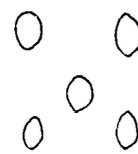
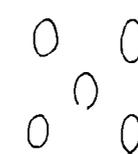
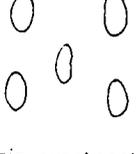
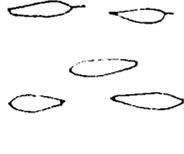
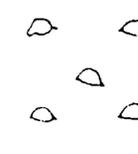
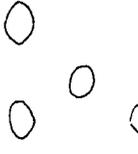
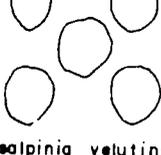
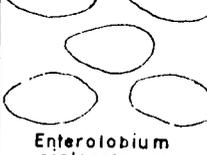
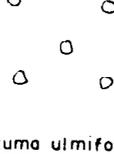
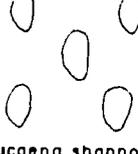
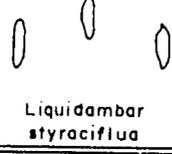
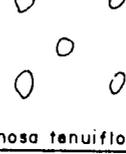
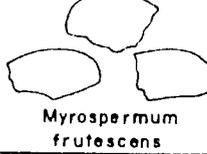
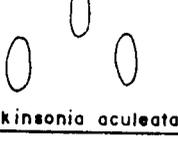
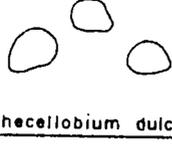
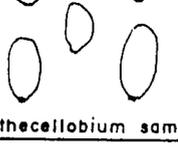
Número de semillas por kg: 33 000

Condiciones para análisis y calidad física de las semillas

Tratamiento	Temp. (°C)	Substrato	Duración análisis días	Germ. (%)	Pureza (%)	Peso 1000 S.P. (g)	Semillas (kg)	Semillas viables (kg)
pequeño corte longitudinal	20-30	arena	5	84	100	30,23	33 000	27 720

Observaciones: 15 por ciento anormales por ataque de hongo

MORFOLOGIA DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE CENTROAMERICA CON POTENCIAL PARA LA PRODUCCION DE LEÑA

 <p><i>Acacia deamii</i></p>	 <p><i>Acacia farnesiana</i></p>	 <p><i>Acacia pennatula</i></p>	 <p><i>Albizia caribaea</i></p>
 <p><i>Albizia guachepele</i></p>	 <p><i>Alvaradoa amorphoides</i></p>	 <p><i>Applanesia paniculata</i></p>	 <p><i>Caesalpinia carriara</i></p>
 <p><i>Caesalpinia velutina</i></p>	 <p><i>Calliandra calothyrsus</i></p>	 <p><i>Crescentia alata</i></p>	 <p><i>Enterolobium ciclocarpum</i></p>
 <p><i>Gliricidia sepium</i></p>	 <p><i>Guazuma ulmifolia</i></p>	 <p><i>Haematoxylon brasiletto</i></p>	 <p><i>Leucaena shannoni</i></p>
 <p><i>Leucaena diversifolia</i></p>	 <p><i>Liquidambar styraciflua</i></p>	 <p><i>Mimosa tenuiflora</i></p>	 <p><i>Myrospermum frutescens</i></p>
 <p><i>Parkinsonia aculeata</i></p>	 <p><i>Pithecellobium dulce</i></p>	 <p><i>Pithecellobium saman</i></p>	 <p><i>Prosopis juliflora</i> <i>Senna atomaria</i></p>

LITERATURA CITADA

1. HUGHES, C.E. y STYLES, B.T. Exploration and seed collection of multiple purpose dry zone trees in Central America. *International Tree Crops J.* 3:1-31. 1984.
2. MOLINA, A. Enumeración de las plantas de Honduras. *Ceiba (Honduras)* 19(1): 1-118. 1975.
3. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Firewood Crops; Shrub and Trees species for energy production.* Washington. D. C., NAS, 1980. 237 p.
4. OCHOA MENDOZA, O. Seed Testing Laboratory of the Forest Tree Seed Bank, Siguatepeque, Honduras. *Seed Sci and Technology* 12:205-217.

ESPECIES NATIVAS Y EXOTICAS PARA LA PRODUCCION DE LEÑA EN LOS ALTOS ANDES PERUANOS

Simón Morales Tejada
Ricardo Jon Llap
Jesús Arequipaño Zarzosa
Perú

RESUMEN

La Sierra Peruana comprende una franja territorial que corre de sur a norte y va desde 2000 msnm hasta 4700 msnm. El territorio es accidentado, con altiplanos cubiertos de gramíneas, laderas y flancos en donde debido principalmente a la intensidad de la precipitación puede haber vegetación arbustiva, herbácea y gramíneas, o solo suelos desnudos y valles interandinos más abrigados, donde se encuentra gran cantidad de especies arbóreas.

Las laderas donde se hacen plantaciones poseen suelos muy superficiales y poco desarrollados para soportar especies exóticas, debido al material geológico y a la temperatura; también la actividad biológica formadora de suelos es mínima debido al frío. El uso casi exclusivo de E. globulus, algunos cipreses, Pinus radiata y otros en estas condiciones, no tienen mayor porvenir debido a las condiciones actuales del sitio. Las especies nativas sí pueden crecer en estas condiciones; si bien su crecimiento es lento, brindan una buena cobertura sobre el suelo y retornan materia orgánica restauradora de la fertilidad del suelo, además, son tolerantes a las asociaciones con otras especies.

El presente documento trata de recopilar las experiencias de uso racional de especies, escogiéndose entre ellas las tecnologías simples, rescatables y aplicables en un determinado ámbito, así como despertar las inquietudes para hacer investigaciones básicas y aplicadas, con el fin de producir material energético y tratar de recuperar la cobertura vegetal y por ende los suelos.

SUMMARY

The mountainous areas of Peru between 2000 and 4700 masl tend to have steep slopes, shallow soils with little vegetative cover, often with intense rainfall and at times temperatures near freezing. Rural and urban populations in these areas depend on wood for fuel and other products, much of which must come from plantations since the original forest cover is nearly gone.

Most forest tree plantations so far have been with exotic species, mainly Eucalyptus globulus, with some Cupressus spp. and Pinus radiata, but these do not perform well at higher altitudes. There is reason to believe that native species will succeed on the higher, colder, more difficult sites, species such as Buddleia coriacea, B. incana, Escallonia resinosa, Polylepis spp. and Cassia glandulosa.

This paper reviews silvicultural experience with these species and with E. globulus, information needed by those who hope to produce environmentally benign fuelwood plantations in the high Andes. The conclusion is that native species may be best adapted for that purpose on many sites, and that such plantations would also serve to protect the genetic resource, as these species are now quite rare. Further research is recommended to increase growth rates of these native species.

ESPECIES EN ESTUDIO

Buddleia coriacea Remy Loganiaceae

Especie altoandina que se encuentra en el tercio superior del piso montano, hasta la mitad inferior del sub-alpino (3700 a 4250 msnm), en suelos calcáreos, arcillosos, relativamente profundos y textura media; requiere de 500 mm a 1000 mm de precipitación distribuida en seis meses de lluvia continua, es tolerante a la sequía. Regenera en forma natural si se despeja el mantillo; se propaga vegetativamente, pero no en forma adecuada. Se encuentra en estado natural formando bosques residuales en provincias altas de Puno y Cuzco, principalmente en laderas y quebradas. Estos bosques residuales tienden a desaparecer por acción de la tala y pastoreo.

Arbol pequeño, de copa globosa, muy ramificado desde una altura cercana al suelo, de crecimiento lento, alcanza de cinco a ocho metros de alto. La continua defoliación forma una capa considerable de mantillo (materia orgánica).

Para producir plántulas la cantidad óptima de semilla para las condiciones de Junín (4100 msnm) es 0,5 a 1 g/m² para obtener 2000 a 2500 plántulas, y 0,3 g/m² para las condiciones de Concepción (3300 msnm). En un ensayo de conservación de suelos en la Libertad se plantó esta especie en el borde inferior de zanjas de infiltración, se obtuvo 100 por ciento de prendimiento y 20 cm de altura en un año.

Además del uso ornamental y como cortina rompevientos, la especie se utiliza en cercos vivos, como leña, material para construcciones rústicas, madera para artesanía y las flores se emplean como colorante en textilería.

Para los fines de producción de leña, la especie rebrota con facilidad desde el tocón alto. Se debe tener cuidado al cortar, para no malograr la cepa y detener la producción.

Buddleia incana R y P Loganiaceae

Arbol pequeño de crecimiento lento, alcanza alturas hasta de 10 m. Fuste torcido y muy ramificado, rebrota en abundancia a partir del tocón más alto. Ocupa el piso montano en su tercio inferior medio y el piso superior en el montano bajo. Requiere precipitaciones de 250 a 1000 mm (en seis meses); es tolerante a la sequía, exige suelos profundos de textura media, litosoles, calcáreos y un pH alcalino a neutro.

Ancestralmente la especie ha sido propagada vegetativamente por medio de estacas de brotes puestos a enraizar en agua corriente. En la actualidad, en Concepción, se propaga por medio de estacas de brotes pequeños con talón puesto en medio enraizador, llegándose a obtener hasta 85 por ciento de prendimiento en ensayos preliminares. El crecimiento en viveros es bastante rápido, alcanza 60 cm en 18 meses.

Esta especie corre el riesgo de desaparecer debido a la escasa población existente en la Sierra, y a que no produce semilla.

La madera es blanca, muy densa y apreciada como leña. Con el manejo por

tallar se obtienen varas para construcciones rurales y algunos aperos de labranza. Se usa en artesanía, de las flores se obtienen colorantes para tintes y usos culinarios.

Por las ventajas que ofrece para producir leña, esta especie tiene la posibilidad de emplearse en sistemas agroforestales, principalmente como cortinas rompeviento y cercos vivos.

Escallonia resinosa R y P Saxifragaceae

Alcanza hasta 12 m de altura, tiene un solo fuste ligeramente tortuoso y una copa grande con ramificaciones rectas. No rebrota, pero si es cortado dejando un tocón de 60 cm a 1 m se puede conseguir ramificaciones que alcancen la talla del fuste cortado, siempre y cuando la cepa no sea muy vieja. Existen bosques residuales en la localidad de Tancarpata, Departamento de Cuzco, en una superficie de 150 ha, ubicados en una faja altitudinal entre los 3400 a 3850 msnm, que son rodales semilleros protegidos.

Se le encuentra también en otras provincias del Departamento de Cuzco, en el tercio superior del montano bajo y todo el piso montano, en laderas protegidas sin mucha insolación, con precipitaciones que van desde 500 a 1000 mm, distribuidos en seis meses.

Exige suelos profundos de textura media, litosoles y hasta pedregosos. Produce frutos con abundante semilla y regeneración natural buena. Ha sido propagada a través de semillas y no vegetativamente.

La especie es empleada como leña. También se fabrica carbón de poder calórico alto. Se usa en construcciones rurales, para fabricar instrumentos de labranza, artesanía y con fines ornamentales, así como en sistemas agroforestales ya que son plantadas en los bordes de los andenes donde existen cultivos agrícolas.

Polylepis spp. Rosaceae

Arbustos que tienen de 1 hasta 12 m de altura, de crecimiento lento. Su forma varía de especie a especie, con fustes tortuosos y muy ramificados. Para el Perú existen 12 especies descritas según Herrera (1943). Existen numerosos bosques residuales distribuidos a lo largo de la Sierra Peruana, en las vertientes occidentales y laderas interandinas. Se encuentra en los pisos montano y subalpino; es el género que marca los límites absolutos de altitud en la distribución de las especies altoandinas. Vive en lugares con precipitaciones de 250 hasta 2000 mm al año, distribuidos en seis a siete meses. Es un género que requiere de abundante humedad edáfica. Crece en laderas no muy expuestas y generalmente protegidas de brumas y neblinas en lugares abrigados. Generalmente los bosques residuales se presentan en forma de manchas puras; siempre se encuentran en suelos con alto contenido de materia orgánica formada por los mismos árboles, medianamente profundos, de naturaleza ácida y textura media. También media en litosoles.

Este género se puede propagar por semillas y vegetativamente. La regeneración natural se da siempre y cuando sea un bosque de extensión considerable y solo en estas condiciones se puede encontrar frutos con semillas viables puesto

que se ha observado que la especie sufre el fenómeno de la dicogamia. Las semillas tienen un poder germinativo de solo cinco por ciento. La propagación vegetativa se realiza por medio de esquejes con raíces preformadas, o estaquillas con primordio de raíces puestas directamente en medio enraizador contenido en envases o en plantabandas para las condiciones de Concepción (Departamento de Junín). Si se tala no rebrota, pero al ser desramado forma nueva copa.

Se han conseguido prendimientos del 95 por ciento en plantabandas y 100 por ciento en envases a nivel experimental, mediante estaquillas de reciente recolección con más de tres raíces preformadas, y eliminando entre el 30 y el 50 por ciento de las hojas del material vegetativo. El crecimiento de las estacas enraizadas es relativamente rápido cuando están en plantabandas, se ha obtenido plantones de 1 m en 12 meses; cuando están en envases pequeños usados para la producción de pinos, alcanzan 40 cm al año.

Desde tiempos remotos este género ha sido usado como fuente de leña para uso doméstico y para fundir metales blandos, como madera para construcciones rústicas, aperos de labranza, madera para minas y la corteza como material colorante en el teñido de lana. Cuando está verde, sirve como alimento para el ganado. Los campesinos lo plantan como cortinas rompevientos y cercos vivos en los límites de sus terrenos, generalmente dentro de estos cercos siembran pasto y guardan ganado. También algunas veces siembran tubérculos y hortalizas dentro del área protegida.

Cassia glandulosa Torr.

Arbustos de 60 cm, pero pueden alcanzar hasta cuatro metros; tienen un fuste muy ramificado y rebrota vigorosamente.

En algunas regiones existe en forma abundante como vegetación natural en laderas, linderos de los terrenos y en terrenos abandonados después de los cultivos.

Se encuentra distribuido en el tercio medio inferior del piso montano y el tercio superior del piso montano bajo, en lugares con precipitación de 500 a 1000 mm en seis meses; soporta la sequía, exige suelos profundos, de textura media a pesada, de naturaleza ácida a neutra, algunas veces medra en litosoles.

Esta especie se propaga por semillas, las que se producen abundantemente. Se pueden sembrar directamente cuando el suelo es profundo y el clima favorable, o producirse en viveros por almacigado cuando se va a repoblar en condiciones difíciles. La crianza en viveros no debe ser mayor de ocho meses. La semilla tiene un poder germinativo de 80 por ciento, emergiendo a las dos semanas luego de la siembra y se puede repicar a las tres o cuatro semanas después de la germinación. Es indiferente al tratamiento pregerminativo por remojo.

Esta especie es usada principalmente para leña. En algunas comunidades altoandinas es arrancada de raíz para dicho uso. De las ramas tiernas y flexibles se tejen canastas. En la comunidad de Hauncal, los campesinos informan que tradicionalmente manejan esta especie para producción de leña; la especie integra un sistema agroforestal: se planta en los bordes de las terrazas cultivables.

Eucalyptus globulus spp. globulus Myrtaceae

Fue introducido aproximadamente en 1860 en la región andina del Perú. De crecimiento rápido, alcanza una altura de 30 m en 20 años y un diámetro de 37 cm a 45 cm en los valles principales de la Sierra. El crecimiento es variable según el sitio. Crece en elevaciones desde 2400 a 3800 msnm, con precipitaciones de 500 a 1000 mm (distribuida en seis meses) y temperatura media anual que fluctúa entre 6°C y 12°C. Soporta sequías y heladas moderadas, se adapta a una diversidad de suelos que van desde arenosos, arenosarcillosos, hasta pedregosos, relativamente profundos y un pH desde ligeramente ácido hasta ligeramente alcalino.

Las condiciones climáticas óptimas para su crecimiento son: altitud de 2400 a 3500 msnm, precipitación de 500 a 1000 mm y temperatura media anual de 12°C. Es tolerante a sequías de cuatro meses y heladas por encima de 4°C. Prefiere suelos profundos (más de 60 cm) no calcáreos, con pH 6,0 a 7,5 y pendiente de hasta 60 por ciento.

Se propaga fácilmente por semillas en viveros, no se observó regeneración natural en bosques cultivados con espaciamientos menores a 3 m x 3 m, pero sí en bosques abiertos con espaciamientos de 5 m x 5 m. En proyectos de reforestación puestos en marcha a lo largo de la Sierra, se han empleado plántulas producidas en envases individuales; está en condiciones de ser plantado a los seis o siete meses, con altura de 30 a 40 cm producidos en bolsas con dimensiones de 10 a 18 cm.

Se ha empleado como un componente agroforestal, principalmente en cortinas y linderos; sin embargo es inconveniente como rompevientos pues deja pasar el viento entre los fustes, así como las heladas convectivas, brindando una deficiente protección a los cultivos. Por esta razón debe ser usada en combinación con otras especies, pero por su agresividad compite a nivel radical y aéreo, oprimiendo a las especies asociadas. Además, el sistema radical se extiende en forma superficial hasta 20 m, por lo que compite con los cultivos establecidos a lo largo de la fila de árboles. La sombra de proyección durante el día, afecta a cultivos intolerantes como maíz, alfalfa, papa y habas, y en menor escala a los cereales de granos pequeños y legumbres. Esto quiere decir que la especie compite fuertemente a nivel de suelo y de vuelo. Esta situación se agrava debido al sistema de minifundio y predios pequeños.

Además de los usos apuntados, también se emplea como fuente de leña. En condiciones de cerco, plantados en valles y campiñas tienen un crecimiento que varía entre 10 a 12 m³/ha/año bajo riego. Se considera un árbol polémico, por sus características de rápido crecimiento y múltiple uso versus la competencia con los cultivos y la poca protección contra los vientos y heladas. Esto lo hace una especie no idónea para el empleo en sistemas agroforestales en valles y campiñas.

DISCUSION

Se determinará las ventajas y desventajas de las especies desde el punto de vista cualitativo, al no existir datos numéricos para hacer las comparaciones cuantitativas.

El empleo de especies nativas para hacer plantaciones en sistemas agroforestales, silvopastoriles, recuperación y restauración de áreas degradadas, así como protección en los altos Andes es más deseable debido a que tienen un carácter ecológico natural y perfectamente compatible con la realidad, en contraposición con su lento crecimiento y baja productividad, además del incipiente conocimiento silvicultural y de manejo que se tiene sobre ellos. Por su bajo valor económico se pueden manejar en turnos cortos con el fin de producir biomasa y no esperar largos plazos con miras a la industrialización (aserrado). Además, son especies de uso múltiple muy conocidas por el poblador andino, sobre las que no existe información escrita.

Las especies exóticas en los altos Andes tienen dificultades de adaptación y productividad en condiciones de sitio adversas. En condiciones ideales su crecimiento es rápido y su productividad alta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Una solución al problema energético altoandino es el empleo de especies forestales nativas, a pesar que solo quedan algunos relictos y se plantan en pequeña escala. La utilización de éstas en la reforestación permite conservar el patrimonio genético y mantener una reserva de leña para el futuro con especies en vías de extinción.

- Si bien es cierto que las especies nativas son de crecimiento lento y productividad baja, tienen un valor ecológico alto y dadas las condiciones difíciles en donde crecen no tienen competidores exóticos. Su uso en la reforestación y sistemas agroforestales permiten conducir material leñoso en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades del poblador rural altoandino.

- Se recomienda hacer investigaciones básicas y aplicadas sobre las especies nativas en general, con el fin de sacarlas del olvido en que se encuentran y que se integren a la actividad de reforestación, a fin de aliviar el problema energético altoandino.

- E. globulus solo es productivo cuando encuentra condiciones de sitio satisfactorias, se recomienda una adecuada selección y preparación de sitio para su plantación, a fin de lograr una producción máxima.

PLANTACIONES ENERGETICAS EN CUENCAS HIDROGRAFICAS DEL TROPICO: PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

Gonzalo De Las Salas
Colombia

RESUMEN

En las áreas de escasez de leña y en las de aprovechamiento forestal de América Tropical, se ha cortado el bosque pero no se ha replantado. Por otro lado, se registra un considerable avance de la erosión y la desertificación en varias regiones críticas.

El bosque virgen comercialmente aprovechable es cada vez más inaccesible, mientras que la plantación y cosecha de árboles para leña enfrenta problemas sociales y políticos entre los que se destacan: a) peligro de propiciar la erosión por prácticas indeseables de cosecha, b) prácticas de sobrepastoreo en plantaciones, c) resistencia del campesino a plantar especies aptas para leña, d) poco atractivo político, e) competencia con otros usos tradicionales de la tierra, f) escaso poder protector al suelo de las especies energéticas no leguminosas, g) baja disponibilidad de tierras comunitarias para implementar proyectos de reforestación con fines energéticos.

La leña suministra el ocho por ciento del consumo energético de los países de América Latina. En los países más pobres, este consumo puede subir hasta 90 por ciento. Esta cifra indica que la leña representa el combustible más importante en el sector rural.

Aunque se ha detectado un descenso en el consumo de leña en las zonas rurales de América Tropical por causa del éxodo de la población hacia las ciudades, el manejo técnico de la leña a nivel de industria forestal energética, tiene un gran porvenir en esas zonas, y en las regiones apartadas que no gozan de los servicios de interconexión eléctrica.

La producción y utilización de leña en las cuencas hidrográficas del trópico resulta más atractiva económicamente aún a pequeña escala, mediante el manejo eficiente de especies forestales de rápido crecimiento.

SUMMARY

In the areas of tropical America where firewood is scarce and where forests are exploited, the forest has been cut but not replanted. In several regions, on the other hand, a considerable increase has been noted in erosion and desertification.

Commercially exploitable virgin forest is becoming more and more inaccessible, while planting and harvesting of trees for firewood faces social and political problems such as: a) the risk of inducing erosion through undesirable harvesting practices; b) overgrazing in plantations; c) resistance by peasants to planting firewood species; d) low political motivation; e) competition with other traditional land uses; f) little power to protect the soil from non-leguminous fuelwood species; g) little availability of common areas where fuelwood reforestation projects could be implemented.

Firewood provides eight percent of energy consumption in the countries of Latin America. In the poorest countries, this use may rise to 90 percent. This figure shows that firewood represents the most important fuel in the rural sector.

Although a decrease in the consumption of firewood in the rural zones of tropical America has been noted as a result of the migration of the population to the cities, the technical management of firewood at the level of the fuelwood forest industry has a great future in these zones and in the remote regions which do not enjoy electrical service.

The production and utilization of firewood in the watersheds of the tropics turns out to be more attractive economically even on a small scale through the efficient management of rapid-growing forest species.

INTRODUCCION

En un futuro predecible, el reto más importante del recurso bosque en América Latina será la plantación de árboles y un mejor manejo de las plantaciones en las zonas rurales densamente pobladas. En las áreas de escasez de leña y en las de aprovechamiento forestal se ha cortado bosque pero no se ha replantado, mientras que se registra un considerable avance de la erosión y desertificación en varias regiones críticas.

Mientras que el aprovechamiento del bosque virgen es cada vez más difícil, siendo una circunstancia afortunada para la conservación del recurso, la plantación y cosecha de árboles para leña enfrenta problemas sociales y políticos, entre los cuales se destacan:

- peligro de propiciar la erosión por prácticas inadecuadas de cosecha;
- prácticas de sobrepastoreo;
- resistencia del habitante rural a plantar especies aptas para leña;
- poco atractivo político;
- competencia con otros usos tradicionales de la tierra (pastoreo extensivo, agricultura de subsistencia);
- escaso poder protector del suelo de las especies energéticas no leguminosas;
- baja disponibilidad de tierras comunitarias para implementar proyectos de reforestación con fines energéticos.

Lo anterior se suma al hecho paradójico de que por un lado, hay escasez de leña para necesidades primarias de energía en las zonas rurales y por otro, las industrias de aserrio desperdician más del 50 por ciento de la madera procesada. De acuerdo con estimativos de Earl (3) la energía total que se hubiera obtenido del incremento anual no utilizado de los bosques tropicales del mundo equivaldría casi a la mitad del consumo mundial de energía derivada de todas las fuentes. Respecto a las plantaciones energéticas, la reunión de expertos realizada en Roma en 1981 para asesorar a las Naciones Unidas sobre las necesidades de energía con base en madera, estimó que los esfuerzos de reforestación a nivel mundial tendrían que incrementarse diez veces.

LAS PLANTACIONES ENERGETICAS

Hoy se habla fuertemente de "silvicultura energética" o plantaciones energéticas (10). Tal término se utiliza generalmente para manejo de bosques artificiales o plantaciones de crecimiento rápido para producción de leña principalmente. La importancia del suministro de energía para regiones rurales es generalmente reconocida y no discutida. La mayor fuente de energía y la más importante en la mayoría de los casos es la madera utilizada en su forma más simple como leña, carbón o gas. Si la leña escasea en las zonas rurales, el caso de muchas regiones centroamericanas, el resultado puede ser un aumento del gasto

de energía humana en colectarla (en El Salvador y en otros países centro-americanos se comprobó que las áreas potencialmente críticas de consumo de leña se localizaban en zonas donde la mujer y los niños de la familia rural debían caminar hasta 15 km diarios para conseguirla). Las especies de crecimiento rápido y aptas para leña pueden establecerse en las mismas parcelas del agricultor, sin quitar campo para sus actividades normales de pastoreo o agricultura y contribuyen decisivamente a aumentar el suministro de energía, independientemente de las posibilidades limitantes de producción de madera de los servicios forestales. Sin embargo, el consumo excesivo de leña en regiones donde ésta escasea puede llevar al deterioro del suelo, escasez del agua y otras calamidades domésticas. Este caso es muy común en varias regiones secas del nordeste del Brasil y de América Central. Las especies aptas para leña además de su poder colórico, fácil ignición, completa combustión y emisión de humo inofensivo para el ambiente y la salud humana, deben contar con características silviculturales que las hagan particularmente apropiadas para este efecto, entre ellas se mencionan:

- relativa tolerancia a la variabilidad de los sitios de plantación;
- capacidad de ocupación del sitio de plantación, incluyendo suelos degradados, compitiendo y suprimiendo otra vegetación;
- respuesta a tratamientos culturales técnicamente factibles, tales como fertilización;
- facilidad de plantación por vía vegetativa (por ejemplo pseudoestacas);
- logro de un crecimiento rápido en un tiempo relativamente corto diez o menos años;
- protección del suelo.

Las especies más apropiadas para leña y otros usos han sido reseñadas en una excelente monografía publicada por la National Academy of Sciences (9). Entre las especies descritas en esta publicación para los trópicos húmedos y las tierras altas tropicales de América merecen mención las siguientes:

<u>Acacia auriculiformis</u>	<u>Acacia mearnsii</u>
<u>Calliandra calothyrsus</u>	<u>Alnus acuminata</u>
<u>Casuarina equisetifolia</u>	<u>Eucalyptus globulus</u>
<u>Glinicidia sepium</u>	<u>Eucalyptus grandis</u>
<u>Gmelina arborea</u>	<u>Eucalyptus deglupta</u>
<u>Guazuma ulmifolia</u>	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>
<u>Leucaena leucocephala</u>	<u>Grevillea robusta</u>
<u>Muntingia calabura</u>	<u>Inga vera</u>

<u>Sesbania grandiflora*</u>	<u>Matayba sp.*</u>
<u>Trema spp.</u>	<u>Byrsonima crassifolia*</u>
<u>Brosimum alicastrum*</u>	<u>Mimosa tenuiflora*</u>
<u>Haematoxylon brasiletto*</u>	<u>Tectona grandis*</u>
<u>Diphysa robinoides*</u>	<u>Lysiloma kellermanii*</u>

ENERGIA DE LA BIOMASA

Según estadísticas de FAO (6), a nivel continental la leña suministra el ocho por ciento del consumo energético de los países de América Latina. En los países más pobres, este consumo puede subir hasta el 90 por ciento. En términos generales, dicho consumo representa entre 0,6 y 1,5 m³/habitante/año. Por otra parte, para producir 1 kwh se necesita gasificar 1,25 kg de leña. Teniendo este valor como base, y estimando que una hectárea de plantación energética produce entre 10 y 12 m³/ha/año, se obtendrían entre 7,0 y 8,4 toneladas de leña por ha, lo que equivaldría a una generación de energía de 5600 a 6720 kwh. Una plantación energética a pequeña escala, por ejemplo 50 ha, generaría 336 000 kwh, equivalente a la energía producida por una central hidroeléctrica de mediano tamaño, con las ventajas de bajos costos de producción, sin riesgo de eutroficación del embalse y los altos costos de mantenimiento que representa una represa en los trópicos.

Las posibilidades tecnológicas para el aprovechamiento de la energía almacenada en las plantas verdes y de desechos de naturaleza orgánica, son muy amplias y pueden ser calificadas de diversa manera a saber: a) según el proceso utilizado; b) según la materia prima; c) según la naturaleza de los productos y su utilización.

Las principales características y sus aplicaciones que ofrecen la leña y la madera como fuentes de energía no convencional o renovable, se resumen en el Cuadro 1. La combustión de leña, residuos forestales, y otros residuos celulósicos, constituye el proceso más antiguo empleado por el hombre para procurarse energía tanto a nivel doméstico como industrial. El Estudio Nacional de Energía (8) en Colombia, por ejemplo, comprobó que el consumo residencial de energía con base en leña en 1979 representa el 65 por ciento (3 065 miles de TEP)**, contra el 16 por ciento, 3,4 por ciento y 16 por ciento en las formas de electricidad, carbón y petróleo y sus derivados, respectivamente.

Aunque se ha detectado un descenso en el consumo de leña en algunas zonas rurales en el trópico americano por causa del éxodo de la población hacia las ciudades, el manejo técnico de la leña silvicultural y energéticamente, tiene un

* Especies reportadas por el Proyecto CATIE-ROCAP: Leña y Fuentes Alternas de Energía (12).

** Toneladas equivalentes de petróleo.

gran porvenir a nivel de finca en regiones que no gozan de los servicios de interconexión eléctrica.

Cuadro 1. Características y aplicaciones de la leña y la madera como fuentes de energía

Proceso	Materia prima	Productos energéticos	Sub-produc.	Estado de tecnología	Aplicaciones
combustión directa	leña, residuos madereros	calor, vapor energía mecánica	humus, cenizas	comercial	cocción de alimentos deshidratación de productos agrícolas y ladrillo industrias de papel, aserraderos, etc
termo-conversión	madera, recursos celulósicos	carbón vegetal coke metalúrgico gas de madera de metanol	ferroles alquitrán metanol ácido acético cenizas CO ₂	comercial y experimental	idem, además de generación de electricidad, vehículos.
fermentación alcohólica	madera caña, yuca etc.	etanol lignina	CO ₂ bagazo vinaza aceite fusel	comercial y experimental (Etanol de madera)	siderurgia, vehículos a gasolina, industria química

PERSPECTIVAS

Desde el punto de vista económico, la producción y utilización de leña en forma industrial, resultan más atractivas mediante la plantación de especies forestales de crecimiento rápido y rendimiento elevado, combinado con un manejo eficiente de la plantación con fines energéticos. Brasil por ejemplo, cuenta con extensas superficies de *Eucalyptus citriodora*, *E. camaldulensis*, *E. cloeziana* y *E. tereticornis*, con una densidad de 6600 árboles por ha, cortes cada tres años en un turno de 18 años.

El aprovechamiento más rentable de la leña producida en plantaciones en su transformación a carbón vegetal, el cual es un combustible sólido seco de mayor poder calorífico ($29,6 \times 10^3$ kJ/kg) tan solo inferior al petróleo diesel ($40,9 \times 10^3$ kJ/kg) y a la parafina ($43,4 \times 10^3$ kJ/kg) (13). Este mismo autor estima que las plantaciones forestales energéticas técnicamente manejadas pueden tener rendimientos de 70/estéreos/año. Considerando una eficiencia de conversión térmica de un 70 por ciento, se tendría una fuente calórica de 19×10^7 kJ/ha/año por cada hectárea de plantación, es decir, cerca de 28 barriles equivalentes de petróleo.

La tecnología de uso energético está fuera de los objetivos de este escrito. Sin embargo, conviene precisar que Argentina y Brasil, por ejemplo, poseen amplia experiencia en la explotación forestal con fines siderúrgicos, y han desarrollado máquinas briqueteadoras apropiadas y económicas. Para fines domésticos se utilizan cocinas eficientes en el aprovechamiento del calor. Las llamadas "estufas lorena" tienen un mercado amplio en América Central, Brasil y Colombia.

Una operación eficiente debe permitir obtener aproximadamente 40 kg de carbón por cada 100 kg de leña seca*. En términos volumétricos la relación leña/carbón sería de $1,7 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

El ejemplo del Brasil con su "Programa Nacional de Florestas Energéticas" es altamente motivador. Este programa mediante la utilización masiva de leña y carbón, pretende sustituir para 1985 cerca del 24 por ciento del petróleo que sería consumido (cerca de 120 000 barriles/día), lo cual le exigirá ampliar el área de plantación a una tasa del 20 por ciento aproximadamente (13).

CONCLUSIONES

1. El ritmo de deforestación en América Latina (3,5 millones de ha/año) y en Colombia en particular (900 000 ha/año, la mayor parte por acción colonizadora) hacen prever que en un futuro cercano, la reforestación con especies de crecimiento rápido con fines energéticos será una alternativa de costo bajo para la satisfacción de las necesidades energéticas del ambiente rural. Otras ventajas derivadas de las plantaciones forestales son la protección del suelo y, su función "amortiguadora" de la tala del bosque natural. Se estima que por cada hectárea plantada de "leña" se protegen cuatro de monte nativo.
2. Existen grandes posibilidades de adaptar especies forestales de rápido crecimiento para producción de leña y carbón vegetal.
3. Existe amplia evidencia en varios lugares del mundo, de que con inversiones pequeñas de mano de obra y materiales, se pueden obtener aumentos significativos inmediatos en la eficiencia energética de las cocinas de leña.
4. En el panorama energético, el manejo de la biomasa de madera y leña parece promisorio en las regiones apartadas y en las zonas rurales.
5. El aprovechamiento más rentable de la leña producida en plantaciones es su transformación a carbón vegetal, cuyo poder calorífico ($29,6 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$) es alto. Las posibilidades de aprovechar esta energía colórica dependen factores técnicos y socio-económicos.
6. La importancia de la "silvicultura social y de protección" se ve en las inversiones potenciales estimadas por el BID, 1983, para el período 1981-2000, que son del orden de 2 500 a 4 200 millones de dólares americanos. De este monto, se han estimado 1100 millones de dólares para los proyectos de leña de América Latina.

* Factor de conversión leña/carbón vegetal: 0,4.
 Poder calorífico del carbón vegetal: $6,5 \text{ Tcal}/10^3 \text{ tm}$.
 Poder colórico de la leña: $3,6 \text{ Tcal}/10^3 \text{ tm}$. (Fuente ENE).

LITERATURA CITADA

1. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. El desarrollo forestal en América Latina. S. Macgauguey y H. M. Gregersen (eds), Washington D. C., 1983. 235 p.
2. COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. La reforestación en Colombia. Revista de Planeación y Desarrollo 10(2):83-158. 1978.
3. EARL, D. E. Forest energy and economic development. Oxford, England, Clarendon Press. 1975.
4. ECKHOLM, E. The other energy crisis: firewood. Washington D.C., Worldwatch Institute. Worldwatch Paper No. 1. 1975.
5. ECKHOLM, E. Planting for the future: forestry for human needs. Washington D.C., Worldwatch Institute. Worldwatch Paper No. 26. 1979.
6. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Los Recursos Forestales Tropicales. Estudio de Montes No. 30. Roma, 1978. 113 p.
7. INDIRENA/CANADA. Informe sobre el recurso forestal y las industrias forestales en la zona pacífica de Colombia. Proyecto de Desarrollo Forestal Integral de la Costa Pacífica. 1976. 142 p.
8. MEJIA, MILLAN y PERRY, LTDA. Estudio Nacional de Energía. Departamento Nacional de Planeación y Ministerio de Minas y Energía. Bogotá, FONADE. Valencia Ed. 1982. 663 p.
9. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Firewood crops; shrub and trees species for energy production. Washington D. C., NAS, 1980. 273 P.
10. SIREN, G. Silvicultura energética. Unasylya (FAO) 34(138):22-28. 1982.
11. SMITH, N. J. H. Fuel forests: a spreading energy resources in developing countries. INTERCIENCIA 6(5): 1981.
12. UGALDE A., L. Especies sugeridas para la producción de leña en Centroamérica y resultados de algunas especies. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 12 p.
13. VERASTEGUI, L. L. Informe sobre el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables o no convencionales. Estudio de caso de manejo ambiental; la selva central del Perú. Lima, Perú. PNUD/OEA/ONERN. (manuscrito sin publicar).

COMPORTAMIENTO INICIAL DE SEIS ESPECIES FORESTALES EN
UN VERTISOL EN NICARAGUA *

Ben Chang
Jan Bauer

RESUMEN

Se presentan los resultados a los dos años de un ensayo de comportamiento de seis especies en un sitio en Nicaragua con un Vertisol (Typic Chromuster), una temperatura media anual de 29,1°C, una precipitación media anual de 960 mm y un déficit hídrico durante por lo menos, seis meses. La sobrevivencia de todas las especies era aproximadamente el 75 por ciento o más. Las dos especies con el crecimiento inicial en altura eran Prosopis juliflora (3,8 m) y Azadirachta indica (4,0 m) siendo el dap 3,5 y 5,0 m respectivamente. Las otras especies son: Glicicidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala, Parkinsonia aculeata.

SUMMARY

Two-year results are presented for a species trial on a site in Nicaragua with a Vertisol (Typic Chromuster), an average yearly temperature of 29,1°C, an average yearly rainfall of 960 mm, and at least six dry months. Survival of all six species was approximately 75 percent or more. The two species with best initial height growth were Prosopis juliflora (3,8 m) and Azadirachta indica (4,0 m) with an average dbh of 3,5 and 5,0 respectively. The other species were: Glicicidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala, and Parkinsonia aculeata.

*Este trabajo está basado en la siguiente tesis de grado completada con datos recientes.

CHANG, B. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1984. 144 p. 108 refs.

INTRODUCCION

En Managua, capital de Nicaragua, se consumeq aproximadamente 240 000 tm de leña seca al año; es decir 650 tm o casi 1000 m³ volumen sólido por día. La región de Las Maderas-San Francisco Libre, al norte de Managua, es una de las áreas principales de abastecimiento de leña para la ciudad.

En la región existe una extensión mayor de 33 000 ha de Vertisoles y suelos Vérticos sin contar el terreno en cultivo con riego. El clima es semiárido y la vegetación del tipo sabana arbolada con pocas especies arbóreas o arbustos, muchas de ellas con espinas. La mayor parte del terreno no tiene aptitud para riego y actualmente está siendo usada para ganadería muy extensiva. Cada año a finales de la época seca se quema para estimular la regeneración del zacate para el ganado.

Para conocer el potencial de la región para plantaciones forestales con fines energéticos se estableció algunos ensayos.

A continuación se presenta los resultados preliminares de un ensayo de comportamiento de seis especies forestales.

LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DEL SITIO DE ESTUDIO

El sitio de estudio con el nombre El Guanacaste, está localizado a 2,8 km sobre el camino que del km 41 de la Carretera Panamericana Norte conduce a San Francisco Libre, Departamento de Managua: 12° 22' latitud norte y 86° 08' longitud oeste. La altitud es de 1000 msnm.

El clima se caracteriza por una temperatura alta (promedio anual 29,1°C) y viento dominante del este (promedio lo km/hora en marzo). La precipitación media anual es de 960 mm (860 mm en 1983) y la evapotranspiración potencial (ETP) de 1700 a 1900 mm/año, de lo que resulta un déficit hídrico muy marcado durante seis a ocho meses, como ocurrió en 1983.

Los suelos del sitio de estudio son Pellusterts y Chromusterts asociados con Vertic Haplustalfs y Ustropepts. La mayoría está sobre lecho calcáreo. Se puede observar gilgai normal dentro de los rodales naturales de Parkinsonia aculeata y Prosopis juliflora.

El ensayo de comportamiento de las seis especies se encuentra sobre un Typic Chromustert. La capa superior (horizontes A,B y C₁) es de color castaño oscuro y tiene un espesor de 60 cm. La textura es arcillosa con un porcentaje de arcilla de hasta 70 por ciento. La estructura es de tipo bloque angular a prismático. La consistencia es plástica y adhesiva en estado húmedo y dura en estado seco. Los límites entre los tres horizontes son difusos. El subsuelo es franco arenoso, de color castaño amarillo y estructura masiva.

Los análisis químicos indicaron un pH de 6,0 en los horizontes superiores, una capacidad de intercambio de cationes alta (CIC >60 meq/100 g) y un contenido de materia orgánica inferior a 1,1 por ciento.

ESTABLECIMIENTO DEL ENSAYO

A fines de mayo de 1983, cinco días después de la primera lluvia en el sitio, se pasó un arado de desmonte para romper el suelo y enterrar las malezas, usando un tractor de oruga equipado con discos reforzados y pesados de 60 cm de diámetro. Se tractoreó cuatro veces para alistar el terreno.

El ensayo se estableció a principios de junio de 1983, pero debido a una interrupción prolongada de las lluvias poco después de plantar, fue necesario plantar todo el ensayo nuevamente a mediados del mes de agosto. Se le dio el mantenimiento necesario en forma manual con machete. Fue necesario controlar una plaga de ratas algodoneras (Sigmodon hispidus) al inicio de la plantación y otra de grillos (Scotistocera pallens) en diciembre del mismo año.

El diseño del ensayo es de cuatro bloques completos al azar con parcelas subdivididas en arreglo factorial; en las parcelas grandes una de cuatro combinaciones; con o sin siembra de gandul (Cajanus cajan), y con o sin aplicación de fertilizantes. El gandul se sembró a un espaciamiento de 50 x 50 cm. Los fertilizantes fueron 60 g de fósforo al fondo del hoyo al momento de plantar y 20 g de urea por planta una vez al mes durante la época de lluvias de agosto a noviembre; asimismo cinco g de azufre y adición de zinc en aplicación foliar en los mismos meses, ocho ml/planta de una solución de 40 ml de melatosato en 19 l de agua.

En las parcelas pequeñas se plantó cuatro plantas de una de las seis especies, a 2 x 2 m con una hilera de borde de plantas de Parkinsonia aculeata, por falta de más plántulas de las otras especies. Las seis especies ensayadas son Azadirachta indica, Glinicidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala, Parkinsonia aculeata y Prosopis juliflora.

RESULTADOS DESPUES DE DOS AÑOS

Debido a daños causados por ganado en uno de los bloques, el análisis se basa en los datos de sólo tres de los bloques.

La sobrevivencia a los dos años fue superior al 70 por ciento para todas las especies, observándose una pequeña reducción del primer año al segundo año únicamente para P. juliflora y G. sepium (Cuadro 1). Cabe mencionar que al momento de plantar, las plántulas de A. indica eran mucho más pequeñas (sólo 10 cm de altura y 2,3 mm de diámetro) que las otras especies.

Aunque al año las diferencias en alturas todavía eran reducidas, se ve cómo a los dos años variaba de 2,3 m para G. ulmifolia a casi 4,0 m para P. juliflora y A. indica. En cuanto a diámetro, el menor dap se encontró en G. ulmifolia (2,6 cm) y el mayor para A. indica (5,0 cm). Llama la atención la gran diferencia entre ésta y las siguientes especies, incluyendo P. juliflora (3,5 cm).

No se presentan los resultados para los tratamientos de abono y fertilizantes. Aunque al año hubo cierta respuesta a la fertilización principalmente, pero variando según especie, no fue en ningún caso significativa. Si esto es el caso también a los dos años no se ha analizado aún.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las condiciones del sitio se puede considerar que la sobrevivencia y el crecimiento inicial fueron aceptables para todas las especies excepto G. ulmifolia. Aunque el crecimiento inicial de P. juliflora fue bastante bueno, es definitivamente la especie con el crecimiento más acelerado. Cabe notar que contrario a P. juliflora, A. indica no sufrió daños por ataques de grillos y que no tiene espinas. Habrá que observar el futuro desarrollo de G. sepium y L. leucocephala para poder definir su potencial.

Es interesante comparar los datos de este ensayo con un ensayo de eliminación de otras 16 especies en el mismo sitio plantado en la misma fecha, sobre un Vertic Ustrocept también con un 70 por ciento de arcilla y arado.

A los nueve meses la sobrevivencia fue similar, es decir aproximadamente 70 por ciento más, sólo para tres especies: Acacia albidia, Acacia senegal y Cassia siamea. El crecimiento inicial en altura en ningún caso alcanzaba los valores para las mejores especies en el ensayo de comportamiento, y solo en el caso de Eucalytus camaldulensis pasaba de 1,0 m. El ensayo de eliminación si corrobora la necesidad de arado y el uso de plantas con mayor diámetro para asegurar alguna sobrevivencia en suelos Verticos o Vertisoles.

Cuadro 1. Sobrevivencia y crecimiento durante los primeros dos años en un ensayo de comportamiento de seis especies en El Guanacaste, Nicaragua *

Especie	Edad (meses)	Sobrevivencia (%)		dap (cm)		Altura (m)	
		9	26	9	26	9	26
<u>Azadirachta indica</u>		73b**	73	2,2a	5,0	1,5a	4,0
<u>Gliciridia sepium</u>		88a	79	1,7a	3,3	0,7b	3,2
<u>Guazuma ulmifolia</u>		77b	77	1,8a	2,6	0,7b	2,3
<u>Leucaena leucocephala</u>		90a	90	1,8a	3,4	1,2a	3,3
<u>Parkinsonia aculeata</u>		80ab	80	2,3a	2,7	1,3a	2,9
<u>Prosopis juliflora</u>		92a	80	3,0	3,5	1,8a	3,8

*100 msnm, TMA 29,1°C, PMA 960 mm (>6 meses secos), lypic chromuster.

Los datos son promedios para 4 combinaciones de abono orgánico y fertilizantes.

**Entre datos con la misma letra no se encontró diferencias significativas (P<0,05) según Kruskal-Wallis (sobrevivencia) y Tukey (dap y altura).

RESULTADOS PRELIMINARES CON ESPECIES PARA LEÑA EN LA ZONA SUR-ORIENTAL DE GUATEMALA

Francisco A. Padilla
INAFOR
Guatemala

RESUMEN

El presente trabajo muestra los resultados preliminares obtenidos con 13 especies forestales para la producción de leña en seis sitios experimentales, con el propósito de seleccionar las más prometedoras para la formación de bosques energéticos en la zona sur-oriental de Guatemala.

Se estudió el comportamiento de Casuarina equisetifolia en La Conora, tres eucaliptos en Los Esclavos, nueve especies forestales en Las Cabezas, 11 especies asociadas con Zea mays y Phaseolus vulgaris en Tecuaco, y cinco especies asociadas con Zea mays y Sorghum vulgare en El Astillero. Las de mejor comportamiento en Las Cabezas fueron: E. camaldulensis, L. leucocephala, M. azedarach; C. equisetifolia en La Conora; G. arborea y M. azedarach en asociación con Zea mays y S. vulgare en El Astillero; L. leucocephala, C. siamea, E. camaldulensis, M. azedarach, R. donnell Smithii, C. velutina, G. sepium y C. equisetifolia asociadas con Zea mays y P. vulgaris en Tecuaco, y L. diversifolia, C. velutina y I. pentaphylla en Chiquihuitán.

Los resultados son preliminares debido a que las plantaciones son muy jóvenes y están en proceso de estudio.

SUMMARY

The present study gives preliminary results of work with 13 forest species on the production of firewood in six experimental sites for the purpose of selecting the most promising species for the planting of fuelwood forests in the southeast zone of Guatemala.

The behavior of the following species was studied: Casuarina equisetifolia in La Conora, three species of eucalyptus in Los Esclavos, nine forest species on Las Cabezas, 11 species associated with Zea mays and Phaseolus vulgaris in Tecuaco, and five species associated with Zea mays and Sorghum vulgare in El Astillero. Those that behaved best were: Eucalyptus camaldulensis, Leucaena leucocephala, Melia azedarach in Las Cabezas; C. equisetifolia in La Conora; Gmelina arborea and M. azedarach in association with Zea mays and S. vulgare in El Astillero; L. leucocephala, Cassia siamea, E. camaldulensis, M. azedarach, Roseodendron donnell Smithii, Caesalpinia velutina, Gliricidia sepium and C. equisetifolia in association with Zea mays and P. vulgaris in Tecuaco; and L. diversifolia, C. velutina and Tabebuia pentaphylla in Chiquihuitán.

The results are preliminary owing to the fact that the plantations are very young and are still being studied.

INTRODUCCION

La zona sur-oriental de Guatemala, compuesta por los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa, abarca el 5,7 por ciento (616 900 ha) del territorio nacional; su elevación oscila entre 0 y 2100 m, con variabilidad ecológica grande.

El Proyecto INAFOR/CAIIE, ha realizado trabajos de investigación con varias especies forestales para producir leña, en seis sitios con diferentes condiciones de clima y suelos. El Cuadro 1 presenta las características de estos sitios.

Todas las especies excepto *C. equisetifolia* en La Conora fueron analizadas mediante un ensayo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 49 árboles.

Cuadro 1. Características de los sitios experimentales en la zona sur-oriental de Guatemala (1,2)

Sitio	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (msnm)	PMA (mm)	IMA (%)	Zona de vida (Holdridge)	Suelos* (orden)
La Conora	14°02'	90°02'	990	1 120	22,0	bh-P	Inceptisol
Los Esclavos	14°15'	90°16'	737	1 580	24,0	bh-P	Entisol
Las Cabezas	14°10'	90°04'	640	1 548	23,0	bh-P	Alfisol
Astillero	14°04'	90°25'	50	1 937	26,0	bh-P	Alfisol
S.J.Tecuaco	14°05'	90°22'	480	2 630	25,0	bmh-P	Alfisol
Chiquihuitán	13°55'	90°49'	10	1 320	29,0	bh-P	Vertisol

El objetivo de estos trabajos es determinar el comportamiento de las especies forestales en estudio, ante diversas condiciones de suelo y clima a fin de seleccionar las especies más promisorias para la formación de bosques energéticos (asociados o no con cultivos anuales), para lo cual se han realizado evaluaciones periódicas de altura, sobrevivencia y diámetro a 1,30 m.

RESULTADOS

La planta se produjo en bolsas de polietileno de aproximadamente 800 cm³ en viveros del Instituto Nacional Forestal, localizado en Los Esclavos, Las Cabezas y Guazacapán, departamento de Santa Rosa.

Crecimiento de Casuarina equisetifolia Forst.

Para evaluar el crecimiento de C. equisetifolia Forst., en una plantación localizada en La Conora, Departamento de Jutiapa, se instaló parcelas permanentes. Los resultados de la evaluación de noviembre de 1984 se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. **Comportamiento de Casuarina equisetifolia en La Conora, Departamento de Jutiapa, Guatemala, 1985**

Edad meses	Densidad árbol/ha	Sobrevivencia (%)	h (m)	dap (cm)	I M A	
					h (m)	dap (cm)
42	10 000	92	6,9	4,0	1,7	1,1
36	5 000	94	4,6	3,0	1,5	1,0
24	2 500	92	1,4	-	0,7	-

Crecimiento de las especies de eucalipto

En Los Esclavos, Santa Rosa, se evaluó el crecimiento de tres especies de eucalipto a los 19 meses de edad. El Cuadro 3 presenta los resultados preliminares.

Cuadro 3. **Comportamiento de tres especies de eucalipto en Los Esclavos, Santa Rosa, Guatemala, 1985**

Especie	S%	h(dm)	I M A		
			dap(mm)	h(dm)	dap(mm)
<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	77	23	24	15	15
<i>Eucalyptus robusta</i> Sm.	64	20	20	13	8
<i>Eucalyptus saligna</i> Sm.	00	00	00	00	00

Crecimiento inicial de 13 especies en el Departamento de Santa Rosa

En 1984 se instaló en cuatro sitios del Departamento de Santa Rosa, ensayos de comportamiento de especies forestales asociadas inicialmente con cultivos agrícolas (maíz y frijol). El Cuadro 4 presenta los resultados preliminares a los seis meses de establecimiento.

Cuadro 4. Crecimiento a los seis meses de 13 especies en la zona sur-oriental de Guatemala

Especie	Las Cabezas		Astillero		Tecuaco		Chiquihuitán*	
	h(m)	S(%)	h(m)	S(%)	h(m)	S(%)	h(m)	S(%)
<i>Caesalpinia velutina</i> (B & R) Standl.	0,8	80	1,4	60	0,6	82	0,4	95
<i>Cassia siamea</i> Lam.	0,9	85	-	-	0,8	94	-	-
<i>Casuarina</i> <i>equisetifolia</i>	0,8	87	-	-	0,6	83	-	-
<i>Eucalyptus</i> <i>camaldulensis</i> Dehnh.	1,5	88	1,1	76	1,2	80	-	-
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook	0,7	35	-	-	0,6	37	-	-
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	0,9	91	-	-	0,8	83	0,6	84
<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	-	-	2,0	96	0,7	34	0,5	53**
<i>Leucaena diversifolia</i> (Schlecht) Benth.	1,0	90	-	-	1,0	70	1,6	94
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit	1,4	93	-	-	1,0	98	0,8	82
<i>Melia azedarach</i> L.	1,4	81	1,8	78	0,8	81	0,7	53**
<i>Roseodendron Donnell-</i> <i>Smithii</i>	0,6	98	0,8	96	0,4	81	0,2	42**
<i>Tabebuia rosea</i>	-	-	-	-	-	-	0,6	94
<i>Sickingia</i> <i>salvadorensis</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	59**

*Promedio de tres densidades de plantación

**Parcelas inundadas en la época de lluvias.

Para el sitio de Chiquihuitán no se presentan los datos de crecimiento separados por densidad, pues a la edad de la evaluación la influencia del espaciamento es poco significativa.

DISCUSION

De acuerdo con los resultados preliminares, C. equisetifolia presenta rendimientos satisfactorios para las densidades 10 000 y 5000 árboles/ha. Las parcelas 2500 árboles/ha fueron ubicadas en suelos compactados por sobrepastoreo, lo que posiblemente redujo el desarrollo de la especie.

Los suelos del área donde se plantaron las pruebas de eucalipto pertenecen al grupo psament, con inundaciones periódicas por influencia de un río cercano, no obstante E. camaldulensis mostró desarrollo bueno; la sobrevivencia y desarrollo de E. robusta fue menor y E. saligna no sobrevivió.

Para los cuatro sitios del Departamento de Santa Rosa en conjunto, las especies que mostraron crecimiento mejor fueron: E. camaldulensis, L. diversifolia, L. leucocephala y Melia azedarach, aunque el desarrollo y sobrevivencia de esta última fue menor en parcelas sometidas a inundaciones. G. arborea fue afectada por inundación; en El Astillero el crecimiento fue superior al de las otras especies. Es necesario realizar evaluaciones posteriores para analizar el comportamiento de las otras especies con mayor edad.

CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones son preliminares debido a la edad de las plantaciones y a que el estudio está en proceso.

- C. equisetifolia se desarrolla bien en suelos del orden Inceptisol, poco compactado y en espaciamientos 1 m x 2 m.
- En suelos Alfisoles las especies que mostraron desarrollo inicial mejor fueron E. camaldulensis, L. diversifolia, L. leucocephala y G. arborea, aunque esta última especie ve afectado su desarrollo en sitios inundados.
- En suelos Vertisoles, L. diversifolia mostró un buen desarrollo inicial.
- E. camaldulensis mostró un desarrollo aceptable en suelos inundados del tipo psament, mientras que E. robusta tuvo un mejor desarrollo y E. saligna murió.

LITERATURA CITADA

1. CRUZ, J.R. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFUR, 1976. 24 p.
2. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA METEOROLOGICA E HIDROLOGIA. Registros climáticos. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones Transporte y Obras Públicas, Sección de Climatología, 1969. 293 p.
3. SIMMONS, CH., TARANO T., S. y PINTO, Z., J.R. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.

**COMPORTAMIENTO INICIAL DE ONCE ESPECIES PARA LERA
EN EL SALVADOR**

Hugo Zambrana
CENREN
El Salvador

RESUMEN

Se presenta los resultados del crecimiento inicial, a los siete meses de Gliricidia sepium, Melia azedarach, Eucalyptus camaldulensis, Leucaena leucocephala, Gmelina arborea, Calliandra calothyrsus, Cassia siamea, Casuarina equisetifolia, Poeppigia procera, Lysiloma sp. y Prosopis sp., establecidas localmente en la zona de vida bosque húmedo subtropical (bh-S) según Holdridge y en cinco tipos de suelo.

Los ensayos se establecieron bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y 49 árboles por parcela. Las plantas fueron producidas en bolsa de 15 x 22 cm. El tamaño de las plantas fue irregular y en algunos casos, de baja calidad, lo que afectó los resultados.

Hubo ataque de plagas como zompopas que atacaron principalmente E. camaldulensis y G. arborea; áfidos que atacaron G. sepium y roedores que atacaron L. leucocephala.

Las especies sobresalientes en cuanto a sobrevivencia y crecimiento en altura son E. camaldulensis, M. azedarach, G. sepium, L. leucocephala y C. calothyrsus.

SUMMARY

The results of the initial seven-month growth are given for Gliricidia sepium, Melia azedarach, Eucalyptus camaldulensis, Leucaena leucocephala, Gmelina arborea, Calliandra calothyrsus, Cassia siamea, Casuarina equisetifolia, Poeppigia procera, Lysiloma sp., and Prosopis sp. established locally in the subtropical wet life zone (Holdridge's classification) and in five soil types.

The test plots followed a design of complete blocks situated at random with four repetitions per treatment and 49 trees per plot. The plants were grown in bags 15 x 22,5 cm in size. The plants were irregular in size and in some cases of low quality, which affected the results.

There were infestations of pests such a zompopa ants, which attacked principally E. camaldulensis and G. arborea, aphids, which attacked G. sepium, and rodents, which attacked L. leucocephala.

The outstanding species with respect to the rate of survival and growth in height were E. camaldulensis, M. azedarach, G. sepium, L. leucocephala and C. calothyrsus.

ANTECEDENTES

El Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía inició estudios de rendimiento de especies para diferentes condiciones de clima y suelo en el área centroamericana. En El Salvador se probó las 11 especies consideradas con mayor posibilidad de éxito, según revisión bibliográfica, observación de Proyectos similares en los otros países de América Central y observaciones locales.

Se ensayaron las siguientes especies: Leucaena leucocephala Lam de Wit, Cliricidia sepium (Jacq.) Steud, Melia azedarach L., Cassia siamea Lamb., Calliandra calothyrsus Meissn, Eucalyptus camaldulensis Dehnn, Casuarina equisetifolia Forst. Gmelina arborea Robx., Peppigia procera, Lysiloma sp. y Prosopis sp.

Objetivos de la investigación

- Evaluar el comportamiento inicial y sobrevivencia de las especies.
- Cuantificar y comparar su crecimiento y rendimiento en biomasa (m^3/ha y kg/ha).
- Seleccionar las más sobresalientes.

BREVE DESCRIPCION DEL CLIMA Y SUELO

Clima

El bosque húmedo subtropical según Holdridge (2) es la zona de vida más extensa del país, comprende 1,8 millones de ha, equivalentes al 86 por ciento del territorio. La precipitación va de los 1400 a los 2000 mm por año, con un patrón de lluvia de tipo monzónico. La altitud va desde 0 hasta 1000 msnm, con temperaturas superiores a 22°C y 26°C en promedio. Esta zona se ha dividido en caliente, abajo de los 500 msnm y fresco entre 500 y 1000 msnm.

Suelo

Las características generales de éstos son:

- Regosoles aluviales-entisoles. Áreas casi planas de valles aluviales, drenaje variable pero predomina el drenaje restringido. Son suelos transportados, de origen reciente, aún sin desarrollo, textura mediana.
- Latosoles arcillo-rojizos: Alfisoles y Multisoles. Terrenos elevados en la zona intermedia. Suelos que fueron profundos, de origen volcánico, usualmente sin piedras.
- Latosoles arcillo-rojizos y litosoles: Alfisoles ultisoles. Parecidos a los anteriores pero poco profundos, con afloramientos rocosos y muy pedregosos.
- Grumosoles: Vertisoles. Valles y planicies. Suelos pedregosos y poco profundos con lavas inferiores impermeables, arcillas negras, pesadas, difícil de trabajar. Presenta problemas de drenaje.

MATERIALES Y METODOS

Selección de sitios

Los sitios fueron seleccionados de la siguiente manera: sobre el mapa ecológico de Holdridge, escala 1:300,000 (2), se sobrepuso el mapa pedológico de grandes grupos de suelos a la misma escala (1) y se obtuvo las combinaciones clima-suelos que llamamos unidades de investigación. Dado que el 86 por ciento del área del país es bosque húmedo subtropical, se eliminaron las otras zonas ecológicas, las cuales representan únicamente el 14 por ciento del país. Los suelos fueron escogidos con base a su extensión superficial, potencial, y otras características.

Finalmente fueron seleccionadas fincas donde el Servicio Forestal establecería plantaciones en haciendas del sector reformado bajo el Programa de Generación de Empleo (UREMAG), y que estuviesen ubicadas en las unidades de interés. Los sitios y sus características aparecen en el Cuadro 1.

Semillas utilizadas y producción de plantas

Semillas de *L. leucocephala* y *C. camaldulensis* fueron colectadas en Nicaragua y *C. calothyrsus* en Costa Rica. Fueron proporcionadas por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CAFIE; las demás especies fueron colectadas localmente.

Las plantas se produjeron en viveros del Servicio Forestal en bolsas negras, de polietileno de 15 x 22 cm. Únicamente la semilla de *L. leucocephala* fue tratada con agua caliente a 80°C. No se aplicó tratamiento contra plagas, únicamente se controló el mal del talluelo.

Las plantas permanecieron aproximadamente tres meses en vivero. Hubo necesidad de resembrar algunas especies, por lo que las nuevas plantas tenían 10-15 cm de altura cuando se efectuó la plantación.

Preparación de sitios

Antes del ensayo, los sitios estaban cubiertos por gramíneas, hierbas y vegetación arbustiva, que fueron eliminados completamente con machete y luego se procedió al hoyado a 2 m x 2 m en cuadros, con hoyos de 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Diseño experimental

El ensayo se estableció en 14 sitios, bajo un diseño de bloques completos al azar, con cinco o siete especies (tratamientos) por bloque, y tres o cuatro bloques por sitio, lo cual dependió de la disponibilidad de plantulas. Las parcelas fueron de 49 árboles con un área de 196 m² (14 m x 14 m).

MEDICIONES Y OBSERVACIONES

La medición de altura se hizo cada seis meses. La primera y segunda se tomaron en centímetros luego se registraron en decímetros. La sobrevivencia se determinó en cada medición (4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los sitios

El Cuadro 1 muestra las características de doce de los catorce sitios investigados, que corresponden a tres de las cuatro regiones del país.

Cuadro 1. Características climáticas y edáficas de los sitios de ensayo

Sitio	Región	Altitud (msnm)	PMA (mm)	TMA (°C)	Zona de vida	Tipo de suelos
Santa Bárbara, Valle Nuevo, El Paraíso, Depto. de Chalatenango	II	400	1851	27,7	bh-S (c)	Vertisol Alfisol Ultisol
Las Victorias, El Zapote Caluco	III	400	2274	24,2	bh-S (f)	Entisol
La Providencia, San Luis Talpa, Comalapa	III	50	2025	26,8	bh-S (c)	Entisol
San Lorenzo, San Pedro Quezaltepeque, Depto. La Libertad	II	400	1600	23,8	bh-S (c)	Alfisol Ultisol
La Polonia, Santa Cruz Armenia, Depto. Sonsonate	I	600	1672	23,8	bh-S (f)	Alfisol
Tutultepeque, Nejapa Depto. San Salvador	II	600	1771		bh-S (f)	Alfisol Ultisol
Paraje Galán, San Vicente Depto. de Santa Ana	I	900	1548	23,7	bh-S (f)	Alfisol Ultisol
San Raymundo, Ahuachapán Depto. de Ahuachapán	I	640	1733	23,8	bh-S (f)	Alfisol
La Criba, Valle Nuevo Depto. de Santa Ana	I	840	1548	23,7	bh-S (f)	Ultisol
Tihuilocoyo, El Pedregal Depto. Rosario de la Paz	III	20	1767	26,8	bh-S (c)	Entisol
Santa Bárbara, Las Cocinas, El Paraíso Depto. de Chalatenango	II	310	1851	25,7	bh-S (c)	Vertisol Alfisol Ultisol
Potrero Sula, Nueva Concepción, Depto. de Chalatenango	II	420	1618	25,7	bh-S (f)	Alfisol Ultisol

Las altitudes mínima y máxima son 20 m y 900 m respectivamente, las cuales están dentro del rango permisible de adaptación de las especies, y la temperatura mínima es de 23°C. La precipitación mínima es de 1500 mm, distribuida en seis meses de lluvia. Los sitios incluyen cinco grupos de suelos.

Crecimiento en altura

Se hizo análisis de varianza para cada sitio, el cual fue significativo al cinco por ciento en diez lugares y no significativo en Finca La Polonia y en La Providencia.

El Cuadro 2 presenta la altura promedio para 12 sitios. Las mayores alturas para todas las especies corresponden a los mejores sitios (Regosoles aluviales).

El Cuadro 3 contiene los resultados de la prueba de Duncan para la comparación de medias para cada sitio. Según esta prueba, la especie que en la mayoría de los casos obtuvo el crecimiento máximo en altura fue E. camaldulensis.

Otras especies importantes fueron C. calothyrsus, aunque muy ramificada y con poco grosor; G. sepium también con bastantes ejes y L. leucocephala. El resto de las especies son menos importantes aunque habrá que esperar los resultados de las próximas mediciones.

Sobrevivencia

El Cuadro 2 presenta la sobrevivencia en porcentaje, a los siete meses de edad por especie. Los sitios con sobrevivencia menor para todas las especies son: La Polonia, San Lorenzo, Valle Nuevo y Las Cocinas. El primero sufrió ataque de plagas; los últimos tres sitios se encuentran en suelos con drenaje deficiente y tuvieron exceso de humedad en la época lluviosa (Litosol y grumosoles con poca pendiente).

G. sepium presentó la mayor sobrevivencia. El resto de las especies presentaron 81 por ciento de sobrevivencia.

Plagas

Las principales plagas detectadas fueron: zompopas (Atta sp.), que atacaron casi todas las especies, los roedores (ratas y conejos) que atacaron L. leucocephala, la gallina ciega (larva y adultos) Phyllophaga sp. que atacó E. camaldulensis y C. siamea.

También se detectó daños mecánicos ocasionados por homeópteros, que dejaron oviposiciones en ramas terminales de algunas especies, principalmente de G. sepium y en algunos casos en E. camaldulensis.

Otros factores

Otros factores que han afectado los resultados son: la poca uniformidad de las plantas al momento de la plantación, malas hierbas y daños ocasionados por ganado.

Cuadro 2. Altura promedio (dm) y sobrevivencia (%) por especie de los ensayos del Proyecto Leña en El Salvador

Especie	San Raymundo	La Polonia	Cantón La Criba	Hda. Ti-tultepeque	Hda. San Lorenzo	Hda. Ti-nuiloco	Hda. La Providencia	Hda. Las Victorias	Santa Bárbara Las Cocinas	Hda. Paraje Galán	Potrero Sula	Santa Bárbara Valle Nuevo
Eucalyptus camaldulensis	9,0 (96)	13,2 (51)	13,7 (99)	11,5 (96)	7,8 (62)	17,1 (91)	22,7 (99)	22,7 (83)	8,9 (77)	8,9 (82)	9,9 (89)	9,5 (85)
Gliricidia sepium	6,4 (93)	13,7 (94)	14,2 (100)	7,0 (97)	6,6 (59)	--	30,0 (100)	11,8 (97)	--	8,7 (99)	6,2 (97)	6,3 (90)
Cassia siamea	4,2 (79)	--	4,0 (97)	4,3 (50)	2,7 (15)	10,9 (76)	0,0 (0)	9,9 (76)	4,4 (85)	4,5 (85)	8,9 (79)	4,2 (35)
Leucaena leucocephala	6,9 (94)	9,5 (73)	0,0 (0)	4,4 (90)	6,4 (52)	22,1 (97)	21,9 (99)	10,7 (94)	6,4 (60)	9,7 (96)	6,0 (89)	5,8 (69)
Gmelina arborea	--	9,8 (20)	3,4 (100)	--	2,9 (37)	--	22,3 (100)	11,9 (85)	4,7 (51)	4,7 (87)	--	--
Melia azedarach	5,1 (78)	--	10,1 (98)	--	--	10,2 (81)	19,0 (99)	12,7 (84)	--	5,1 (86)	--	3,8 (78)
Calliandra calothyrsus	9,7 (89)	13,6 (87)	--	9,3 (93)	--	14,9 (81)	21,8 (98)	--	9,9 (79)	--	--	10,5 (73)
Casuarina equisetifolia	--	--	7,7 (65)	--	--	16,6 (93)	--	--	--	--	--	--
Lysiloma sp.	--	14,3 (100)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Peppigia procera	--	--	--	--	--	--	--	--	9,9 (82)	--	11,9 (95)	--
Prosopis chilensis	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6,2 (74)	--

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se presentan son preliminares debido a la poca edad de las plantaciones.

1. La mayoría de las especies ensayadas no toleran suelos mal drenados (vertisoles).
2. Los mejores crecimientos se obtuvieron en los suelos del orden entisol de origen aluvial.
3. Cuatro especies mostraron buen comportamiento, tanto en sobrevivencia como en crecimiento en altura, E. camalouensis, G. sepium, L. leucocephala y C. calothyrsus.
4. M. azedarach aunque no sobresalió en altura, es una especie con buena sobrevivencia y aspecto bueno.

LITERATURA CITADA

1. EL SALVADOR. CENTRO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. Mapa pedológico de El Salvador. 1980. Escala 1:300,000.
2. HOLDRIDGE, L.R. Zona de vida ecológica de El Salvador San Salvador. Desarrollo Forestal y Ordenación de Cuencas Hidrográficas. PNUD/FAO/ELS/73/004. Documento de Trabajo No. 6. 1975. 98 p.
3. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Especies para leña, arbustos y árboles para producción de energía. Trad. de la Ed. inglesa por Vera Argüello de Fernández y IRADINSA. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1984. 343 p.
4. NORMAS PARA LA INVESTIGACIÓN SILVICULTURAL DE ESPECIES PARA LEÑA. Manual Técnico No. 11. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 115 p.
5. STEEL, R.G. y TORRIE, J. Principles and Procedures of Statistics. New York, Mc Graw-Hill, 1960. 481 p.

INVESTIGACION DE ESPECIES PARA LEÑA EN JAMAICA

Donald Thompson
Departamento Forestal
y de Conservación de Suelos
Jamaica

RESUMEN

El consumo doméstico o industrial de leña, aumentado por los costos cada vez más altos del petróleo, está causando una gran presión sobre los bosques secos de las áreas calcáreas de Jamaica. En respuesta, el Departamento forestal empezó a probar especies en 1981, con el objeto de establecer plantaciones para leña. Afortunadamente, el 45 por ciento del territorio jamaicano todavía posee cubierta forestal; esto significa que la disponibilidad de leña es adecuada en todo el territorio, por lo que muy pocos sectores privados están dispuestos a invertir en plantaciones. Trabajando con consumidores potenciales de leña a nivel industrial, el Departamento forestal se ha propuesto a) crear un valor de mercado para la leña, y b) promover el establecimiento en gran escala de plantaciones comerciales para leña.

Se probó docenas de especies en ocho sitios en toda la isla. Las altitudes de los sitios van de 5 a 720 m, y la precipitación anual de 660 a 3370 mm. Los principales parámetros que se tomaron en cuenta para la evaluación de las especies fueron mortalidad, costos, producción, capacidad de rebrote, espaciamiento y técnicas silviculturales apropiadas. Los resultados preliminares aparecen listados por sitio.

SUMMARY

Domestic and industrial consumption of fuelwood, spurred by increased costs of petroleum, is causing stress on the dry forest of Jamaica's limestone areas. In response, the Forest Department began species trials in 1981 to facilitate fuelwood plantations. Fortunately Jamaica still has 45 por ciento of its land under forest cover, but this means fuelwood is still plentiful enough, island-wide, so that few in the private sector are willing to invest in plantations. Working with potential industrial fuelwood consumers, the Forest Department has set out to a) create a market value for fuelwood, and b) promote large scale, commercial fuelwood plantations.

Dozens of species were tested on eight sites around the island. Sites ranged in altitude from 5 to 720 m, and in annual rainfall from 660 to 3370 mm. Mortality, costs, production, coppicing, spacing and silvicultural techniques required were main parameters in species evaluation. Preliminary results are listed by site.

INTRODUCCION

Casi cualquier árbol puede ser utilizado para combustible y en Jamaica un número grande de los que crecen en bosques naturales son usados para leña o carbón. El fabricante de carbón prefiere algunas especies de las cuales obtiene carbón "pesado", el cual tiene una demanda mayor del usuario. Haematoxylon campechianum, es una especie exótica, común en la parte seca del sur de Jamaica y una de las preferidas.

El consumo doméstico de los habitantes de la capital, Kingston y de otros pueblos grandes del sur, ha ocasionado una reducción del bosque seco de la zona caliza. Sin embargo, el consumo doméstico no es la única causa de la presión que sufren los bosques. A raíz del incremento del precio local del petróleo causado por la devaluación del dólar jamaicano, también los consumidores industriales están tratando de encontrar alternativas para reducir su costos elevados de combustible. Se han propuesto varios esquemas para la plantación de árboles como la fuente de combustión para industrias particulares o simplemente como fuente de electricidad. Generalmente, estos esquemas han tenido como modelos otros ejecutados o propuestos en las Filipinas o Hawaii.

En 1981 el Departamento Forestal inició sus investigaciones de maderas para leña. Se preparó un programa para la Unidad de Investigación y Desarrollo del Departamento en el cual las pruebas de especies serían seguidas por estudios de manejo de rebrotes, espaciamiento, silvicultura y métodos de aprovechamiento. A diferencia de Haití, aproximadamente un 45 por ciento de los suelos de Jamaica están cubiertos de bosque. Aun en 1985, la leña no es considerada por los terratenientes como producto vendible. El fabricante de carbón no paga nada por el recurso. Bajo estas circunstancias, un consumidor industrial podría explotar un área boscosa para combustión sin ningún incentivo para volver a plantarla. Se decidió concentrarse en los consumidores industriales potenciales de leña con el fin de lograr dos objetivos; primero, se crearía un valor de mercado para la leña; segundo, la utilización de la tecnología forestal a gran escala sería visible para los terratenientes con intenciones de producir leña con fines comerciales.

Desde 1981 se ha contado con la asesoría de dos proyectos internacionales, el Proyecto Leucaena de la OEA para la región del Caribe y el Proyecto de Energía de USAID/Gobierno de Jamaica.

PRUEBAS DE ESPECIES

El país se dividió en ocho sitios amplios para llevar a cabo las pruebas de especies: calizas bajas secas, calizas bajas húmedas, calizas altas húmedas, suelos de bauxita, conglomerados y esquistos bajos (Cuadro 1), conglomerados y esquistos altos, suelos aluviales y turba profunda. El Cuadro 2 indica las especies sometidas a investigación.

No todas las especies fueron plantadas en cada tipo de sitio. En muchos casos las especies no crecieron lo suficientemente rápido o no sobrevivieron en cantidades que justificaran mediciones adicionales. Además, a algunos sitios se

Cuadro 1. Algunas características de los sitios

Clase de sitio	Precipitación (mm)	Elevación (msnm)
Caliso bajo seco	< 1500	300
Caliso bajo húmedo	> 1500	300
Caliso alto húmedo	> 1500	300
Bauxita	> 1500	-
Conglomerados y esquistos bajos	-	300
Conglomerados y esquistos altos	-	300
Turba profunda	1500	300
Aluviales	-	300

les dio prioridad en vista de que en ellos probablemente se plantaría en mayor escala. El Cuadro 3 proporciona resultados para las especies que se consideraron importantes.

Cuadro 2. Especies para leña en pruebas

1. <i>Acacia auriculiformis</i>
2. <i>A. micrantha</i> *
3. <i>A. mangium</i>
4. <i>A. senegal</i>
5. <i>Albizia falcataria</i>
6. <i>A. lebbek</i> *
7. <i>Azadirachta indica</i>
8. <i>Calliandra calothyrsus</i>
9. <i>Callitris glauca</i>
10. <i>Cassia siamea</i> *
11. <i>Casuarina equisetifolia</i>
12. <i>Delonix regia</i> *
13. <i>Eucalyptus alba</i>
14. <i>E. brassiana</i>
15. <i>E. camaldulensis</i>
16. <i>E. grandis</i>
17. <i>E. meliiodora</i>
18. <i>E. microtheca</i>
19. <i>E. ochrophloea</i>
20. <i>E. phillypinaensis</i>
21. <i>E. rudis</i>
22. <i>E. sideroxylon</i>
23. <i>E. tereticornis</i>
24. <i>E. tessellaris</i>
25. <i>E. urubylla</i>
26. <i>Glinidonia septum</i> *
27. <i>Haematoxylon campechanum</i> *
28. <i>Leucaena brachycarpa</i> *
29. <i>L. diversifolia</i>
30. <i>L. leucocephala</i> (Kb7, Kb, K2b, K4, K29, Kb36, Cun)
31. <i>Parkinsonia aculeata</i>
32. <i>Prosopis juliflora</i> *
33. <i>Samanea saman</i> *
34. <i>Sesbania grandiflora</i>

* Semillas o estacas colectadas en Jamaica

Cuadro 3. Evaluación de parcelas en pruebas de especies

Tipo de suelo	Elevación (msnm)	Precip. (mm)	Edad (mes)	h (m)	db (cm)	d ¹ (cm)	dap (cm)
Calizos bajos secos							
L. leucocephala K67	20	660	24	3,5	---	---	---
Calizos bajos húmedos							
L. leucocephala K67	270	2 300	46	7,9	---	---	7,8
Calizos altos húmedos							
L. leucocephala K67	360	3 370	25	5,2	---	3,6	---
L. leucocephala K8	360	3 370	25	4,1	---	2,8	---
C. calothyrsus	360	3 370	25	5,1	---	3,2	---
E. microtheca	360	3 370	16	0,9	---	---	---
E. camaldulensis	360	3 370	14	1,8	---	---	---
E. tessellaris	360	3 370	16	0,8	---	---	---
E. urophylla	360	3 370	14	1,0	---	---	---
Bauxita							
L. leucocephala K67	700	1 800	36	3,2	2,4	---	---
L. leucocephala K28	700	1 800	36	3,5	3,5	---	---
L. leucocephala K8	700	1 800	36	3,4	3,1	---	---
L. leucocephala K67	720	1 800	36	1,4	2,3	---	---
L. leucocephala K28	720	1 800	36	1,5	2,2	---	---
L. leucocephala K8	720	1 800	36	1,5	2,2	---	---
L. leucocephala K67	500	1 800	24	1,4	2,2	---	---
C. calothyrsus	700	1 800	48	8,1	---	4,2	---
C. calothyrsus	370	1 800	28	3,3	---	2,5	---
C. calothyrsus	370	1 800	18	2,4	---	1,7	---
A. auriculiformis	370	1 800	28	4,5	---	4,2	---
A. auriculiformis	370	1 800	21	5,4	---	4,4	---
A. senegal	370	1 800	22	0,7	---	---	---
G. sepium	370	1 800	22	2,1	---	---	---
D. regia	370	1 800	22	2,1	---	---	---
Conglomerados y esquistos bajos							
L. leucocephala K67	30	1 500	42	7,7	---	6,2	---
A. auriculiformis	30	1 500	18	4,7	---	1,7	---
A. senegal	30	1 500	14	1,6	---	2,0	---
C. siamea	30	1 500	18	1,7	---	1,9	---
C. equisetifolia	30	1 500	12	0,8	---	---	---
Conglomerados y esquistos altos							
C. calothyrsus	670	3 030	18	2,7	---	2,2	---
E. tereticornis	670	3 030	21	2,1	---	---	---
Turba profunda							
L. leucocephala K67	5	1 000	18	0,5	1,9	---	---
C. calothyrsus	5	1 000	12	1,1	1,5	---	---
Suelos aluviales							
L. leucocephala K67	225	2 000	48	7,7	---	6,8	---
C. calothyrsus	120	1 520	12	2,6	---	2,2	---
A. senegal	17	1 040	18	1,7	---	2,9	---
E. tereticornis	120	1 520	18	4,2	---	4,2	---
E. camaldulensis	120	1 520	18	4,3	---	3,0	---
A. lebbek	17	1 040	18	0,7	---	---	---

Las fallas se derivaron de muchas causas. En algunos casos se observó una inherente falta de adaptación en determinado sitio. Calliandra calothyrsus crece bien en muchos sitios pero no sobrevivió las sequías en los sitios aluviales. La maleza afectó considerablemente los eucaliptos; animales (roedores) en el caso de Gliricidia sepium; o insectos en el caso de L. leucocephala.

Pruebas de rebrotes

La capacidad de rebrote es un aspecto importante en las especies de crecimiento rápido para leña. Las pruebas iniciales mostraron que L. leucocephala y C. calothyrsus son especies potencialmente importantes para leña. Brewbaker (1976) sugiere que se logre la máxima rapidez de rebrote en leucaena al cortar a alturas arriba de un metro.

Los resultados de pruebas en Jamaica indican que los tallos más grandes dan rendimiento mayor. Asimismo, rebrotan más rápido que los tallos más pequeños.

Existen tres razones más para cortar arriba de un metro al cosechar para leña. Se considera que los grandes problemas causados por el crecimiento de malezas e invasiones de ganado después del corte pueden evitarse con cortes entre 1,5 m y 2,0 m de altura. Además un corte alto posibilita el uso de técnicas de cosecha relativamente sencillas si se pretende desarrollar un sistema mecánico.

Espaciamiento

Se ha utilizado un espaciamiento de 1 m x 2 m como regla general en las pruebas de especies. Se está realizando un experimento que prueba los valores comunes de 3333 a 20 000 árboles/ha, pero se considera que el espaciamiento debe ser determinado por las técnicas de cosecha. Es por esto que el experimento más reciente investiga varias densidades de plantación que se espera resulten en setos de 1,0 a 2,0 m separados por callejones de 2,0 m.

Silvicultura

La silvicultura tradicional establece plantaciones hasta de 1000 árboles/ha solamente. Los costos de plántulas y plantación pueden ser bajos. Las plantaciones para leña requieren muchas más plántulas por hectárea. Se intentó la siembra directa de L. leucocephala y C. calothyrsus para obtener hasta 40 000 árboles/ha. La germinación fue muy pobre, aún bajo riego y se abandonó el método. Actualmente se persigue reducir los costos de establecimiento por medio del uso de plántulas a raíz desnuda.

CONCLUSION

Cuando la precipitación anual supere los 1500 mm debería ser posible obtener en Jamaica árboles de crecimiento rápido para producción de leña, de 15 a 20 toneladas peso seco al horno por hectárea por año. Es posible prever una respuesta a los problemas de establecimiento y mantenimiento en el manejo de la

plantación. Sin embargo, la verdadera factibilidad financiera de una plantación dependerá de los costos de cosecha de la madera y follaje como combustible. Los cálculos iniciales sugieren que ni un método que requiere mucha mano de obra ni el altamente costoso cosechador/astillador de árboles enteros resultarán económicos en el caso de Jamaica. Se requiere una escala intermedia de mecanizar que proporcione un rendimiento máximo de mano de obra con un mínimo de capital invertido.

Se han probado varios métodos químicos de control de malezas, la mayoría de los cuales requieren materiales costosos importados. En la actualidad se prefiere la desyerba manual, seguida de paraquat cuando los árboles son lo suficientemente altos para permitir atomizaciones bajo la copa.

C. calothyrsus parece ser mucho menos vulnerable que L. leucocephala al ataque de insectos. En Jamaica Leucaena es particularmente sensible a Heteropsylla spp. Se intentó usar furadán como insecticida sistémico contra estas especies pero no se obtuvo ningún beneficio notable. La rapidez de crecimiento de la población y la defoliación han indicado que sólo la atomización preventiva contra este insecto podría reducir la pérdida de crecimiento.

Cosecha

Aunque se intenta fabricar una cortadora montada en tractor para la cosecha de follaje y madera, se han probado el machete y la sierra de arco como herramientas de corte manual. No hay razón para suponer que el rebrote será limitado debido al uso de una u otra herramienta. Sin embargo, los resultados indican que la sierra de arco brinda un patrón de rebrote más variable.

Producción

Se han evaluado relativamente pocas parcelas respecto a producción en peso seco de biomasa. Es aparente que el manejo de rebrotes y la poda alta de la copa producirán curvas de crecimiento diferentes a las obtenidas después de la plantación inicial.

**INTRODUCCION DE Eucalyptus globulus
EN LA SIERRA PERUANA**

Leopoldo Rocca Caliennes
CIID/Canadá
Perú

RESUMEN

La introducción del Eucalyptus globulus en la sierra peruana en 1978 detuvo la extinción del bosque natural de la parte alta andina. El crecimiento rápido de la especie detuvo los desbalances existentes entre las tasas insuficientes de crecimiento y aprovechamiento del bosque natural, principalmente como leña por la población rural creciente deficitaria en recursos energéticos.

En el presente trabajo se exponen los resultados de 14 experimentos de introducción de especies instalados en el año 1979 en la sierra peruana, entre 2800 y 3800 msnm, 9°01' a 13°51' de latitud sur y 71°27' a 77°46' de longitud oeste.

Se ensayaron en común para todos los experimentos 19 especies, las mejor adaptadas son: E. viminalis, E. nitens, E. maidenii y E. globulus.

SUMMARY

The introduction of Eucalyptus globulus in the Peruvian mountains in 1978 slowed up the extinction of the natural forest of the high Andes. The rapid growth of the species slowed up the existing imbalances between the insufficient growth rates and increasing exploitation of the natural forest, principally as firewood for the growing rural population that did not have enough fuel resources.

This report describes the results of 14 experiments on the introduction of species planted in 1979 in the Peruvian mountains between 2800 and 3800 meters above sea level, 9°01' and 13°51' S latitude, and 71°27' and 77°46' W longitude.

Of the total of 19 species tested in the experiments, E. viminalis, E. nitens, E. maidenii and E. globulus were the best adapted.

CARACTERISTICAS EDAFO-CLIMATICAS DE LA SIERRA PERUANA

La región de la Sierra cubre el 26 por ciento de la superficie territorial del Perú. En ella habitan aproximadamente 7,5 millones de personas (41 por ciento de la población total), asentados principalmente en los valles interandinos donde desarrollan actividades económicas como la minería y agricultura, en este orden de importancia. En esta región, cuatro quintas partes de la agricultura se realiza en condiciones de secano en una fisiografía accidentada.

Suelo

El material parental predominante en la sierra es de origen sedimentario (areniscas, lutitas y calizas) y de materiales volcánicos (granito, brechas y tufa volcánico).

Clima

Prevalece el clima de montaña, donde la temperatura desciende conforme aumenta la altitud; las variaciones estacionales en temperatura no oscilan en más de 8°C, siendo a menudo mayor para la variación diaria. En la estación seca (meses invernales) se registran los "picos" extremos de temperatura mínima. El período lluvioso se presenta en la estación de verano y se prolonga hasta los primeros meses de otoño, activando la actividad agrícola y de forestación.

METODOS

- Por revisión bibliográfica se seleccionó un grupo de especies con probabilidad de adaptación alta a las condiciones ambientales en la Sierra (Departamento de Cuzco, Junín y Ancash).
- Las semillas de eucaliptos, fueron recibidas de CSIRO, Division of Forest Research, de Canberra A.C.T. Australia (Anexo 1).
- La producción de plántulas en vivero y la plantación se realizaron en la misma época, noviembre 1977 y diciembre 1978, respectivamente.
- El repique a bolsas de polietileno, con un sustrato balanceado de tierra, arena y turba, se realizó después de 25 días después del almacenamiento.
- En el campo se estableció un diseño experimental de bloques completos al azar con tres o cuatro repeticiones, y las observaciones por especies (tratamientos); el distanciamiento empleado fue 2 m x 2 m.
- Las plantaciones se realizaron de diciembre 1978 a enero 1979.
- Las evaluaciones hasta el quinto año se realizaron cada seis meses. Los resultados se determinaron mediante un análisis de variancia y una prueba de Duncan.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos corresponden al quinto año de evaluación de los catorce experimentos instalados en zonas representativas de las condiciones ambientales de la sierra peruana. Los parámetros evaluados fueron crecimiento en altura (cm) y sobrevivencia en porcentaje. Ambos están relacionados con las condiciones ambientales vigentes en las áreas experimentales, razón por la que se recopiló información fisiográfica, climática (serie histórica de ocho años) y edáfica del horizonte superior.

Posteriormente se analizó cada experimento para inferir la respuesta biológica de las especies al medio.

Con el fin de aproximar una zonificación de las zonas en estudio se agrupó los ensayos en dos pisos altitudinales: montano bajo y montano (según Holdridge 1967), subdividiéndose éste último por presentar condiciones ambientales limitantes en su medio superior. Los Cuadros 1 y 2 muestran las características fisiográficas climáticas y edáficas de los sitios estudiados.

En los experimentos instalados en el piso montano bajo, la temperatura promedio oscila entre 12°C y 16°C y la precipitación total anual es de 570 mm (Cuadro 2) distribuida en cuatro o cinco meses de la estación de verano. Este marco climático referencial ha condicionado el rendimiento de las especies prometedoras (Anexo 1).

En los experimentos instalados en el piso montano, caracterizado en su medio inferior por temperaturas promedio entre 11°C y 14°C y una precipitación anual de 739 mm, se puede apreciar un rendimiento promedio entre el piso montano bajo y el medio superior del montano, caracterizado por temperaturas promedio entre 8°C y 10°C y una precipitación total de 796 mm (Anexo 1).

Las características de crecimiento y sobrevivencia de los grupos seleccionados son:

	GRUPO A	GRUPO B
Crecimiento :	Rendimientos prometedores de altura-volumen y forma aceptable.	Rendimientos escasos de altura-volumen y forma poco deseable.
Sobrevivencia:	Varía en función a la calidad de sitio.	Homogéneamente alta en todos los experimentos, excepto en zonas muy frías

Las condiciones de semiaridez de la sierra peruana se ven agudizadas en algunos años como 1979 (fecha de instalación de los ensayos) que fue extremadamente seco.

Cuadro 1. Información fisiográfica y climática de las áreas experimentales

Sitio	Altitud (msnm)	Latitud (S)	Longitud (O)	Pendiente (%)	Prec. total (mm)	Humedad Rel. (%)	T.med. (°C)	T. min. (°C)	T. max. (°C)
Cruz de Mayo	2 800	9° 1'	77° 46'	49	450	64	16	9	24
Hualcan	2 980	9° 15'	77° 37'	50	330	63	14	8	20
Collon	3 050	9° 22'	77° 32'	60	775	76	14	7	22
Huaraypata	3 260	13° 47'	71° 32'	20	607	59	13	6	21
K'ayra	3 280	13° 51'	71° 50'	10	680	60	12	4	20
Manaaro	3 310	11° 49'	75° 23'	10	675	64	13	6	20
Huarocondo	3 320	13° 25'	72° 10'	40	762	68	11	3	18
Casacancha	3 535	11° 53'	75° 16'	28	876	64	11	6	17
Huampar	3 560	13° 31'	72° 3'	75	762	68	11	3	18
Ranhuaylla	3 600	13° 43'	71° 27'	35	620	69	11	5	18
Matacancha	3 600	11° 49'	75° 21'	15	751	69	10	4	16
Olleros	3 680	9° 38'	77° 18'	27	758	63	9	2	16
Acolla	3 750	11° 42'	75° 41'	38	767	68	10	5	15
Laive	3 800	12° 12'	75° 21'	14	910	70	9	2	16

Cuadro 2. Propiedades físicas y químicas del suelo en las áreas experimentales

Sitio	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	pH	CaCO ₃ (%)	MO (%)	C.E. (mmh/cm)	P (ppm)	K ₂ C (kg/ha)	CIC	CATIONES CAMBIABLES					
											Ca	Mg	K	Na	Al	
												me/100 g				
Cruz de Mayo	58	16	25	6,7	0,1	2,8	0,6	6,9	702	11,6	10,7	0,25	0,42	0,27	0,00	
Hualcan	54	34	12	4,5	0,0	3,9	0,3	5,3	128	19,2	0,7	0,07	0,04	0,08	0,52	
Collon	40	44	15	4,9	0,0	3,0	0,3	6,3	200	16,0	0,6	0,18	0,06	0,10	0,34	
Huaraypata	48	32	20	7,6	1,3	0,6	0,3	2,0	191	7,6	6,9	0,22	0,32	0,13	0,00	
K'ayra	46	33	21	6,0	0,0	1,2	0,3	2,0	295	10,4	7,6	1,85	0,44	0,14	0,06	
Manaaro	26	40	34	6,2	0,0	1,7	0,4	3,3	271	20,4	13,4	2,57	0,12	0,17	0,50	
Huarocondo	40	35	25	7,6	7,5	2,4	0,5	0,9	476	17,5	16,3	0,31	0,57	0,18	0,00	
Casacancha	38	30	32	4,9	0,0	2,3	0,2	4,2	452	15,4	5,7	1,48	0,20	0,10	0,50	
Huampar	52	28	20	6,4	0,0	1,8	0,4	3,8	270	19,8	12,5	2,03	0,11	0,19	0,00	
Ranhuaylla	44	32	24	4,7	0,0	2,3	0,3	12,5	257	10,1	5,9	1,18	0,32	0,14	0,78	
Matacancha	38	42	20	4,5	0,0	3,9	0,2	15,7	395	18,8	1,6	0,17	0,12	0,10	1,72	
Olleros	56	32	12	4,7	0,0	3,8	0,3	7,4	149	20,4	2,3	0,13	0,04	0,10	0,60	
Aculla	42	40	18	4,3	0,0	3,1	0,3	17,4	129	16,5	1,6	0,30	0,05	0,07	1,36	
Laive	28	42	24	4,8	0,0	5,4	0,3	8,3	736	41,0	12,1	2,23	0,28	0,10	0,42	

Esta puede ser la causa principal para una polarización de resultados entre estos dos grupos de especies, uno resistente a la sequía y tolerante a temperaturas ambientales altas (Grupo B), y el otro no (Grupo A); por lo que se podría afirmar que las especies del Grupo A no tuvieron las condiciones de humedad necesarias para alcanzar su potencial de rendimiento, al cual se aproximó sólo en las áreas experimentales con suelos de una humedad adecuada.

CONCLUSIONES

- Se seleccionó las especies E. viminalis, E. nitens, E. globulus y E. maidenii para una fase posterior de estudio.
- En la franja altitudinal comprendida entre los 2800 msnm y los 3300 msnm se encuentra los rendimientos mejores de las especies seleccionadas. Cuando la pendiente es extrema los efectos de la plantación son contraproducentes.
- La altitud tiene una correlación negativa con el crecimiento de las especies, la cual puede ser modificada no significativamente por la calidad del sitio.
- Las especies E. camaldulensis, E. sideroxylon, E. crebra y E. teneticornis se ajustan a la regla: "ganan en rusticidad para perder productividad".
- Para la franja altitudinal por encima de los 3500 m ninguna especie tuvo comportamiento positivo. E. delegatensis podría ser una alternativa por comprobar.
- En tierras con limitantes calcáricas E. maidenii tiene comportamiento bueno.
- La tolerancia a la sequía ha sido un factor principal para la sobrevivencia de la especie.
- En suelos de textura ligera con capacidad para almacenar humedad adecuada se obtienen los rendimientos mejores de las especies.

LITERATURA CITADA

1. CANNON, P. El problema de la marchitez del Eucalyptus globulus en el Perú. Lima, Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Documento de trabajo #1. 1984.
2. COZZO, P. Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur, 1976.
3. ELLENBERG, H. Desarrollo sin destruir. La Paz, Edic. Instituto de Ecología, La Paz, 1981.
4. GOLFARI, L. Zonificación ecológica para la forestación en América Latina. In Reunión Nacional sobre Proyectos de Plantación Forestal. Lima, 1975.

5. GRILLO, E. La investigación agraria en el Perú como parte del sistema mundial de investigación y desarrollo. In Reunión de trabajo sobre la utilización de los resultados de las investigaciones en apoyo a la producción agraria. Ica, 1980.
6. I.I.C.A., M.A. del Perú. Primera reunión sobre plantaciones forestales. Cuzco, 1975.
7. I.I.C.A. Metodología sobre ensayos de especies forestales, Lima, 1975.
8. MILLER, A. Climatología. Barcelona, Edic. Omega, 1975.
9. MORALES TEJADA, S. Zonificación ecológica de Cmelina arborea Roxb. y Eucalyptus globulus Labill. para el Perú. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1973 133 + 15 p..
10. O.N.E.R.N. Mapa Ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, 1976.
11. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma, Colección FAU-Monte #11. 1981.
12. ROMERO, M. La reforestación en el Perú y en algunos países de América Latina. Lima, Proyecto PRUD/FAO/PER/81/002. Documento de trabajo #9, 1983.
13. WEBB, D. Guía y clave para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. London, Overseas Development Administration, 1980.

ANEXO 1. Origen de la semillas: CSIRO, Australia

Especie	Procedencia
<i>E. bicostata</i>	Wee Jasper Dist. NSW
<i>E. botryoides</i>	Merro Point NSE
<i>E. camaldulensis</i>	Ewenmor Creek NSW
<i>E. cinerea</i>	Yas NSW
<i>E. crebra</i>	E. Coonabarabran NSW
<i>E. dalrympleana</i>	Winareja TAS
<i>E. delegatensis</i>	Victoria
<i>E. gunii</i>	Shannon TAS
<i>E. globulus</i>	Glen Huon TAS
<i>E. leucoxyton</i>	Stawell VIC
<i>E. maidenii</i>	MT Dromedary NSW
<i>E. nitens</i>	Badja MT. NSW
<i>E. obliqua</i>	East Otways VIC
<i>E. pauciflora</i>	E. Oberon NSW
<i>E. regnans</i>	MT Judbury TAS
<i>E. sideroxyton</i>	SE Gilgandra NSW
<i>E. tereticornis</i>	Wollon dillo Rges NSW
<i>E. viminalis</i>	Bermuda Hill TAS

**PRODUCCION DE PLANTULAS DE Eucalyptus camaldulensis,
Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium EN HONDURAS**

Jorge Octavio Cáliz Marín
COHDEFOR
Honduras

INTRODUCCION

El Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía opera en Honduras desde 1980; durante este tiempo se ha producido varias especies de árboles con potencial para leña tanto nativas como exóticas, en las zonas detectadas por el Proyecto como críticas en el valle de Sula, el municipio de Tegucigalpa, valle de Comayagua, Siguatepeque, Talanga y la zona sur.

No cabe duda que tanto Eucalyptus camaldulensis como Leucaena leucocephala y Gliricidia sepium, son las especies con más aceptación por parte de los agricultores, campesinos y demás usuarios de leña en las zonas apuntadas.

Por esta razón el Proyecto Leña ha dado mayor importancia a la producción de plantas de estas tres especies. Además, su respuesta en el campo es satisfactoria y se consideran como árboles de uso múltiple.

El presente trabajo trata aspectos relevantes de la producción de plantas en vivero.

SUMMARY

Since 1980 various tree species, native and exotic, have been tested for fuelwood potential in several critical zones of Honduras. Of these, rural people tend to prefer Eucalyptus camaldulensis, Leucaena leucocephala and Gliricidia sepium. For this reason the Fuelwood Project (COHDEFOR/CATIE/ROCAP) has done detailed research on these four species. This paper deals with nursery production aspects, and gives a detailed description of recommended techniques.

El Proyecto ha establecido un vivero en cada zona crítica, excepto en la zona sur donde operan dos viveros. Las características generales de estos viveros, y generalidades de las tres especies producidas aparecen en los Cuadros 1 y 2 respectivamente.

Cuadro 1. Características generales de los viveros del Proyecto Leña en Honduras, 1984

Sitio	Elevación (msnm)1/	Precipitación (mm)1/	Temp.med. (°C)	Tipo de vivero	Dimensiones del bancal (m)	Capacidad producción (plantas)
Comayagua	620	917	23,2	temporal	50x1,20*	150 000
Talanga	760	938	23,1	temporal	13x1,20*	60 000
Tegucigalpa	1 373	898	19,2	perman.	19x1,20**	40 000
Pespire	75	1 318	28,3	perman.	varios***	60 000
Namasique	50	1 972	28,3	perman.	20x1,20*	60 000

*Bancales con laterales de madera para pseudoestacas y con laterales de cubuya para bolsas de polietileno.

**Bancales con laterales de madera y ladrillo rufón.

***Bancales en terrazas con laterales de madera.

1/ Hargreaves, H. Monthly precipitation probabilities for moisture availability for Honduras. (sin nota tipográfica). 94 p.

DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE PLANTULAS

Se utilizó dos tipos de sustratos para la siembra en los germinadores.

- 75 por ciento de arena y 25 por ciento de tierra, con buenos resultados en la germinación y crecimiento apical.
- 100 por ciento de tierra, también con buenos resultados de germinación y crecimiento apical vigoroso, lo que permite disminuir el tiempo de repique a bolsa, que generalmente es de 35 a 45 días. Es necesario podar la raíz principal al momento del repique.

Tres días antes de la siembra se desinfectaron los germinadores. La siembra se hizo a chorro, en surcos separados 5 cm. No se hizo ningún tratamiento de pregerminación a la semilla, excepto para L. leucocephala (Cuadro 3).

Se aplicó riego con bomba de mochila. Una vez repicadas las plantas a bolsa, se regó aproximadamente por mes y medio de la misma forma que en los germinadores; posteriormente se hizo con regadera, manguera o por aspersion. Se utilizó sombra desde el momento de la siembra hasta cuatro a seis semanas después del repique; generalmente se usa zarán.

Cuadro 2. Generalidades de las tres principales especies producidas

Generalidades 1/	<i>E. camaldulensis</i>	<i>L. leucocephala</i>	<i>G. sepium</i>
nombre común	eucalipto, red gum	leucaena, guaje ipil-ipil.	madero negro, madreado, madre cacao, mata ratón
familia	Myrtaceae	Leguminosae	Leguminosae
tipo de producción	bolsa de polietileno	bolsa de polietileno y pseudoestaca	bolsa de polietileno y pseudoestaca
usos (*)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 14	1, 2, 4, 8, 9, 10, 11 y 12, 14	1, 3, 4, 7, 9, 11, 13 y 14
temperatura (°C)	variable	no tolera heladas	22 - 30
altitud (msnm)	1 200 y más	60 - 800	60 - 1 600
precipitación (mm)	400 - 1 250	600 - 1 700	1 500 - 2 300
suelo	varía según procedencia	intolerable a la acidez	adaptable a suelos húmedos y secos

* Usos: 1 leña, 2 postes, 3 carbón, 4 madera de construcción, 5 pulpa de papel, 6 cortinas rompevientos, 7 melifera, 8 alimento, 9 abono verde, 10 conservación de suelos, 11 forraje, 12 estacas, 13 sombra, 14 cerca viva.

1/ National Academy of Sciences, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Especies para leña; árboles y arbustos para la producción de energía, Turrialba, Costa Rica. 1984. 343 p.

Cuadro 3. Tratamientos pregerminativos y formas de germinación de *L. leucocephala*

Tratamiento	Duración	Germinación		Porcentaje (%)
		días	forma	
agua a 80°C	3 - 5 minutos	6	heterogénea	90
agua a 80°C y dejar la semilla en la misma	12 horas	6	homogénea	90

El repique se hace generalmente cuando la plantita tiene dos a tres pares de hojas, a los 35 ó 45 días después de germinadas; se realiza en las horas más frescas del día. Se emplea mujeres para el repique, pues ellas son más cuidadosas.

Se han observado ataques de *Atta* sp. (zompopas), y de "damping-off" en menor grado. El Cuadro 4 presenta tres productos químicos utilizados para el control.

Tratamientos culturales

La poda de raíces se practica a los tres o cuatro meses de edad, generalmente un mes antes de que la planta sea llevada al lugar de plantación.

Se aplican fertilizantes para acelerar el desarrollo de la plántula. Los productos químicos usados para las tres especies se anotan en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Características de los principales productos químicos usados en el control de plagas y enfermedades de viveros en Honduras

Producto químico	Dosis	Uso	Intervalos de uso
dithane M45	8 g/20 lt agua/10 m ²	prevención y combate del mal de tres semilleros	20-25 días aplicado con regadera o bomba de mochila
agallol	10 g/10 lt agua/3 m ³	prevención y combate del mal de semilleros	20-25 días aplicado con regadera o bomba de mochila
lannate	3 g/15 lt agua/4 m ²	ataque de defoliadores, chupadores, masticadores y barrenadores	de acuerdo a la presencia de insectos, aplicado con bomba de mochila
minerex	Sin dosis	combate de zompopas	de acuerdo a la presencia

Cuadro 5. Características de los principales productos químicos utilizados en la fertilización de plantas

Producto químico	Dosis	Uso	Intervalos de uso
12-24-12 (N-P-K)	10 g/bolsa al momento del llenado	producción de <i>G. sepium</i> , <i>E. camaldulensis</i> ,	aplicación dos veces durante el tiempo que la planta permanece en vivero
	2,8 - 3,7	<i>L. leucocephala</i> , <i>C. cunninghamiana</i>	

El Cuadro 6 presenta el tiempo recomendable que deben permanecer las plantas en los viveros.

Cuadro 6. Tiempo de permanencia de las plantas en el vivero

Especie	Edad (meses)	Altura total (cm)
<i>E. camaldulensis</i>	3,5 - 4 en bolsa	30 - 35
<i>G. sepium</i>	A- 4 - 5 en bolsa	25 - 30
	B- 6 pseudoestaca	25 - 30
<i>L. leucocephala</i>	A- 4 - 5 en bolsa	25 - 30
	B- 6 pseudoestaca	30 - 35

Las alturas dadas para madero negro y leucaena parecen muy bajas, éste es el resultado de las diversas podas aéreas que se aplican como se ha descrito anteriormente.

Los siguientes costos se basan en una producción de 280 961 plantas distribuidas así:

Tipo de producción	Producción total	Costos fijos y variables(L*)	Costo/planta
bolsa polietileno	178 637	57 107,27	0,32
seudoestaca	102 324	24 931,13	0,24

*L 2,00 = US\$ 1,00 (1984)

CONCLUSIONES

La siembra de *E. camaldulensis* es mejor en surcos espaciados, y no al voleo, así se evitan pérdidas de plantas al momento de extraerlas del germinador.

La poda radicular es un factor determinante para obtener una planta de buena calidad, siempre y cuando no se descuide el riego, desmalezamiento, fertilización, etc.

Según el cálculo de costos de las plantas se observa que la producción en pseudoestacas es más económica que en bolsa; aunque los costos de ambos sistemas podrían ser reducidos considerablemente.

El uso de un buen sustrato es básico para producir una planta vigorosa, y reducir costos de fertilización.

Con las distancias usadas en la producción de pseudoestacas de leucaena y madero negro, se obtuvieron plantas de calidad buena.

RECOMENDACIONES

Se recomienda iniciar con uno o dos meses de anticipación al período normal la producción de pseudoestacas, ya que con ello se logran plantas con diámetros mayores.

Realizar tratamientos pregerminativos especialmente en aquellas especies con semillas de testa dura como leucaena.

Cuando no hay personal con experiencia en siembra directa, es recomendable que el viverista ejecute con ellos esta labor.

Usar medidas preventivas en el control de insectos, plagas, enfermedades, hongos, otros.

Practicar la fertilización de las plantas sólo en aquellos casos necesarios, evitar producir plantas con tallos muy succulentos poco lignificados y con diámetros delgados porque ésto causa alta mortalidad.

**RENDIMIENTO DE *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth
EN CONDICIONES DE PLANTACION Y VEGETACION NATURAL**

Rudy E. Herrera P.
INAFOR/CATIE/ROCAP
Guatemala

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de dos aprovechamientos de *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth, realizados en dos sitios con condiciones ecológicas diferentes, en condiciones de plantación y vegetación natural, con la finalidad de cuantificar la producción de biomasa seca de esta especie nativa.

En plantación se realizó dos aprovechamientos en el parcelamiento agrario La Máquina, (bosque húmedo subtropical) Suchitepéquez, una parcela de 25 árboles y a 25 meses de edad en 1983 y otro en una parcela de 16 árboles a 33 meses en 1984. Se obtuvo rendimientos de 12,9 tm/ha y 34,6 tm/ha, respectivamente en peso seco. Las plantaciones se habían establecido en 1981 a 2 m x 2 m de distancia.

En vegetación natural se realizó un aprovechamiento en la aldea Palo Amontonado, en el departamento de El Progreso (bosque seco subtropical), se cuantificó la producción de biomasa de cuatro parcelas de un centésimo de hectárea (10 m x 10 m); y se obtuvo 18,4 ton/ha de leña seca; aparentemente este rodal tenía cinco años de edad.

Existe una notable diferencia en rendimiento entre la plantación y la vegetación natural, lo que podría indicar que la especie es promisoría para programas de plantación en condiciones similares a las aquí reportadas.

SUMMARY

This work presents the results of two harvests of *Leucaena diversifolia* (Schlecht) Benth carried out in two ecologically different sites in plantation conditions and in conditions of natural growth, with the aim of quantifying the production of dry biomass of this native species.

In plantation conditions two harvests were made in the La Máquina tree farm (subtropical wet forest), Suchitepequez, in a plot of 25 trees 25 months old in 1983 and in a plot of 16 trees 33 months old in 1984. Yields of 12.9 tons/ha and 34.6 tons/ha dry weight respectively were obtained. The plantings had been made in 1981 at a spacing of 2 x 2 ...

In conditions of natural growth a harvest was made in aldea Palo Amontonado in the Department of El Progreso (subtropical dry forest). The production of biomass was calculated for four plots of 1/100 hectare (10 x 10 m), 18,4 tons/ha being obtained. This stand was apparently five years of age.

There is a substantial difference in the yield between the plantation and the natural growth, which could indicate that the species is promising for plantation programs in conditions similar to those reported here.

INTRODUCCION

El consumo de leña participa con más del 60 por ciento en el balance energético de Guatemala (3). Según el censo de 1981 el 79 por ciento de la población utiliza leña como combustible para la cocción de alimentos, calefacción e industria artesanal; en el medio rural el 97 por ciento de los hogares utilizan leña como único combustible, el 90 por ciento de las necesidades energéticas de los hogares guatemaltecos son cubiertas con leña (4).

Con el crecimiento de la población se hace más difícil obtener este combustible; quienes la colectan deben recorrer grandes distancias y dedicar hasta dos días por semana para colectarla. Cuando es necesario comprarla el precio oscila entre Q8,00*/estéreo en zonas rurales, hasta Q24,00/estéreo en la capital (7). Las anteriores consideraciones indican la necesidad de buscar soluciones con especies de alto rendimiento en la producción de leña.

Como parte de la investigación silvicultural de especies para leña, el Proyecto Leña ha trabajado con *L. diversifolia* (Schlecht) Benth, (Yaje) tanto en vegetación natural como en plantaciones. Este trabajo presenta los resultados de cuantificación de leña realizada en plantación y vegetación natural en dos sitios de Guatemala.

La especie se distribuye naturalmente desde México hasta Perú y en algunas islas del Pacífico (2). En Guatemala se localiza entre los 300 y los 1800 m sobre el nivel de mar, en zonas con precipitación entre 500 y 1500 mm aproximadamente; es un árbol de porte mediano, ampliamente utilizado como leña en la zona seca de Guatemala (5); la madera es densa, con gravedad específica de 0,55 - 0,60 g/cm³, es una especie de rápido crecimiento con capacidad de rebrote buena; produce abundante semilla, lo que facilita la regeneración natural, puede utilizarse como forraje; es fijadora de nitrógeno y produce leña de excelente calidad; la madera se usa para hacer carbón.

LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El aprovechamiento se realizó en el parcelamiento agrario La Máquina en la costa sur, y en vegetación natural en la aldea Palo Amontonado en la zona seca de Guatemala.

El parcelamiento agrario La Máquina está en la formación bosque húmedo subtropical cálido (1), con una precipitación de 1163 mm y 29°C de temperatura media a 100 msnm, los suelos pertenecen al orden de los alfisoles, serie Ixtán de arcilla (6). La aldea Palo Amontonado está en la zona de vida monte espinoso subtropical con una precipitación promedio anual de 470 mm, temperatura media de 24°C y 517 m de altitud; los suelos pertenecen al orden inceptisoles; serie Subinal (6).

*Q1,0 = \$1,0

RESULTADOS

En La Máquina se realizó dos aprovechamientos a los 24 y a los 33 meses, en un rodal plantado a 2 m x 2 m en 1981. Las parcelas aprovechadas fueron de 25 y 16 árboles respectivamente. Se midió el dap (mm), el diámetro basal (mm) y la altura total/eje (dm); se pesó el fuste, ramas y follaje de cada árbol (kg) y se cortó la leña en las dimensiones utilizadas en la zona para determinar la producción en estéreos. El Cuadro 1 presenta los resultados obtenidos de los aprovechamientos para cada variable. Para la cuantificación se utilizó la metodología desarrollada por el Proyecto Leña.**

Cuadro 1. Producción de biomasa seca* de Leucaena diversifolia, a los 24 y 33 meses en La Máquina, Guatemala

Variable	24 meses		33 meses	
	Promedio	CV(%)	Promedio	CV(%)
Altura (dm)	29,7	26	75,7	13
dap (mm)	40,9	29	58,2	28
Diámetro basal (mm)	43,3	32	67,2	33
Peso seco fuste (tm/ha)	10,2	60	23,7	47
Peso seco ramas (tm/ha)	2,7	67	10,9	60
Peso seco follaje (tm/ha)	5,1	64	7,3	65
Peso seco total (tm/ha)	18,0	50	41,9	46

* Relación P:PV = 0,6. Peso seco a 85°C.

La Figura 1 muestra el crecimiento en altura total, dap de L. diversifolia en las condiciones de plantación en La Máquina, Guatemala.

En un bosque natural de aproximadamente cinco años se procedió a demarcar y cortar cuatro parcelas de un centésimo de ha (10 m x 10 m), en cada árbol se midió dap (mm), el diámetro basal (mm), la altura total (dm); se pesó por separado fuste, ramas, follaje y finalmente se apiló la leña para determinar la producción de estéreos.

Los resultados obtenidos del aprovechamiento se presentan en el Cuadro 2.

Al comparar la producción de una plantación de 33 meses con la de un rodal de vegetación natural de cinco años, se ve que aquella supera en 224 por ciento a la vegetación natural; cabe notar que en La Máquina hay mayor precipitación y los suelos son de vocación agrícola. En un ensayo del Proyecto Leña en Morazán,

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Manual Técnico No. 1. 1984. 115 p.

Cuadro 2. Producción de biomasa seca de Leucaena diversifolia en bosque natural en Palo Amontonado, El Progreso, Guatemala

Variable	Promedio	CV(%)
Altura (dm)	45,9	6
dap (mm)	24,0	20
Diámetro basal (mm)	54,0	20
Peso seco fuste (tm/ha)	4,5	68
Peso seco ramas (tm/ha)	10,4	54
Peso seco follaje /tm/ha)	3,8	42
Peso seco total (tm/ha)	18,7	38

Progreso, en un sitio con 574 mm de precipitación se obtuvo crecimiento de 4,0 m en altura y 43,1 cm de dap a los 20 meses.

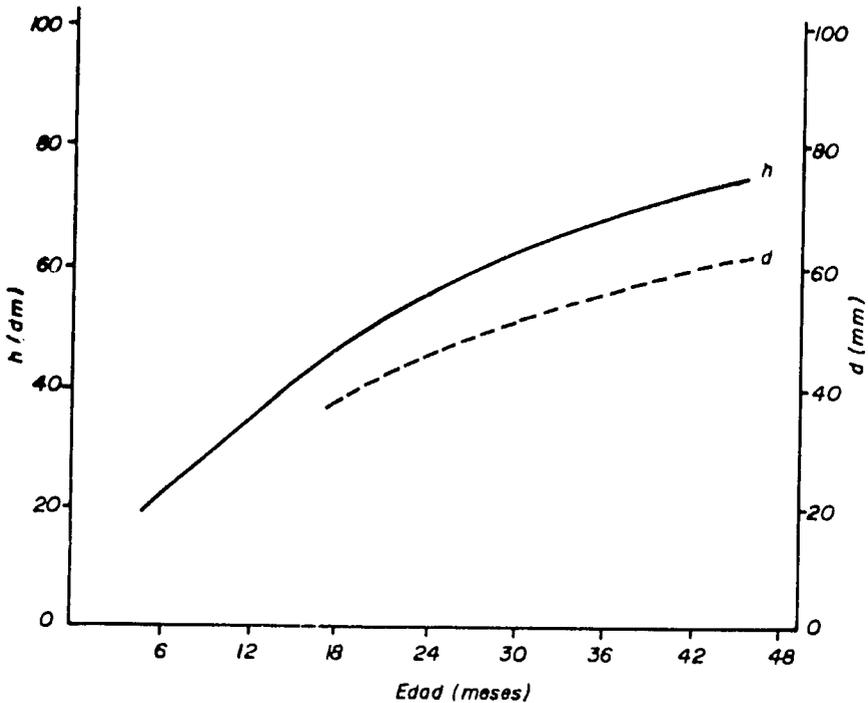


Fig 1. Crecimiento en diámetro (d) y altura total (h) de Leucaena diversifolia (Schlecht) Benth, en La Máquina, Guatemala, 1984.

CONCLUSIONES

La especie presenta un rápido crecimiento en condiciones de plantación, por lo que puede considerarse como apropiada para programas de reforestación en zonas secas; además, la alta capacidad de rebrote, producción de abundante semilla, y la capacidad de fijación de nitrógeno permiten su utilización en suelos degradados.

LITERATURA CITADA

1. DE LA CRUZ, J.R. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 24 p.
2. INTERNATIONAL DEVELOPMENT RESEARCH CENTER, Leucaena RESEARCH. In the Asia-Pacific region, proceedings of a workshop held in Singapore, 23-26 November, 1982.
3. LOPEZ, R.L. La leña en el balance energético de Guatemala. In Curso silvicultura para producción de leña, Amatitlán, Guatemala. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1986. 14 p.
4. MARTINEZ H., H.A. Proyecto Leña en Guatemala. Presentado en Seminario Latinoamericano de Bioenergía 3º. Guatemala. 1983. 11 p.
5. MARTINEZ H., H.A. Algunas especies aptas para leña. Guatemala, INAFOR-CATIE, 1981. 42 p.
6. SIMMONS, C., TARANO, J.M. y PINTO, H.J. Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. 1000 p.
7. ZANOTTI, R. Especies para producción de leña en la costa sur. In Curso sobre técnica de vivero en la producción de especies para leña. Guatemala. Amatitlán, 9-10 de febrero de 1984.

PRODUCCION DE LEÑA DE TALAS DE MONTE BAJO EN EL SALVADOR

Hugo Zambrana
CENREN
El Salvador

RESUMEN

El servicio forestal autoriza la tala de monte bajo (matorral) para producción de leña y siembra de cultivos agrícolas. De las solicitudes aprobadas, se seleccionó 162 casos y se registró especies aprovechadas, dimensiones de los arbustos, producción en volumen por área, mano de obra utilizada y comercialización.

Los resultados no fueron satisfactorios debido principalmente a la alta variabilidad. Sin embargo, los indicadores más sobresalientes son: 80 especies aprovechadas, rendimiento desde 3 a 80 m³/ha, y 5,4 días hombre por hectárea.

De las especies registradas ya se han establecido parcelas de aprovechamiento (rebrote) y medición de Lonchocarpus sp y Gliciridia sepium, además se establecerá parcelas de Prosopis sp y matorral mixto.

El trabajo se complementará con estudios de tablas de rendimiento en peso fresco y peso seco, crecimiento y rendimiento por área y serán comparados con los indicadores sobre estas mismas variables reportadas por otros autores.

SUMMARY

The forest service authorizes the clearing of shrub forest for firewood and sowing of agricultural crops. Of the applications approved 162 were selected and the species harvested, the dimensions of the bushes, production in volume per area, manpower utilized and commercial use were recorded.

The results were not satisfactory, principally because of the high variability. However, the most characteristic indicators were: 80 species harvested, yields of 3 to 80 m³/ha and 5.4 man days per hectare.

Of the species recorded, plots of Lonchocarpus sp. and Gliciridia sepium have already been replanted for harvesting and measuring. In addition, plots of Prosopis sp and mixed scrub will be planted.

The study will be complemented with studies of yield tables in dry weight and live weight and growth and yield per area, and these will be compared with the same indicators reported by other authors.

INTRODUCCION

Por "monte bajo" se conoce la vegetación arbustiva de dos a cinco años de edad que crece durante el período de descanso, después de haber cultivado granos básicos por uno o dos años. Esta vegetación está compuesta por especies pioneras, dependiendo de la disponibilidad de semilla en los alrededores y es una fuente importante de leña de diámetros pequeños que resulta de la tala, limpieza y extracción.

El Servicio Forestal controla aquellos agricultores que solicitan permiso de tala, por lo que se pidió su colaboración para llenar un formulario y registrar la producción por área en sitios autorizados. Esta evaluación es importante para determinar la disponibilidad y compararla con el consumo, similar al trabajo realizado por Dulin (1) y determinar la necesidad de plantaciones.

Objetivos

- Determinar el rendimiento por hectárea en kg/ha y unidades convencionales (pantes/ha).
- Identificar las especies componentes del "monte bajo" y sus características.
- Determinar los días-hombre utilizados para tala y extracción.

PROCESO DE SUCESION SECUNDARIA

Holdridge (5) define el proceso de sucesión como la serie de fases de crecimiento de la vegetación cuya estructura y composición se hace cada vez más compleja.

El cambio de vegetación va acompañado de cambios en la comunidad animal y propiedades del suelo. Inmediatamente después de talada un área, aumenta la cantidad de luz recibida sobre la superficie, acompañado por un aumento en la temperatura del suelo, aumento de escorrentía superficial, lo cual repercute en el deterioro del suelo.

La vegetación de las fases tempranas se conoce como matorral; es una comunidad mixta de hierbas, arbustos, bejucos y plantas invasoras que convierten el sitio en un área poco penetrable. Las especies pioneras que componen el matorral se caracterizan por tener semilla pequeña y abundante, toleran y necesitan mucha luz, son resistentes (rústicas) y compiten bien con otras malezas, lo cual favorece su presencia.

En la etapa más avanzada el matorral se caracteriza por la presencia de árboles de crecimiento rápido, vertical, con un solo tallo principal, semilla abundante dispersadas por el viento, pájaros y otros animales. Esta vegetación dominante ejerce un efecto inhibidor sobre la masa vegetal más baja.

Entre los peligros de estos periodos repetidos de tala y reposo, o cuando el fenómeno ocurre en áreas muy extensas está la poca recuperación por falta de semilla, o por el ambiente poco favorable para el crecimiento.

AGRICULTURA MIGRATORIA

La agricultura migratoria es un sistema desordenado de rotación de uno a tres años en el uso de la tierra entre agricultura y vegetación arbustiva de tres a seis años. Tiene mucha relación con el proceso de sucesión mencionado anteriormente. El proceso es similar en toda América Latina, sin embargo dada la fuerte presión por el uso de la tierra, los períodos de reposo son variables en diferentes lugares y rara vez exceden los seis años.

Entre las características más sobresalientes que acompañan este proceso están: áreas generalmente con pendientes pronunciadas, suelos frágiles a menudo compactados por pastoreo y de muy baja fertilidad, muy poca posibilidad de mecanización, los agricultores poseen poca tierra o trabajan tierras arrendadas, su poder adquisitivo y nivel tecnológico son bajos, uso casi exclusivo de energía humana para limpieza, a veces con ayuda del fuego.

AREAS CON VEGETACION ARBUSTIVA

La mayor parte de la zona de vida bosque húmedo subtropical (fresco y caliente) estuvo cubierta por vegetación que pudo ser de dos estratos, con árboles no muy altos y deciduos durante el período de sequía prolongado.

La mayor parte de esta vegetación natural ha desaparecido y el proceso de sucesión se ha iniciado e interrumpido varias veces. Afortunadamente aún puede notarse la presencia de especies pioneras que invaden agresivamente cualquier área abandonada, sin embargo, hay casos en que debido al exceso de compactación del suelo, afloramiento rocoso o quema continua, únicamente se encuentra pasto y el proceso de sucesión se vuelve demasiado lento.

A pesar de que las cifras no están actualizadas, el Servicio Forestal reporta 77 789 ha de vegetación arbustiva que corresponde al 28 por ciento de la superficie total del país (4). Estas áreas están constituidas por pequeñas manchas dispersas en todo el territorio, y están cambiando continuamente por el proceso de siembra y reposo.

Dulin (1) menciona que la tasa de deforestación anual en El Salvador es un 0,8 por ciento de la superficie total del país, 22 por ciento el área cubierta con vegetación y seis por ciento con bosque denso.

ESPECIES REPORTADAS

Holdridge (5) menciona que las especies más comunes en América Central son de las familias Acanthaceae, Piperaceae, Solanaceae, Compositae, Rubiaceae, junto con otras de mayor tamaño que perduran hasta una etapa más avanzada. El mismo autor cita que entre las especies remanentes de la vegetación natural están: Ceripa caruto, Glicicidia sepium, Lonchocarpus minimiflorus, Byrsonima crassifolia, Psidium sp y otras. En un estudio de muestreo de vegetación en la planicie costera a 30 m sobre el nivel del mar, 2213 mm de lluvia por año y 26,4°C de temperatura promedio anual (3), se obtuvo los siguientes resultados:

En el lote uno se determinaron tres estratos (árboles, arbustos y (herbáceo-gramíneas), se identificaron 97 especies, destacándose en el estrato arbustivo guayaba (Psidium sp), iscanal (Acacia cornigera), caulote (Guazuma ulmifolia), salamo (Calycephillum candidissimum).

En el lote dos también se identificaron tres estratos y 28 especies, siendo las más abundantes guayaba (Psidium sp), caraguillo (Lonchocarpus sp). También se identificaron 18 especies en cercas vivas, 17 de las cuales son arbustos o árboles, pero no se reporta Glicicidia sepium una de las más usadas en el país.

RENDIMIENTOS DE LA VEGETACION NATURAL

Dulin (1) en su estudio de áreas críticas da los siguientes estimadores de madera total y aprovechable para leña, promedio para América Central:

- bosque latifoliado: total 10,0 m³/ha/año
aprov. para leña 6,0 m³/ha/año
- bosque de pino: total 3,0 m³/ha/año
y aprov. para leña 1,8 m³/ha/año
- matorral y barbecho: total 1,5 m³/ha/año
y aprov. para leña 1,0 m³/ha/año

Zambrana y Troensegaard (8) estimaron en 7,5 m³/ha/año el rendimiento medio anual de una plantación de G. sepium de siete años de edad.

Otárola (6) da los siguientes resultados para G. sepium en Nicaragua: 63 tm/ha de fuste y ramas (sin follaje) de peso verde para aprovechamiento total, ésto equivale aproximadamente 34 tm/ha de materia seca/ha a los seis años de edad.

Las estimaciones realizadas localmente por el Proyecto Leña han proporcionado los siguientes resultados:

- Para G. sepium, a los tres años, 2,3 m x 2,0 m, 24 tm/ha peso seco (80°C).
- Para Tectona grandis a los dos años de edad a 2,5 m x 2,5 m, 4 tm/ha de materia seca (80°C).
- Para Lonchocarpus spp a los seis años de edad en regeneración natural, 21 tm/ha de peso seco.
- Para Eucalyptus citriodora a los seis años a 2,0 m x 2,0 m, 20 tm/ha de peso seco.

LABORES DE APROVECHAMIENTO

Las labores que generalmente se realizan para aprovechamiento antes de la siembra son: chapoda, picado, apilado, extracción y carrileo de rastrojos o quema.

Cuadro 1. Rango de valores reportados para las variables investigadas en tala de monte bajo (matorral) en El Salvador

Región	Rango	No. de encuestas	Rango de pendiente (%)	Area aprovechada (ha)	No. especies aprovechadas por sitio	Dimensiones del pante (m)	No. leños por pante	Precio/pante (\$) (C)	Pante/ha	Volumen estérneo por ha	Mano de obra d-h/ha	d-h/pante
I	para todos los datos	11	10 - 40	0,3 15,0	5 - 43	largo:4,0 ancho:1,0 prof:10,7	393 2 235	20,00 43,00	1,8 32,0	3,5 90,0	3,6 27,3	0,2 12,8
	para va- 1/ lores más frecuentes		20 - 30	0,3 3,8	5 - 11	largo:4,0 ancho:1,0 prof:10,7	1 200 2 300	30,00 40,00	1,3 4,7	2,6 14,0	7,0 21,0	0,2 2,7
II	para todos los datos	34	5 - 50	--	1 - 17	largo:4,0 ancho:0,0 prof:10,7	179 8 200	19,00 50,00	2,2 40,0	2,8 111,3	3,0 37,0	0,2 14,5
	para va- 1/ lores más frecuentes		20 - 40	--	3 - 6	largo:1,0 ancho:2,0 prof:10,8	450 1 500	30,00 40,00	5,0 20,0	2,8 35,0	7,0 30,0	0,5 3,0
IV	para todos los datos	3	23 - 30	1,8 17,5	5 - 19	largo:2,5 ancho:1,0 prof:11,0	480 400	17,00 51,00	14,4 14,3	--	2,5 4,7	0,3 1,1
	para va- 1/ lores más frecuentes		23 - 30	1,8 17,5	5 - 19	largo:2,0 ancho:1,0 prof:11,0	480 600	17,00 51,00	14,4 14,3	9,0 23,0	2,5 4,7	0 1

1/ eliminando valores extremos en el rango inferior
d-h/ha = días-hombre por hectárea

Aunque no se han registrado estas actividades por separado, algunas estimaciones obtenidas son:

46 d-h/ha*, para corta y picado de leña (8).

20 d-h/ha para desmonte incluyendo tala, picado y quema, según el servicio forestal.

32 - 86 d-h/ha, para desmonte (7).

MATERIALES Y METODOS

Toma de datos

Los datos fueron tomados en diferentes partes del país como lo muestra el Cuadro 1.

La información fue colectada mediante un cuestionario que se repartió a las agencias regionales del Servicio Forestal, quienes se encargaron de distribuirlo al personal a su cargo.

De las solicitudes de aprovechamiento presentadas a las oficinas regionales del Servicio Forestal, se seleccionaron algunas para inspeccionarlas y tomar datos. A la región I se le asignaron 11 formularios, 34 a la segunda y tres a la tercera. Los formularios completados fueron devueltos al Proyecto para tabulación y análisis.

RESULTADOS Y DISCUSION

De los formularios que se distribuyeron, únicamente fueron devueltos 48, los cuales han sido agrupados por región, el resumen aparece en el Cuadro 1.

A pesar de que no se obtuvieron límites de confianza dada la alta variabilidad, se obtuvo los rangos para cada variable evaluada más importante.

En el mismo cuadro, el rango superior se refiere a los límites para todos los valores reportados, mientras que el rango inferior se obtuvo eliminando por apreciación, los valores extremos, que por lo general fueron pocos en cada caso.

Puede notarse que el número de especies reportadas está entre 5 y 20, lo cual demuestra la heterogeneidad del matorral en cuanto a la composición. Algunas de las especies reportadas pertenecen a las familias mencionadas por Holdridge (2).

Entre los estimadores más uniformes las dimensiones del pante y el precio, lo cual es convencionalmente aceptable. El pante es una pila de leña de más o menos cuatro estéreos: su precio no es superior a \$50,0** en el sitio de corta. Oscila por lo general entre \$30,0 y \$40,0, dependiendo del diámetro, especie,

*días/hombre/hectárea

**\$1,00 = \$2,5

etc. El número de leños por pante es más variable que lo esperado y depende del diámetro de los leños. Los valores más frecuentes oscilan entre 500 y 2000 leños por pante, entre 0,7 m y 0,8 m de largo cada leño.

Los volúmenes en estéreos y números de pantes por hectárea, son variables y dependen de la edad, composición de especies, fertilidad del suelo. A pesar de ello los valores reportados son superiores a los reportados por Dulin (1); hace falta una estratificación para poder comparar. Esta variable es importante y debió haberse medido la altura del matorral y diámetros a una altura básica para relacionarlo con la producción.

Los días hombre utilizados por hectárea tiene gran variabilidad y oscilan entre 7 y 30 d-h/ha, y 0,2 - 3 d-h/pante. Para la región IV los valores reportados son muy bajos, mientras que los de las otras dos regiones se acercan más a los reportados con anterioridad. Las cifras de área aprovechada por propietario confirma que predomina el régimen de pequeña propiedad. No se tomó datos para la región III.

LITERATURA CITADA

1. DULIN, P. Situación leñera en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No. 51. 1984. 51 p + mapas.
2. EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Zonas de vida ecológicas de El Salvador. San Salvador, 1975. 18 p.
3. EL SALVADOR. UNIVERSIDAD. Estudio Preliminar sobre Evaluación de Vegetación del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Hacienda La Providencia. San Salvador, 1975. 11 p.
4. EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Anuario Forestal 1981, San Salvador, 1983. 80 p.
5. HOLDRIDGE, L. R. Ecología; basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA, 1979. 216 p
6. OTAROLA, A. y UGALDE, L. A. Productividad y Tablas de biomasa de Gliricidia sepium (Jacq) Steud, en Bosques Naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 39 p.
7. WATTERS, R. F. La Agricultura Migratoria en Venezuela. Mérida, Venezuela, IFLAIC, 1968. 136 p.
8. ZAMBRANA, H. y TROENSEGAARD, J. Factibilidad de las Plantaciones Forestales y Manejo de los Bosques de Coníferas. El Salvador, FAO, 1982. 81 p. (FO: 9DP ELS/78/004. Documento de Trabajo No. 11).

ESTUDIO DE CASO DEL ABASTECIMIENTO DE LEÑA CON Eucalyptus saligna Smith EN UNA INDUSTRIA RURAL EN SAN RAMON, COSTA RICA

Rodolfo Salazar
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

Una de las actividades agrícolas más generalizadas en la zona de San Ramón, Costa Rica, es la producción de caña de azúcar, parte de la cual es utilizada para elaborar dulce en las pequeñas industrias locales (trapiches). El proceso industrial del dulce consume el bagazo de la caña como fuente de energía, usualmente complementado con leña, la cual es escasa y cara en la región.

El presente documento analiza el potencial del Eucalyptus saligna para suplir los requerimientos de leña de un trapiche en San Ramón. El rodal en estudio fue establecido en suelos fértiles y recibió buen mantenimiento. Se detectó a los 30 meses de edad un rendimiento en términos de leña seca de 16,5 tm/ha/año (64 estéreos), y 31,7 tm/ha/año de biomasa seca total. El rendimiento alcanzado por la plantación joven permite a la industria suplir fácilmente las necesidades de leña con una plantación de 5 ha.

La tasa de rendimiento observada en San Ramón indica que la especie tiene un alto potencial, no solo para la producción de leña, sino para otros productos forestales, siempre y cuando la plantación se establezca en suelos fértiles y se le de un mantenimiento adecuado.

SUMMARY

One of the most widespread agricultural activities in the area of San Ramón, Costa Rica, is the production of sugar cane, part of which is utilized to manufacture crude sugar in small local industries (sugar mills). The industrial crude sugar-making process uses the cane bagasse as an energy source, usually complemented by firewood, which is scarce and expensive in this region.

This report analyzes the potential of Eucalyptus saligna to supply the firewood requirements of a sugar mill in San Ramón. The stand under study was planted in fertile soil and was well maintained. At 30 months of age a yield of 16.5 mt/ha/yr (64 steres) in terms of dry firewood and 31.7 mt/ha/yr of total dry biomass was recorded. The yield achieved by the young plantation enables the industry to supply easily its firewood needs with a plantation of 5 ha, 1.5 ha of which will be harvested every three years.

The rate of yield observed in San Ramón indicates that the species has a high potential not only for firewood production but for other forest products, provided the plantation is established on fertile soil and is adequately maintained.

INTRODUCCION

El alto costo de los combustibles derivados del petróleo, y la escasez del recurso leña consecuencia en parte del uso indiscriminado de los bosques, está provocando una fuerte crisis energética, principalmente en los estratos sociales de escaso recurso económico en los países en desarrollo; esta crisis se da básicamente a nivel de familia y pequeña y mediana industria, tanto en el área rural como urbana.

Para los países en desarrollo una forma de enfrentar el problema de la disponibilidad de leña, es a través del desarrollo de técnicas adecuadas que permitan hacer un uso racional del recurso natural. El establecimiento y manejo adecuado de plantaciones energéticas, permitirá no solo producir la leña que requieren las comunidades, sino que, logrará la protección y recuperación de la flora, la fauna y los suelos ya degradados o en vías de degradación.

El presente documento analiza el potencial del Eucalyptus saligna Smith para suplir las necesidades de leña, en una fábrica rural pequeña productora de dulce en San Ramón de Alajuela, Costa Rica.

ANTECEDENTES DE LA INDUSTRIA

El trapiche está ubicado en Piedades Norte, San Ramón, Alajuela. La mayor parte de la región está dedicada a la producción de café y caña de azúcar para azúcar y dulce.

La finca del caso en estudio está casi totalmente cultivada de caña para la producción de dulce, y algunas áreas de bosque secundario para la extracción de leña que es usada en la cocción del jugo de caña para producir el dulce.

La industria manejada por nueve operarios, trabaja en turnos de 13 horas/día, dos días por semana (104 días/año), y produce aproximadamente 1500 atados de dulce por día; el atado está compuesto por dos tapas que pesan 1 kg cada uno. Para alcanzar esta producción el trapiche procesa 17 tm de caña (45 atados/tm/día). El proceso de molienda se realiza con fuerza hidráulica, y el proceso de cocción del jugo se realiza con el mismo bagazo de la caña, el cual debe ser complementado con aproximadamente 5,8 estéreos de leña/semana (302 estéreos/año). La leña es extraída de los bosquetes secundarios de la misma finca, los que están siendo fuertemente diezmadados, y pondrán en problemas a la industria en los próximos años, si no se establecen plantaciones para leña.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTACION

En 1982 se estableció una plantación de 0,55 ha de E. saligna para estudiar el potencial de la especie como fuente de leña con miras a suplir las necesidades de la industria. Antes de la plantación el sitio estuvo bajo potrero y luego fue plantado con plátano.

Para reducir los costos de mantenimiento del eucalipto, se sembró antes, maíz (Zea mayz) a un espaciamiento de 2,00 m x 0,84 m (18 000 plantas/ha); una vez germinado el maíz se plantó el eucalipto a 2,00 m x 2,00 m (2500 árboles/ha),

y se fertilizó con 40 g de la fórmula completa 10-30-10 (N-P-K). Después de cosechar el maíz cinco meses después de sembrado (producción 505 kg seco), se plantó dos hileras de tiquisque (*Xanthosoma* spp.) entre los árboles (aproximadamente 0,70 m entre hileras), el cual fracasó por la sombra de los eucaliptos.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El estudio de crecimiento de la especie se realizó en forma comparativa con otros tres pequeños rodales establecidos en la misma región, pero en suelos con características físicas y químicas diferentes. El Cuadro 1 resume las características de suelo y clima de los sitios. La precipitación media anual para la región es de 1926 mm, con cinco meses con menos de 40 mm, y una temperatura media anual de 21,7°C.

Cuadro 1. Características de los sitios estudiados

Sitio*	Elevación (msnm)	Uso anterior y características del material plantado	pH	Suelos
722	1 570	uso agrícola, plantas de buena calidad y buen mantenimiento	5,2	Inceptisol (Ustic Dystrandept). Latosol pardo rojizo, bajo en contenido de P y K y medio en Ca y Mg, Al relativamente alto Suelo profundo.
724	1 000	potrero compactado, competencia de gramíneas.	5,2	Heric plistaqualt. Suelos erodados, arcillosos. Bajo contenido de P y medio de K y Ca. Alto en Mg y sin problemas de Al.
734	1 180	potrero, se plantó muy tarde. competencia de gramíneas.	5,1	Inceptisol (Hydric Dystrandept). Andosol oscuro y profundo de cenizas volcánicas. Bajo en P y K, contenido medio de Ca y Mg. Problemas de Al.
718	1 110	potrero compactado, material plantado de mala calidad.	5,3	Aeric Plistaqualt. Suelo arcilloso, compactado por pastoreo bajo en P, K y Ca. Sin problemas de Al. Alto en Mg, 6,5 % de M.O.

*Codificación del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. CATIE/ROCAP.

Los sitios 722 y 734 se caracterizan por tener suelos mejor estructurados y profundos, los sitios 718 y 724 presentan suelos pesados, con problemas de compactación por el pastoreo al igual que el sitio 734.

CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO DEL EUCALIPTO

Para evaluar el crecimiento de la especie en el sitio se estableció una parcela permanente de 49 árboles que fue evaluada cada seis meses durante 24 meses. Esta información de crecimiento se complementó con la evaluación de tres parcelas de igual dimensión en tres rodales, en la misma región de San Ramón. El Cuadro 2 resume los resultados de crecimiento para los primeros dos años de edad.

A los dos años la primera parcela que corresponde al sitio de interés (722) mostró una tasa de crecimiento anual en dap de 4,0 cm y 4,8 m de altura total, este crecimiento en términos generales fue 50 por ciento y 60 por ciento superior al que presentaron las otras tres plantaciones (Cuadro 2). Las Figuras 1 y 2 muestran claramente las tasas de crecimiento diferentes tanto en dap como en altura total. En promedio los tres sitios con crecimiento pobre mostraron un incremento medio anual (IMA) de 2,0 cm en dap y 2,8 m en altura total. Estos incrementos son ligeramente superiores a los reportados en Hawaii en plantaciones energéticas de 2,5 y 4,5 años sobre suelos pobres y con densidades similares, donde también se ha detectado una respuesta significativa tanto en crecimiento en dap como en altura a aplicaciones periódicas de fertilizante (NPK) durante los primeros meses de crecimiento (4).

Cuadro 2. Crecimiento del Eucalyptus saligna durante los primeros 24 meses en San Ramón, Costa Rica

Sitio	d a p (cm)						A l t u r a t o t a l (m)							
	12 meses		18 meses		24 meses		6 meses		12 meses		18 meses		24 meses	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
722	2,8	32	6,3	26	8,1	24	1,3	26	3,7	20	7,3	18	9,7	21
724	1,1	30	2,1	27	3,2	35	0,9	20	2,2	14	2,9	18	4,1	24
734	-	-	0,5	59	1,5	53	0,7	11	1,3	12	1,5	13	2,3	19
718	-	-	0,2	22	1,2	47	-	-	1,5	14	-	-	2,1	18

El crecimiento inferior que mostraron los sitios 718, 724 y 738 es posible que se deba al efecto combinado de suelos arcillosos, compactados, con problemas de mantenimiento, competencia de gramíneas y calidad plántulas utilizadas.

En todos los sitios, a excepción del 718 se observó una correlación altamente significativa ($P \leq 0,001$) entre dap y altura total a los 12, 18 y 24 meses. Los siguientes modelos de regresión simple permiten estimar los crecimientos en dap y altura total para plantaciones hasta de 24 meses de edad, en suelos relativamente fértiles y no pastoreados en San Ramón.

Para estimar dap:

$$\text{dap (mm)} = -6,804 + 2,915 X$$

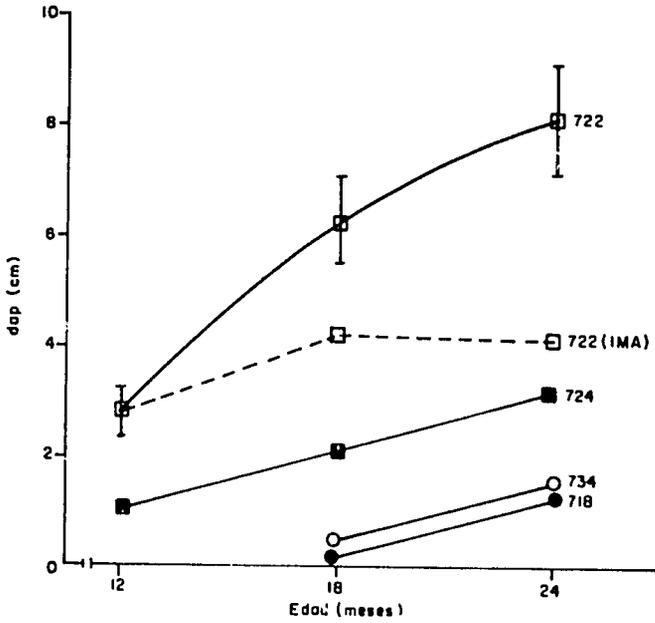


Fig. 1 Crecimiento en dap (cm) de *E. saligna* en San Ramón, Costa Rica

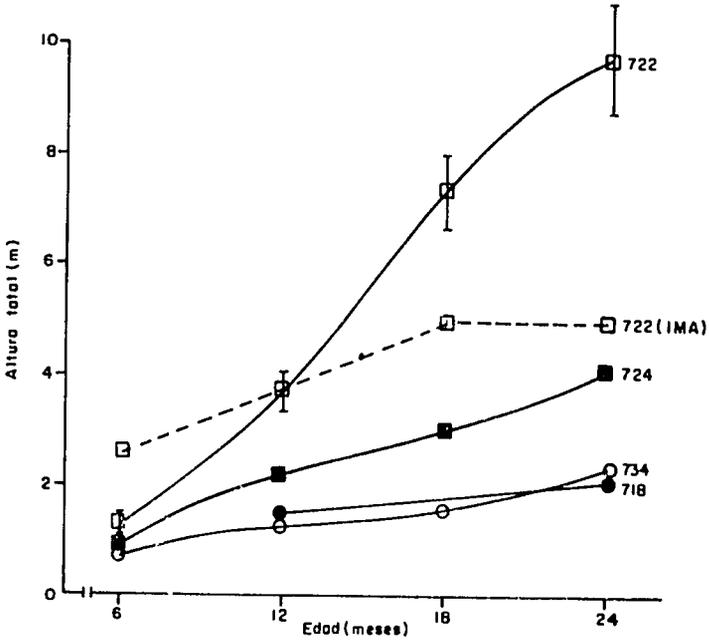


Fig. 2 Crecimiento en altura total (m) de *E. saligna* en San Ramón, Costa Rica

X = edad (meses)

R^2 = 65%

Para estimar altura total:

$$\ln h = 4,212 - 10,858 \times \frac{1}{X} + 0,022 X$$

h = altura total (dm)

X = edad (meses)

R^2 = 90%

El sitio 722 con mejor suelo y mejor crecimiento se detectó un IMA de 4,0 cm 4,9 m en dap y altura total a los dos años, respectivamente. Este crecimiento es similar al reportado en Medellín y Popayán, Colombia donde se ha detectado un IMA en altura total de 4,2 m y 3,2 m en plantaciones de dos años, a 1900 y 1700 msnm, y con precipitaciones de 1600 y 1950 mm respectivamente. En Popayán a 2400 msnm la especie muestra un IMA de 0,5 m a los tres años, comparativamente menor a los incrementos de 1,4 m y 0,8 m alcanzado por *E. globulus* y *E. grandis* (2,3). Es interesante observar que en el sitio 722 después de los 18 meses el IMA tanto en altura total como en dap permanece constante (Figuras 1 y 2).

PRODUCCION DE LEÑA

La producción de leña y biomasa total aérea se cuantificó en la plantación del sitio 722 en Piedades Norte a los 30 meses en una parcela representativa de 196 m² (27 árboles). Para evaluar la producción de leña y biomasa total en términos de peso seco (80°C), y volumen (leña apilada), se siguió la metodología desarrollada por el Proyecto de Leña.

El Cuadro 3 presenta las variables evaluadas en la parcela de rendimiento y el grado de correlación detectados entre los distintos parámetros. Con una sobrevivencia de 95 por ciento se detectó a los 30 meses un rendimiento de leña seca de 41 tm/ha (17 tm/ha/año), y una producción de biomasa seca total de 54 tm/ha (22 tm/ha/año). En Sao Paulo, Brasil en plantaciones de *E. saligna* con ocho años de edad y 1 666 árboles/ha, creciendo en suelos arenosos de baja fertilidad se reportan rendimientos de 11 tm/ha/año de leña seca y 13 tm/ha/año de biomasa seca total (5).

El rendimiento en términos de leña verde apilada fue de 160 estéreos/ha a los 30 meses, esto equivale a una producción de 64 estéreos/ha/año. Si el trapiche requiere 302 estéreos/año de leña para satisfacer las necesidades de producción de dulce, deberá establecer anualmente durante tres años plantaciones de 1,6 hectáreas y manejarlas en turnos de tres años. Esto quiere decir que si se alcanza la misma tasa de rendimiento anual de leña apilada, el trapiche deberá mantener bajo protección forestal un área total de cinco hectáreas, siempre y cuando se de un manejo adecuado a los rebrotes.

El estudio de las características de la madera* de *E. saligna* determinó que la leña a los 30 meses tiene un contenido de agua de 57 por ciento y el

*-----
Determinaciones realizadas por el Departamento de Ingeniería Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Cuadro 3. Variables cuantificadas y su correlación en un rodal de *E. saligna* en San Ramón, Costa Rica

Variables	Promedio (\bar{X})	CV (%)	Valor máximo	Valor mínimo	Correlaciones ($\leq 0,001$)		
					altura total	dap	diámetro basal
Altura total (m)	11,0	19	14,0	7,0	-	-	-
dap (cm)	9,6	29	15,0	5,2	***	-	-
Diámetro basal (cm)	12,0	27	18,0	6,0	***	-	-
Ln altura total	2,2	14	3,0	2,0	***	***	***
Ln dap	2,4	8	3,0	2,0	***	***	***
Peso seco fuste (kg)	17,4	65	45,0	3,0	***	***	***
Peso seco follaje (kg)	5,3	64	12,0	1,0	***	***	***
Peso seco total (kg)	22,7	64	57,0	3,0	***	***	***

follaje 61 por ciento. La gravedad específica de la madera fue de 0,42 y el contenido de cenizas de 0,73 por ciento. Se determinó que la madera tiene un contenido energético de 18 390 kJ/ kg, lo que equivale a una producción de energía de $30,3 \times 10^7$ kJ/kg/ ha/año.

El alto grado de correlación entre las variables de crecimiento y rendimiento (Cuadro 3), permitió desarrollar modelos matemáticos de regresión lineal para estimar la producción de leña y biomasa aérea en peso seco. Se elaboraron tablas de rendimiento en peso seco para plantaciones de *E. saligna* de 30 meses de edad, creciendo en suelos relativamente fértiles. Los Cuadros 4 y 5 muestran las tablas de rendimiento y los modelos de regresión respectivos.

Cuadro 4. Tabla de rendimiento de leña seca (80°C) en kg para *E. saligna* de 30 meses de edad en San Ramón, Costa Rica

dap (cm)	A l t u r a t o t a l (m)								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	1,9	2,1	2,4	2,6	2,8	3,1	3,4	3,6	3,8
6	4,0	4,6	5,1	5,6	6,2	6,7	7,3	7,8	8,3
8	6,9	7,9	8,9	9,8	10,7	11,6	12,6	13,5	14,4
10	10,7	12,1	13,6	15,0	16,4	17,8	19,3	20,7	22,1
12	15,1	17,2	19,2	21,3	23,3	25,3	27,3	29,3	31,3
14	20,3	23,1	25,8	28,5	31,2	33,9	26,6	39,3	41,9

$$\text{Ln PL} = -3,8835 + 1,9107 \text{ Ln dap} + 0,9508 \text{ Ln h}$$

PL : peso leña seca (kg)

h : altura total (m)

Lg : Log. natural

R² : 99%

Cuadro 5. Tabla de rendimiento de biomasa aérea total seca (80°C) en kg para *E. saligna* de 30 meses de edad en San Ramón, Costa Rica

dap (cm)	A l t u r a t o t a l (m)								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	4,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,6
6	5,5	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,3	8,7
8	10,2	11,1	11,9	12,7	13,4	14,1	14,8	15,5	16,2
10	16,5	17,9	19,2	20,5	21,7	22,9	24,0	25,1	26,1
12	21,5	26,5	28,5	30,3	32,1	33,8	35,5	37,1	38,7
14	34,1	36,9	39,7	42,3	44,8	47,2	49,5	51,8	53,9

$$\ln PT = -3,3189 + 2,1504 \ln \text{dap} + 0,6018 \ln h$$

PT : peso seco total (kg)

h : altura total (m)

Lg : Log. natural

R² : 99%

CONCLUSIONES

El crecimiento a los dos años mostrado por el *E. saligna* en un suelo fértil y con buen mantenimiento en San Ramón, Costa Rica, puede considerarse como muy bueno en comparación con el crecimiento logrado en otros rodales de la misma región creciendo en suelos poco fértiles, con problemas de compactación y competencia de gramíneas, características que se consideran como limitantes para el buen crecimiento de la especie.

Después de los primeros 18 meses de crecimiento se observa en el sitio bueno que el IMA tanto en altura total como dap se estabiliza con respecto al crecimiento a los 24 meses; pero este periodo de crecimiento de seis meses corresponde al efecto del segundo verano.

En el sitio considerado como bueno el rendimiento de leña seca de 16,5 tm/ha/año, ó 64 estéreos/ha/año en 30 meses es muy satisfactorio y superior al mostrado por la especie en otros sitios (1). Este rendimiento permite considerar a la especie como muy promisoría para la región de San Ramón, siempre y cuando el sitio a plantar sea fértil, no compactado y el mantenimiento de la plantación permita la competencia de las malezas durante los primeros estudios de crecimiento.

Ya que como norma los sitios más fértiles son dedicados a la agricultura, sería aconsejable realizar algunas investigaciones sobre preparación de terreno, uso de fertilizantes y control de malezas, con el objeto de determinar el sistema más apropiado que permita incorporar los suelos con factores limitantes a la producción de madera o leña con *E. saligna* para esa región.

Para lograr una adecuada producción periódica en bosques energéticos con E. saligna, es recomendable desarrollar un manejo de rebrotes que permita alcanzar la mayor producción en cantidad y calidad en el menor tiempo posible.

En términos de crecimiento y producción de leña, la especie representa una excelente alternativa para establecer pequeños bosquetes energéticos, que permitan suplir las necesidades tanto para consumo de leña para uso doméstico como para la pequeña industria rural.

LITERATURA CITADA

1. CANNON, P. G. Crecimiento de Eucalyptus en seis ensayos de especies y procedencias en el Valle del Cauca: resultados después de tres años. Cartón de Colombia. Informe de Investigación No. 81. 1982. 14 p.
2. CARTON DE COLOMBIA. Resultados al finalizar dos años de un ensayo de especies y procedencias de Eucalyptus en seis sitios en Colombia. Colombia, Informe de Investigación No.58. 1980. 10 p.
3. COUTO, H. T., BEITO, J. O., TOMAZELLO FILHO, M., CORRADINI, L., y FAZZIO, E. Quantificação de resíduos forestais para produção de energia em pavimentos de Eucalyptus saligna. IPEF (Brasil) 26: 19-23. 1984.
4. Eucalyptus PLANTATIONS FOR ENERGY PRODUCTION IN HAWAII. Annual Report 1983. Hawaii, 1983. 121 p.
5. POGGIANI, F., COUTO, H.T. CORRADINI, L. y FAZZIO, E.C. Exportação de biomassa e nutrientes a través da exploração de E. saligna. IPEF (Brasil) 25:37-39. 1983.

**COMPORTAMIENTO DE Gliricidia sepium (Jacq.) Steud EN PLANTACIONES
POR SIEMBRA DIRECTA EN GUANACASTE, COSTA RICA**

Walter Picado V.
D.G.F.
Costa Rica

RESUMEN

Se evalúa el crecimiento y rendimiento de leña de una plantación de Gliricidia sepium de cuatro años, establecida por siembra directa en Cañas, Costa Rica, a una densidad inicial de 1111 árboles/ha (3 m x 3 m). Los árboles presentaron una altura promedio de 7,0 m y un dap promedio de 5,9 cm. La producción total de biomasa seca fue de 4805 kg/ha/año. La leña con un diámetro mínimo de 2,5 cm, representó el 84 por ciento de la biomasa total; el 16 por ciento restante fue constituido por follaje. Se obtuvo un promedio por árbol de 3,5 postes de 2,5 m de longitud, lo que representa una producción de 3 890 postes por ha.

La leña presentó una gravedad específica promedio de $0,54 \text{ g/cm}^3$, un poder calórico de 19 920 kJ/kg y un contenido de cenizas de 1,3 por ciento. El contenido de humedad de la leña y del follaje fue de 52 y 70 por ciento respectivamente.

Si se considera un precio de 275 colones/estéreo de leña y 17 colones/poste, el rendimiento bruto esperado sería de 3657 colones/ ha/año por venta de leña y de 16 514 colones/ha /año si se comercializa los postes vivos. Se incluye además tablas de doble entrada para predecir la producción de biomasa en función del dap y la altura total.

SUMMARY

This report evaluates the growth and yield of firewood from a four-year-old plantation of Gliricidia sepium established by direct seeding in Cañas, Costa Rica. At an initial density of 1 111 trees per ha (3 x 3 m). The trees had an average height of 7.0 m and an average DBH of 5.9 cm. Firewood with a minimum diameter of 2.5 cm represented 84 percent of the total biomass. The remaining 16 percent consisted of foliage. On the average each tree produced 3.5 posts 2.5 meters long, i.e. 3 890 posts per ha.

The firewood had an average specific gravity of 0.54 g/cm^3 , a caloric content of 19 920 kJ/kg and an ash content of 1.3 percent. The moisture content of the firewood and the foliage was 52 and 70 percent respectively. The green weight/dry weight ratio was 0.48. The caloric content was 19 923 kJ/kg and the ash content was about 1.5 percent.

Assuming a value of 275 colons per and 17 colons/post, the anticipated gross yield would be 3 657/ha/yr for marketable firewood and 16 514 colons/ha/yr if the green posts were sold. Double-entry tables are also included in order to predict production of biomass as a function of DBH and total height.

INTRODUCCION

El madero negro, (Glicicidia sepium (Jacq) Steud, es una de las especies más comúnmente empleadas en Costa Rica para el establecimiento de cercas vivas (8).

La especie es nativa de México, América Central, El Caribe, Colombia, Venezuela, Guyanas y Surinam. En Costa Rica se encuentra distribuida en forma natural en el Pacífico Seco y ha sido introducida en la zona Atlántica y en el Valle Central. Crece desde el nivel del mar hasta elevaciones de 1300 msnm, con precipitaciones anuales que varían de 1500 mm hasta más de 4000 mm y periodos secos que se prolongan hasta por seis meses (1,4,7,8).

Baggio (1), Beliard (2) y Mora (7) presentan revisiones detalladas sobre requerimientos ambientales, características y usos de la especie. El madero negro, como se le conoce en Costa Rica, puede propagarse con facilidad vegetativamente o por semilla. En el establecimiento de cercas vivas con postes se ha alcanzado hasta 90 por ciento de arraigamiento bajo condiciones favorables; cuando se emplean plantas completas en lolsa o tucones la sobrevivencia ha alcanzado entre 60 y 70 por ciento (4)

El manejo de cercas vivas de madero negro se ha tecnificado en los últimos años, principalmente en lo que respecta a distancias entre postes; frecuencia y época de corta (8).

La especie presenta algunos problemas con respecto a plagas y enfermedades; Mora (7) informa sobre ataques de hormigas cortadoras, Atta sp En Trinidad se han presentado ataques de áfidos, Aphis laburni y A. eracivora. En pequeñas plantaciones del Proyecto Leña en Costa Rica, los rebrotos jóvenes de postes vivos han sido atacados por el coleóptero Languria sp en estado larvario, el cual perfora las ramas entrando por el ápice. Sin embargo, el problema más serio ha sido el ataque de roedores (ratas) en plantaciones jóvenes, los cuales comienzan por roer la corteza de la base del árbol y terminan cortándolo completamente. En ocasiones, al establecer cercas vivas con postes en potreros el ganado come la corteza hasta que el poste muere.

Salazar (10) reporta para árboles de 30 años, plantados como sombra en cafetales y sin manejo, una producción de leña seca al horno de 307 kg/árbol, con una altura promedio de 16,4 m y 26,0 cm de dap. Otárola y Ugalde (8) reportan para árboles de seis años, de regeneración natural, una producción de 22 kg de leña seca al horno por árbol, con una altura y dap promedios de 9,4 m y 7,8 cm respectivamente.

CARACTERISTICAS DEL SITIO Y MATERIAL EVALUADO

El estudio se llevó a cabo en un rodal establecido por siembra directa, en Paso Lajas de Cañas, Guanacaste a 75 m de elevación y 1664 mm de precipitación anual, con una temperatura promedio de 27°C, cinco meses secos y vientos fuertes la mayor parte del año. El sitio corresponde a un bosque seco tropical transición a húmedo (5).

El suelo es de origen aluvial, con poco desarrollo pedogenético en los horizontes superficiales. La profundidad efectiva sin impedimentos físicos llega hasta los 90 cm; textura liviana, desde arenoso en los primeros 40 cm hasta francoarenoso o franco a profundidad mayor. La porosidad es alta lo que da un drenaje interno excesivo, sin estructura (grano suelto). A una profundidad de 90 cm aparece un depósito de arcillas pesadas, que contrasta con la parte superficial.

La plantación fue establecida en mayo de 1980, con el objetivo principal de producir postes para cerca. Se empleó semilla recolectada de árboles plantados en cercas en las fincas aledañas. Antes de la siembra se realizó una chapía y rodajea o comaleo de aproximadamente 50 cm de diámetro, se colocó dos semillas por golpe de espeque a tres cm de profundidad. Durante el primer año se practicó cuatro limpiezas con machete y en los tres años siguientes, dos limpiezas cada año.

Durante el primer año hubo problemas serios con ratas. No se empleó fertilizantes comerciales, sin embargo, se aplicó estiércol vacuno alrededor de cada árbol.

A los dos años se realizó una poda para eliminar las ramas bajas hasta tres metros de altura, con el objetivo de favorecer la forma y calidad de los postes a producir, así como la estética de la plantación; no se practicó la eliminación de ejes. El espaciamiento inicial fue 3 m x 3 m, con una densidad de 111 árboles por hectárea.

Este documento presenta los resultados de crecimiento y rendimiento basados en la altura de 32 árboles a los que se midió altura total, dap y diámetro de copa. Además, se cuantificó el peso del fuste y ramas con diámetros mayores a 2,5 cm, peso del follaje (que incluye ramas finas), peso total y como información adicional, la producción de postes de dos metros y medio de largo para cerca viva. Se tomó muestras de diez árboles para determinar el contenido de humedad, gravedad específica y poder calórico de la madera; para el follaje se determinó el contenido de humedad. Se siguió la metodología propuesta por CATIE (3).

PRODUCCION DE LEÑA Y BIOMASA

El Cuadro 1 resume los valores obtenidos para las variables evaluadas. Los árboles presentaron una uniformidad aceptable en el dap y la altura total; con respecto a la variable de peso para las diferentes secciones del árbol, el material mostró una variación superior a 63 por ciento y 29 por ciento para el diámetro de copa.

El Cuadro 2 muestra la variación en gravedad específica, poder calórico y contenido de cenizas de las diferentes secciones del árbol.

El incremento medio anual fue de 1,8 m en altura y 1,5 cm en dap. La gravedad específica promedio por árbol fue de 0,54 g/cm³. En árboles con 30 años y rebrotes de dos años se encontró 0,77 g/cm³ y 0,47 g/cm³ respectivamente (8, 10). Se determinó un poder calórico medio de 19 920 kJ/kg; los valores obtenidos en árboles de 30 años y rebrotes de dos años son de 26 300 kJ/kg y 17 600 kJ/kg

Cuadro 1. Crecimiento y rendimiento de Gliricidia sepium de cuatro años en Cañas, Costa Rica

Variable	\bar{x}	S	CV (%)
altura total (m)	7,0	1,1	15
dap (cm)	5,9	1,5	25
diámetro de copa	2,8	0,8	29
número promedio de postes/árbol	3,5	1,9	54
peso de leña (kg)	14,6	9,3	64
peso del follaje (kg)	2,7	1,7	65
peso total del árbol (kg)	17,3	11,0	63

respectivamente (9, 10). Esta variación, con la edad, posiblemente sea el resultado de un aumento en el contenido de lignina en la madera. En cuanto al contenido de cenizas, también aumento con la edad del árbol; sin embargo, al analizar diferentes secciones del fuste de un árbol no se encuentra diferencias significativas ni un patrón de variación que permita hacer afirmaciones o inferencias respecto del estado de desarrollo de la madera. Lo que de hecho se da y ocurre para la mayoría de las especies es que la gravedad específica aumenta de abajo hacia arriba. El poder calórico no varía significativamente y el contenido de cenizas no muestra ningún patrón.

Cuadro 2. Gravedad específica, poder calórico y porcentaje de cenizas de Gliricidia sepium de cuatro años en Cañas, Costa Rica

Sección del fuste	Gravedad específica		Poder calórico		Contenido de cenizas	
	\bar{x} (g/cm ³)	S	\bar{x} (kJ/kg)	S	\bar{x} (%)	S
basal	0,61	0,06	19 846	594	1,66	0,60
media	0,54	0,05	19 920	818	1,33	0,40
superior	0,48	0,04	20 004	556	1,47	0,54

PRODUCCION DE POSTES

Los 32 árboles cuantificados presentaron un promedio de 7,0 m de altura y 5 cm de dap con una producción media de 3,5 postes por árbol (con diámetro mínimo de 3 cm y 2,5 m de longitud). Con esta producción de postes y una densidad de 1111 árboles/ha, es posible obtener una producción total de 3888 postes vivos, los cuales tendrían un valor bruto alrededor de 66 000 colones* /ha con un primer corte a los cuatro años de establecida la plantación, lo que daría un ingreso bruto anual de 16 500 colones/ha.

*17,00 colones/poste, 1 colón = \$0,02 (1985)

En San Ramón, Costa Rica, se determinó que árboles de siete años en cerca viva producen un promedio de 5,4 postes vivos cada dos años, lo que representa una producción de 3600 postes por kilómetro de cerca viva, a un espaciamiento de 1,5 m entre árboles (666 árboles/km). Esto representa un ingreso bruto de 30 600 colones/km/año, que es 46 por ciento superior al ingreso que genera la plantación en estudio (9).

La producción total de leña fue de 4,1 tm/ha/año esto equivale a $80,8 \times 10^6$ kJ/ha/año; para generar igual cantidad de energía se requeriría 8753 litros de búnker.

En términos de volumen la producción fue de $8,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, que equivale a 13,3 estéreos**. En Nicaragua se encontró una producción total de $4,2 \text{ tm}/\text{ha}/\text{año}$ ($8,7 \text{ m}^3$ y $13,6$ estéreos/ha/año) de leña apilada en condiciones de bosque natural y rotación de seis años (8).

De acuerdo con estos rendimientos y empleando los valores de consumo de leña y tamaño de familia reportados por Lemckert y Campos (6) para Costa Rica, sería necesario aproximadamente 1,5 hectáreas para satisfacer el consumo anual de leña de una familia promedio (6,3 miembros).

En términos económicos la venta de la leña generaría un ingreso bruto de 3657 colones/ha/año***. Esa misma biomasa vendida como postes generaría 16 524 colones/ha/año (78 por ciento superior).

Se encontró una correlación de 53 por ciento y 52 por ciento entre el dap y la altura total respecto del peso seco total y del fuste. Para predecir la producción de leña (peso seco del fuste y ramas) se desarrolló el siguiente modelo matemático:

$$PF : 3,8556 + 0,0392 \text{ dap}^2 A$$

donde

PF : peso seco del fuste y ramas en kg

dap: diámetro del árbol

A : altura total del árbol (m)

El Cuadro 3 muestra la tabla de rendimiento para peso seco de leña, según el modelo anterior.

Se obtuvo un promedio de 2,7 kg de follaje seco por árbol. La predicción de estos valores por árbol puede obtenerse por diferencia utilizando la información de los cuadros 3 y 4.

Vale aclarar que no todo lo que se reporta como follaje puede ser empleado como forraje, ya que se incluyó ramas delgadas que no se consideran leña. La cuantificación se llevó a cabo en abril, época en que el árbol presenta menos follaje por estar en plena producción de semillas.

**Para la conversión se utilizó un factor de 0,64 determinado para leña de Inga spp y café (5).

***275 colones/estéreo, precio promedio en 1984

Cuadro 3. Tabla de rendimiento de leña seca por árbol en kg para Glicicidia sepium de cuatro años en Cañas, Costa Rica

dap (cm)	Altura total (m)					
	4	5	6	7	8	9
3	5,3	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0
4	6,4	7,0	7,6	8,2	8,9	9,5
5	7,8	8,7	9,7	10,7	11,7	12,7
6	9,5	10,9	12,3	13,7	15,1	16,5
7	11,5	13,5	15,4	17,3	19,2	21,1
8	13,9	16,4	18,9	21,4	23,9	26,4
9	16,5	19,7	22,9	26,1	29,2	32,4
10	19,5	23,4	27,4	31,3	32,2	39,1

El Cuadro 4 presenta la tabla de rendimiento de biomasa seca total según el siguiente modelo de regresión:

$$PT = 4,7705 + 0,0461 \text{ dap}^2 A$$

donde

PT : peso seco total del árbol en kg

dap: diámetro del árbol

A : altura total del árbol (m)

Cuadro 4. Tabla de rendimiento de biomasa seca total por árbol en kg para Glicicidia sepium de cuatro años en Cañas, Costa Rica

dap (cm)	Altura total (m)					
	4	5	6	7	8	9
3	6,4	6,8	7,3	7,7	8,1	8,5
4	7,2	8,4	9,2	9,9	10,7	11,4
5	9,4	10,5	11,7	12,8	14,0	15,1
6	11,4	13,1	14,7	16,4	18,0	19,7
7	13,8	16,1	18,3	20,6	22,8	25,1
8	16,6	19,5	22,5	25,4	28,4	31,3
9	19,7	23,4	27,2	30,9	34,6	38,4
10	23,2	27,8	32,4	37,0	41,7	46,3

CONCLUSIONES

Los resultados del presente documento muestran que el establecimiento de rodales de G. sepium por siembra directa, puede ser una práctica silvicultural viable bajo las condiciones dadas en este estudio. Es necesario más investigación, considerando diferentes condiciones climáticas y edáficas.

La variación en los pesos secos, así como en el diámetro de copa se debió en parte a la variabilidad encontrada en el número de ejes por árbol.

Cuando la especie se maneja con fines de producción de postes para cercas vivas puede lograrse un ingreso bruto que supera hasta en 78 por ciento los ingresos obtenidos por venta de leña.

Debido a la necesidad de postes vivos en la zona y al aumento del costo de transporte, se ha podido observar en los últimos años cierto interés por parte de algunos agricultores por proteger pequeños rodales de regeneración natural de madero negro o establecer plantaciones pequeñas o cercas vivas. Estos bosquetes eventualmente presentan otras ventajas como mejoramiento de suelos y sombra para el ganado.

G. sepium es una especie de uso múltiple que ha comenzado a ser investigada en los últimos años, sin embargo, es necesario ampliar su estudio silvicultural que permita conocer mejor la fenología, manejo de regeneración natural, reproducción vegetativa, asociación con cultivos, épocas de corta y manejo de rebrotes, estudios de procedencias que permitan identificar poblaciones que eventualmente puedan presentar una forma mejor y rendimientos mayores.

LITERATURA CITADA

1. BAGGIO, A.J. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de Gliciridia sepium (Jacq) Steud. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/ CATIE, 1982. 91 p.
2. BELIARD, C. Resultados preliminares de la producción de biomasa en cercas vivas de Gliciridia sepium bajo dos frecuencias de poda en la región de La Palmera, San Carlos, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 12 p.
3. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Serie Técnica. Manual Técnico No.1. 1984. 115 p.
4. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL Y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Informe Técnico Anual 1983. San José, 1984. 181 p.
5. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Traducido del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p. (Libros y materiales educativos No.34).

6. LEMCKERT, A. y CAMPOS, J.J. Producción y consumo de leña en las fincas pequeñas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.16. 1981. 69 p.
7. MORA, E. Introducción al estudio de la variabilidad fenotípica de madero negro (Gliricidia sepium (Jacq) Steud). Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 45 p.
8. OTAROLA, A. y UGALDE, L. Productividad y tablas de biomasa de Gliricidia sepium (Jacq) Steud en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 39 p.
9. PICADO, W., SALAZAR, R. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de Gliricidia sepium (Jacq) Steud de dos años de edad en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Silvoenergía No.2. 1985. 4 p.
10. SALAZAR, R. Producción de leña en árboles de Gliricidia sepium usadas como sombra en cafetales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Silvoenergía No.3. 1985. 4 p.

**Gmelina arborea, ESPECIE PROMISORIA PARA PRODUCCION DE MADERA
DE USO RURAL E INDUSTRIAL EN HOJANCHA, COSTA RICA**

Emel Rodriguez P.
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

Se evalúa el crecimiento de G. arborea hasta los ocho años de edad, en la región de Hojancha, se desarrollan modelos para predecir el crecimiento con base en la edad de los rodales evaluados.

Se presentan los resultados preliminares sobre el manejo de rebrotes de G. arborea y se desarrollan modelos matemáticos para predecir la producción de leña de los rebrotes. Se cuantifica la producción de leña de rebrotes de dos años, dejando un eje para la producción de madera. Los resultados indican que no existe gran diferencia en la dimensión del eje seleccionado en los distintos tratamientos.

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda manejar el número de rebrotes por tocón según los productos deseados.

SUMMARY

This report evaluates the growth of G. arborea up to eight years of age in the region of Hojancha. Models are developed to predict growth on the basis of age in the stands studied.

Preliminary results on the management of G. arborea sprouts are given and mathematical models are developed to predict the production of firewood from sprouts.

The results of two years' production of firewood are calculated when a main stem is left for wood production. The results indicate that there is no great difference in the size selected for the main stem in the case of two different treatments.

Based on the results obtained, it is recommended to manage the number of sprouts per stump in accordance with the products desired.

INTRODUCCION

El Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica (CACH), inició en 1977 un proyecto forestal con el fin de fomentar mediante la demostración forestal el cultivo de árboles entre los agricultores de la región. Estos agricultores son en su mayoría pequeños y medianos propietarios, con fincas menores de 40 ha.

En 1981 la Dirección General Forestal y el CATIE a través del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, fortalecieron esta actividad no solo en el aspecto demostrativo sino también iniciando actividades de investigación forestal y socio-económica, como eventos de capacitación y promoción, enfocados principalmente a la producción de leña, donde se incluyeron una gran cantidad de especies nativas y exóticas de uso múltiple.

La aceptación de esta actividad por parte de los agricultores fue lenta al inicio. Sin embargo, la selección de especies de crecimiento rápido y uso múltiple como *Gmelina arborea* y *Tectona grandis*, el aprovechamiento a corto plazo de parcelas y la utilización de productos del raleo para construcciones rurales a nivel de finca, han interesado a los agricultores a iniciar una actividad nueva para ellos como la de cultivar árboles.

Este proceso de demostración ha permitido que a la fecha se establecieran alrededor de 130 ha de plantaciones forestales pequeñas. A partir de 1985 con la reorganización del Proyecto Forestal se ha programado un ritmo de plantación de 50/ha/año (1).

El interés de estos agricultores en utilizar el producto del raleo en sus fincas, ha motivado que un grupo de técnicos forestales de esta región busquen alternativas de manejo de las plantaciones pequeñas, con el fin de obtener el máximo de beneficios de las intervenciones silviculturales y favorecer un manejo adecuado para producción de madera para aserrio como fin principal.

El presente estudio evalúa el crecimiento de 14 parcelas pequeñas de *G. arborea* con edades entre cinco y ocho años, establecidas en la región de Hojancha y presenta los resultados preliminares de una experiencia en el manejo de rebrotes de gmelina.

CARACTERISTICAS DE LA ZONA

Hojancha se encuentra ubicada en la Provincia de Guanacaste a 10°03' latitud norte y 85°21' longitud oeste, y a una elevación de 350 msnm. Según la clasificación Holdridge, el sitio corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical (bhT). La temperatura anual es de 28°C y la precipitación promedio anual de la estación más cercana (12 km) es de 2223 mm, distribuidos de mayo a noviembre (2).

Los suelos son de origen ígneo y sedimentario con profundidades mayores a un metro, clasificados según el mapa de asociaciones de subgrupos como alfisoles e inceptisoles (Haplustalfs) (5).

CRECIMIENTO DE LA ESPECIE

Fueron seleccionadas 14 plantaciones pequeñas de uno a ocho años, y en cada una se estableció una parcela de 49 árboles a los que se les midió el dap y la altura total.

El Cuadro 1 presenta las características de crecimiento de las parcelas evaluadas.

Cuadro 1. Crecimiento de *G. arborea* a diferentes edades en 14 sitios en Hojancha, Costa Rica

Sitio	Edad (meses)	Densidad (árbo/ha)		Altura total (m)			dap (cm)			G* (m ² /ha)
		inicial	actual	\bar{x}	CV (%)	IMA (m/año)	\bar{x}	CV (%)	IMA (m/año)	
Campos, San Rafael	14	2 970	2 770	3,2	22	2,7	4,7	36	4,0	4,8
Coopematambú, Matambú	39	2 970	2 695	12,4	18	3,8	10,9	35	3,4	25,0
Campos, San Gerardo	40	2 640	2 640	13,1	14	3,9	10,5	35	3,2	22,7
Colegio A., La Libertad	42	2 950	2 950	8,9	19	2,5	8,4	28	2,4	16,3
Rodríguez, Cuesta Blanca	43	2 970	2 790	11,9	28	3,3	11,6	31	3,2	29,5
Arce, Betania	53	2 460	2 100	13,1	20	3,0	12,2	35	2,7	24,1
Villalobos, Pilangosta	53	2 460	2 260	11,0	18	2,5	11,4	35	2,6	23,0
Campos, Pilangosta	65	2 460	1 025	12,9	20	2,4	17,3	32	3,2	24,0
Mejías, Arenas	66	2 460	1 040	12,6	18	2,3	12,2	32	2,2	22,2
Valverde, Pita Rayada	66	2 460	1 950	12,2	41	2,2	12,6	25	2,3	24,3
Porras, Maravilla	67	2 460	1 040	13,4	15	2,4	15,2	24	2,7	19,0
Colegio A., La Libertad	78	2 680	950	16,8	9	2,6	19,2	33	3,0	27,5
Rodríguez, E. Pilangosta	79	2 460	1 190	15,2	34	2,2	14,6	44	2,3	20,0
Rodríguez, R. Santa Marta	89	1 820	960	19,1	7,0	2,6	19,8	28	2,7	29,5

*Area basal

En el Cuadro 2 se muestra el comportamiento de la especie a diferentes edades. El crecimiento más acelerado ocurrió en los primeros tres o cuatro años cuando alcanzó incrementos anuales de 3,4 m de altura y 3,1 cm de diámetro. La misma tendencia aunque más marcada se observa respecto al área basal, donde a la edad de tres a cuatro años el incremento anual fue de 6,8 m²/ha/año. De esto se desprende que si el objetivo fuera producir leña y se emplearan densidades entre 2500 y 3000 árboles/ha, la edad del máximo incremento se encontrará alrededor de cuatro años.

Cuadro 2. Crecimiento en altura, diámetro y área basal de G. arborea según edad en Hojancha, Costa Rica

Grupo (según edad)	Altura total (m)			dap (cm)			Área basal	
	\bar{x}	CV (%)	IMA	\bar{x}	CV (%)	IMA	actual (m ² /ha)	IMA (m ² /ha/año)
parcelas < 3 años	2,9	36	2,9	3,9	41	2,7	4,8	4,1
parcelas 3-4 años	11,6	17	3,4	10,3	32	3,1	23,4	6,8
parcelas 5-6 años sin ralear	12,3	24	2,5	13,3	32	2,6	23,5	5,0
parcelas 5-8 años raleadas	16,4	16	2,5	17,2	32	2,7	24,0	3,8

EXPERIENCIAS EN EL MANEJO DE REBROTOS

En 1977 se estableció una plantación de G. arborea, con una densidad de 900 árboles por hectárea. A la edad de 5,4 años se practicó una tala rasa con el fin de utilizar la madera redonda para construcciones rurales. Tres meses después de la corta, el Proverto Leña (DGF/CATIE) estableció un ensayo preliminar de manejo de rebrotos, el cual fue evaluado a los dos años de edad y los resultados se presentan en este estudio.

Se probaron los siguientes tratamientos empleando parcelas de 10 m x 20 m y con dos repeticiones:

- un rebrote por tocón
- hasta dos rebrotos por tocón
- hasta tres rebrotos por tocón
- hasta cuatro rebrotos por tocón
- testigo (sin selección)

La selección de rebrotos se basó en la separación entre ellos, ejes bien definidos y que brotaron de la parte más baja del tocón.

La primera medición se realizó a los tres meses de edad, inmediatamente después de la selección y se evaluaron las variables: altura del tocón (cm), diámetro del tocón (mm), altura total de los ejes (dm) y dap (mm).

Posteriormente se realizaron mediciones semestrales de dap y altura y se eliminaron los rebrotes pequeños que brotaron. A los dos años de edad se cosechó todas las parcelas, dejando el rebrote más recto, grueso, y alto, con fines de producción de madera.

En el material cortado se evaluó y determinó para cada tocón las siguientes variables:

- número de rebrotes aprovechados
- cantidad de postes producidos (2,3 m de largo)
- peso seco* de los postes (kg)
- peso seco de leña con diámetro mínimo de 2,5 cm (kg)
- peso seco de follaje, hojas y ramas finas (kg)
- producción de leña en estéreos (st)

Posterior a la cuantificación, se midió el rebrote que se dejó en cada tocón, evaluando las siguientes variables:

- altura total del rebrote (dm)
- dap (mm)
- diámetro basal (mm)
- diámetro de copa (dm)

Crecimiento de los rebrotes

El Cuadro 3 resume las características de los rebrotes en dap y altura total. Los promedios más bajos de diámetro y altura corresponden al tratamiento de cuatro rebrotes por tocón, y el más alto corresponde al tratamiento de un rebrote por tocón. Se observó que a mayor número de rebrotes por tocón, menor fue el diámetro y la altura individual de los rebrotes. Sin embargo, al analizar el testigo que presentó un promedio de 4,6 rebrotes por tocón, esta tendencia no se presentó; por el contrario se observaron crecimientos en dap y altura similares al tratamiento de tres rebrotes por tocón en las primeras mediciones y que conforme avanzó en edad, tendió a acercarse sus promedios al tratamiento de un rebrote. En el Cuadro 3 se observa que el testigo alcanzó un promedio de 5,7 cm y el tratamiento de un eje por tocón 9,0 cm.

* Peso seco a 85°C

Cuadro 3. Crecimiento en diámetro y altura de los rebrotes según diferentes tratamientos de selección de rebrotes de G. arborea en Hojancha, Costa Rica

Edad (meses)	Un rebrote				Dos rebrotes				Tres rebrotes				Cuatro rebrotes				Testigo (4,6 rebrotes)			
	dap (cm)	CV (%)	altura (m)	CV (%)	dap (cm)	CV (%)	altura (m)	CV (%)	dap (cm)	CV (%)	altura (m)	CV (%)	dap (cm)	CV (%)	altura (m)	CV (%)	dap (cm)	CV (%)	altura (m)	CV (%)
6	2,8	48	3,3	36	2,9	37	3,4	32	2,3	43	2,9	40	2,0	38	2,7	37	2,2	49	3,1	75
12	6,2	26	5,3	18	5,2	27	5,2	25	4,2	27	4,6	21	3,2	43	4,1	31	3,9	36	5,1	21
16	6,8	29	5,5	19	5,5	28	5,6	22	4,7	24	4,9	21	3,7	41	4,4	28	4,3	35	5,4	21
24	9,0	27	8,2	14	7,6	24	8,3	25	6,3	25	7,3	23	4,9	44	6,5	31	5,7	38	7,8	22
24*	9,0	27	8,2	14	8,2	20	8,0	21	7,8	17	7,0	23	7,5	24	6,3	32	8,7	17	7,4	31

* Promedios del rebrote que se dejó sin cortar con fines de producción de madera comercial.

hdc

Producción de los rebrotas

La cuantificación de la producción de postes y leña, se realizó siguiendo la metodología descrita por el Proyecto Leña (3).

Fueron detectados los siguientes valores de humedad:

<u>Sección del rebrote</u>	<u>Humedad (%)</u>	<u>Relación peso seco/peso verde</u>
fuste	63,0	37,0
hojas	55,0	45,0

Rose y Salazar (5) reportan para los árboles originales del mismo rodal a los 5,4 años, 59,1 por ciento de humedad en el fuste y 53,8 por ciento para las hojas. La gravedad específica de los rebrotos fue de 0,38 g/cm³, mientras que para los árboles originales fue de 0,62 g/cm³, lo que puede explicarse por el carácter juvenil de la madera de los rebrotos. Se registró un poder calórico de 19 056 kJ/kg y un contenido de cenizas de 0,81 por ciento en base seca.

- **Postes:** se encontró variación entre tratamientos con respecto al número de postes producidos por hectárea, determinándose desde 500 postes en el tratamiento de cuatro rebrotos hasta 1625 m en el testigo. El Cuadro 4 muestra la cantidad y características de los postes, donde se pueden apreciar dos tipos: los postes del tratamiento de dos rebrotos que tienen mayor peso y dimensiones y los postes de los otros tratamientos, que presentan dimensiones y peso menor. El testigo produjo dos veces la cantidad de postes que el tratamiento dos rebrotos.

Cuadro 4. Producción de postes por hectárea en rebrotos de dos años de G. arborea en Hojancha, Costa Rica

No. rebro- tes/tocón	Producción postes/ha	Peso seco postes (tm/ha)	Peso promedio por poste(kg)	Diámetro de postes (cm)	
				superior	inferior
2	825	3,7	4,4	9,9	7,3
3	1 275	4,3	3,3	8,5	6,1
4	500	1,6	3,1	8,0	6,1
Testigo (4,6)	1 625	4,9	3,0	8,7	6,7

- **Producción de leña:** la producción de leña puede analizarse de dos formas: tomando como leña únicamente el material de ramas y pequeños fustes (excluyendo postes) o considerando todo el material (postes y leña).

En la primera alternativa la producción de leña al igual que la de postes y biomasa es mayor en el testigo y el tratamiento de tres rebrotos, con rendimientos de 6,3 tm/ha y 4,5 tm/ha, respectivamente (Cuadro 5).

Las necesidades anuales de leña para una familia promedio de seis miembros en Hojancha (4) es de 13 carretadas (4,5 tm/año). El testigo produjo 3,2 tm/ha/año (900 árboles/ha), supliendo casi en su totalidad la demanda de leña anual, además de la producción de 1625 postes por hectárea, y dejando todavía un eje por tocón para producción de madera comercial a largo plazo. La segunda alternativa de cuantificar toda la producción como leña presenta la misma tendencia de la mayor producción en el testigo y el tratamiento de tres rebrotes, alcanzando en el testigo 11,2 tm/ha de leña, lo que significa un incremento anual de 5,6 tm/ha/año, que es suficiente para satisfacer las necesidades anuales de leña de más de una familia en la región. El (Cuadro 6) muestra la producción de leña, follaje y biomasa por tratamiento.

Cuadro 5. Características del rebrote en pie, seleccionado para producción de madera comercial

Tratamiento	dap (cm)	Altura (m)	Diámetro copa (m)	Área basal (m ² /ha)	
				antes de la cosecha	después de la cosecha
un rebrote	9,0	3,2	3,4	6,4	6,2
dos rebrotes	8,2	8,0	2,7	7,2	4,2
tres rebrotes	7,8	7,0	2,3	9,8	4,7
cuatro rebrotes	7,5	6,3	2,2	7,2	3,5
testigo	8,7	7,4	2,8	12,3	5,0

Características del rebrote seleccionado para producción de madera

El Cuadro 6 muestra las características del rebrote seleccionado con fines de producción de madera. Los resultados indican que el tratamiento de un rebrote por tocón fue el que presentó fustes con mayores dimensiones. Pero las diferencias de este con el rebrote seleccionado en el testigo son mínimas.

Cuadro 6. Producción de postes, leña y biomasa seca total en rebrotes de G. arborea de dos años en Hojancha, Costa Rica

Variable	Dos rebrotes		Tres rebrotes		Cuatro rebrotes		Testigo	
	tm/na	CV%	tm/na	CV%	tm/na	CV%	tm/na	CV%
poste (tm/na)	3,7	63	4,3	60	1,6	69	4,8	66
leña (tm/ha)	1,9	60	4,5	50	3,8	72	6,3	55
follaje (tm/ha)	1,6	70	2,8	90	1,7	77	2,7	90
biomasa área total (tm/na)	7,2	72	11,6	58	7,0	97	13,9	68
volumen de madera (st)	31,3		50,5		31,0		67,0	

Con el fin de estimar la producción del rebrote en pie se desarrollaron dos modelos matemáticos que permiten predecir con el primero el peso seco de leña del eje en pie y el segundo la biomasa seca total.

Modelo 1: peso seco de leña (kg)

$$P_s = -1,016 + 1,65 \times 10^{-5} \times d^2 \cdot n$$

$$R^2 = 57\%$$

Modelo 2: biomasa seca total (kg)

$$B_s = -0,718 + 1,65 \times 10^{-5} \times d^2 \cdot n$$

donde: P_s = peso seco de leña

B_s = biomasa seca aérea total

n = altura total (dm)

El Cuadro 7 muestra la producción total en peso y volumen que resulta de sumar la producción de los ejes cortados por tratamientos (Cuadro 6) y la producción estimada del eje en pie, para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 7. Producción total en rebrotes de dos años de G. arborea en Hojancha, Costa Rica

Tratamiento	Peso seco	Peso seco	Biomasa	Volumen leña	
	leña	follaje		área total	
	(tr/ha)	(tm/ha)	(m/ha)	m ³ /ha	st/ha
un rebrote	8,0	2,0	10,0	21,0	30,5
dos rebrotes	11,4	3,1	14,5	30,0	43,5
tres rebrotes	14,4	4,4	18,8	37,9	55,0
cuatro rebrotes	9,6	2,9	12,5	25,3	36,7
testigo	18,5	4,5	23,0	48,7	70,6

CONCLUSIONES

Gmelina arborea es una especie forestal muy promisorias para producción de leña y madera redonda en la región de Hojancha, Costa Rica. En esas condiciones ha alcanzado incrementos medios anuales de hasta 3,9 m en altura y 4,0 cm en diámetro en los mejores sitios.

El crecimiento fue mayor entre el tercer y cuarto año, donde el incremento medio anual de varias parcelas fue de 3,4 m en altura, 3,1 cm en diámetro y 6,8 m²/ha de área basal, con densidades entre 2500 y 3000 árboles/ha.

El crecimiento de los rebrotes es muy vigoroso y se encontró que a los dos años de edad (en tocones de cinco años), existía un promedio de 4,6 rebrotes por

tocón cuando no se practicó ningún tipo de manejo de los rebrotes. Estos rebrotes presentaron un diámetro promedio de 5,7 cm y una altura promedio de 7,8 m.

Cuanto mayor fue la cantidad de rebrotes por tocón, menor fue el diámetro promedio de los rebrotes. Esta tendencia no se observó con la altura. Sin embargo, la producción de leña, biomasa total y postes de cerca, siguió una tendencia inversamente proporcional a la mostrada por el diámetro.

Tocónes de cinco años, con rebrotes de dos años sin manejo, produjeron 1825 postes/ha, 6,3 tm/ha de leña seca al horno y 2,7 tm/ha de follaje seco al horno. Además se dejó en pie el rebrote más vigoroso que presentó un diámetro de 8,7 cm y una altura de 7,4 m, con fines de producción de madera de aserrijo.

No se encontró diferencias en el diámetro y altura del rebrote que permaneció en pie, entre los tocónes que no recibieron manejo (testigo) y el rebrote que desde un inicio se seleccionó para cada tocón. Esto sugiere que aún cuando el objetivo sea producción de madera para aserrijo, será más rentable realizar la selección de rebrotes a los dos años, debido a las posibilidades de obtener otros productos como postes, leña y el follaje que se podrá incorporar al suelo.

LITERATURA CITADA

1. CENTRO AGRICOLA CANTONAL DE HOJANCHA. Proyecto de promoción y producción forestal en Hojancha. Guanacaste, Costa Rica. 1984. 49 p.
2. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Caracterización de los sistemas agrícolas de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Serie: Materiales de Enseñanza No. 14. 1982. 76 p.
3. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica, Manual Técnico No.1. 1984. 115 p.
4. RODRIGUEZ P., F. Encuesta sobre las necesidades de leña en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. CATIE/DGF/ROCAP. 1982. (Sin publicar).
5. ROSE, D. y SALAZAR, R. Cuantificación de la producción de leña de un rodal de G. arborea Roxb. en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía (CATIE/ROCAP). 1983. 17 p.

**RESPUESTA DE Leucaena leucocephala EN
NICARAGUA A DIFERENTES ESPACIAMIENTOS**

Raquel Chavarría S.
IRENA
NICARAGUA

RESUMEN

Ante la crisis energética que afronta el país, se inició en 1980 un estudio sobre las especies leñeras de crecimiento rápido. La región del Pacífico Seco, que comprende el 15 por ciento del área total del país y concentra el 70 por ciento de la población, es la más afectada por la escasez de leña.

En esta región se seleccionó tres sitios para establecer cuatro ensayos de espaciamiento con Leucaena leucocephala. Se probó diez espaciamientos, desde 0,33 m x 1,00 m hasta 2 m x 2 m, con densidades de 30 303 árb/ha hasta 2500 árb/ha, bajo un diseño de bloques completos al azar con diferente número de repeticiones. Inicialmente se cuantificó la altura a los seis meses de edad y periódicamente se evaluó las variables de dap y altura total.

Los resultados obtenidos a las edades de 23 y 41 meses indican que las densidades menores afectan positivamente el crecimiento en dap y altura, y en forma negativa cuando las densidades son superiores a 6000 árb/ha.

SUMMARY

Due to the energy crisis the country faces, a study was begun in 1980 on rapidly growing firewood species. The arid Pacific region, which comprises 15 percent of the country's total area and 70 percent of its population, is the area most seriously affected by the shortage of firewood.

Three areas in this region were selected for the establishment of four spacing test-plots of Leucaena leucocephala. Ten spacing were tested, from 0.33 x 1.00 m to 2 m x 2 m, with densities of 30 303 trees per ha to 2500 trees per ha. The plots were arranged in complete random blocks with different numbers of repetitions. Initially the height was measured at six months of age and variations in DBH and overall height were measured periodically.

The results obtained at ages of 23 and 41 months indicate that lower densities have a positive effect on increases in DBH and height, while densities greater than 6 000 trees per ha have a negative effect.

INTRODUCCION

El consumo percapita actual de leña en Nicaragua se calcula en $1,5 \text{ m}^3/\text{año}$ (3). La estructura del consumo neto por formas de energía para el año 1983 indican el 49 por ciento para leña y el uno por ciento para carbón, es decir un 50 por ciento del consumo total de energía en Nicaragua proveniente del bosque (6). La mayor parte de las zonas con abastecimiento "muy crítico" se encuentran en la región del Pacífico, desde Chinandega hasta Rivas, especialmente en los alrededores de Managua (4).

A partir de 1980 se establecieron cuatro ensayos de espaciamientos con Leucaena leucocephala (Lam) de Wit., con el objeto de identificar las densidades de plantación más adecuadas para producir leña a corto plazo.

L. leucocephala es originaria de las partes altas del interior desde el sur de México hasta el norte de Nicaragua; se ha introducido en las islas del Pacífico: Filipinas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Malasia y en Africa Oriental y Occidental.

En Bangkok, India al probar varios espaciamientos se encontró que el peso de la madera y el volumen fueron negativamente afectados por las densidades de plantación a los tres años. El espaciamiento de 50 cm entre plantas produjo los máximos rendimientos (7). La leucaena a los siete meses de edad plantada a 2 m x 2 m, alcanzó 2,1 m de altura en Suchitepéquez, Guatemala (2). Brewbaker (1) recomienda para bosques y obtención de madera, densidades de 5000 árb/ha (1m x 2m) y 10 000 árb/ha (1m x 1m).

En resumen las características genéticas inherentes y los factores externos como textura y drenaje del suelo, precipitación, humedad y temperatura, afectan la tasa de crecimiento de leucaena. El mejor crecimiento se ha observado en las áreas de altitudes bajas, precipitaciones altas y pH de 6,0 a 7,0 (5).

MATERIALES Y METODOS

Los estudios de densidades fueron realizados por el Proyecto Leña en la región del Pacífico Seco de Nicaragua. El Cuadro 1 presenta las características climáticas y edáficas de los sitios donde se establecieron los ensayos.

Cuadro 1. Características climáticas y edáficas de los sitios estudiados en Nicaragua

Características	Sitios		
	El Gurú, León	La Chivota, León	Deazúcar, Managua
altitud (msnm)	40	40	70
temp. prom. (°C)	27,9	26,7	27,7
prec. prom. (mm)	1 625	1 584	1 131
meses secos	5	7	7
zona vida	bs-T	bs-T	bs-T
textura	franco limoso a franco arenoso	franco a franco arcilloso	arcilloso a franco arcilloso
drenaje	bueno	bueno	moderado
pH	6,5	6,5	5,7
P*	5,3	3,3	2,9
MO (%)	1	9	1

El Cuadro 2 resume las características de los tratamientos utilizados en cada sitio. En total se probaron 10 espaciamientos, desde 0,33 m x 1,00 m (30 303 árb/ha), hasta 2 m x 2 m (2500 árb/ha). Se utilizó el diseño de bloques completos al azar e irrestricto al azar con tres y cuatro repeticiones.

Cuadro 2. Espaciamientos probados con Leucaena leucocephala en cada uno de los sitios en Nicaragua

1 El Gurú (4 repeticiones)		2 La Chibola (4 repeticiones)		3 La Chibola (4 repeticiones)		4 Deazúcar (3 repeticiones)	
espaciam. (m)	árb/ parc.	espaciam. (m)	árb/ parc.	espaciam. (m)	árb/ parc.	espaciam. (m)	árb/ parc.
0,75 x 1,00	224	0,50 x 1,00	253	0,33 x 1,00	116	1,00 x 1,00	144
1,00 x 1,00	160	1,00 x 1,00	121	0,50 x 1,00	76	1,00 x 1,50	84
1,00 x 1,50	100	1,00 x 1,50	77	1,00 x 1,00	36	1,00 x 2,00	60
1,00 x 2,00	70	2,00 x 2,00	25	1,00 x 2,00	16	1,50 x 2,00	35
1,00 x 2,50	50					2,00 x 2,00	25
1,00 x 3,00	40						

RESULTADOS

Los Cuadros 3, 4, 5 y 6 resumen los resultados de los análisis de variancia y pruebas de rango múltiple para cada uno de los ensayos realizados.

DISCUSION

Los resultados preliminares de los análisis muestran diferencias en el desarrollo de las especies bajo distintos tratamientos. En los ensayos 1 y 2 a los seis y cinco meses respectivamente las densidades de 20 000, 10 000 y 6666 árb/ha muestran los mayores promedios en altura; a los 25 y 41 meses los promedios más altos en diámetro se presentan las densidades 6666 y 2500 árb/ha.

En el caso de los ensayos 2 y 3 el comportamiento en el crecimiento del diámetro y altura son superiores en las densidades menores desde los siete a los 33 meses de edad. En el ensayo 3 es donde los resultados de los análisis estadísticos muestran altamente significativas para los tratamientos ($p < 0,05$); la prueba de rango múltiple presenta un escalonamiento de menor a mayor crecimiento con respecto a la densidad, alcanzando el promedio mayor en diámetro y altura en la densidad 5000 árb/ha.

Para el ensayo 3 en La Chibola se logró desarrollar modelos matemáticos para predecir altura total y dap a distintas densidades a 33 meses: para la altura (h) en función de la densidad (x) el mejor modelo fue:
 $\text{Ln } h = 5,3147 - 0,11359 \text{ Ln } x$ ($R^2 = 75$ por ciento); para el dap (d) fue:
 $\text{Ln } d = 5,5616 - 0,1972 \text{ Ln } x$ ($R^2 = 96$ por ciento).

Para los otros ensayos no se lograron modelos con ajustes aceptables.

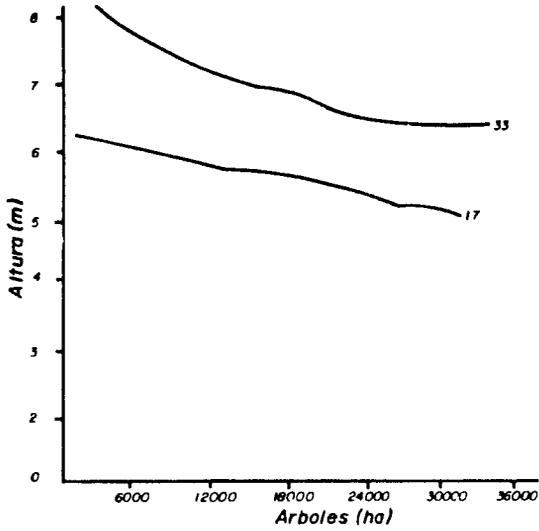


Fig 1. Efecto de la densidad sobre el crecimiento en altura de *L. leucocephala* a los 17 y 33 meses en el ensayo 3 de la Chibola, Nicaragua

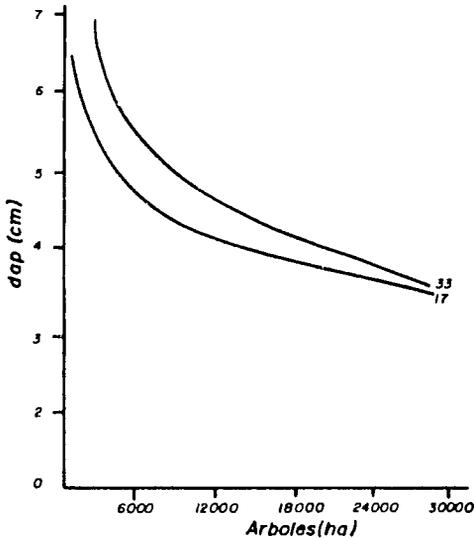


Fig 2. Efecto de la densidad sobre el crecimiento en diámetro de *L. leucocephala* a los 17 y 33 meses en el ensayo 3 de la Chibola, Nicaragua

- 213 -

Cuadro 3. Análisis de variancia y prueba de rango múltiple para el ensayo de El Gurú (No. 1), Nicaragua

Fuente de variación	h ₁ (6 meses)		F	h ₂ (20 meses)		h ₄ (33 meses)		dap ₂ (20 meses)		dap ₃ (26 meses)		dap ₄ (33 meses)	
	gl	CH		CH	F	CH	F	CH	F	CH	F	CH	F
Repetición (R)	3	9 980,26	7,16	3 452,25	2,36	3 670,09	0,65	929,61	1,29	1 681,70	1,49	2 796,68	0,91
Tratamiento (T)	5	2 035,55	1,46	2 425,39	1,66	13 772,32	2,42	5 053,10	7,00	8 464,67	7,48	8 033,37	2,62
(R*T)	15	1 393,27	25,90	1 462,68	7,38	5 679,86	17,85	721,82	5,72	1 130,99	5,20	3 065,10	8,39
Error	2 010	53,80		198,26		318,12		126,18		217,34			

h ₁ (6 meses)			h ₂ (20 meses)			h ₄ (33 meses)			dap ₂ (20 meses)			dap ₃ (26 meses)			dap ₄ (33 meses)		
Densidad	x	Prueba Duncan	Densidad	x	Prueba Duncan	Densidad	x	Prueba Duncan	Densidad	y	Prueba Duncan	Densidad	x	Prueba Duncan	Densidad	y	Prueba Duncan
10 000	25,00		10 000	58,46		3 333	74,13		3 333	47,96		3 333	54,05		3 333	56,46	
6 666	23,06		3 333	56,45		10 000	71,17		4 000	45,86		5 000	49,66		6 666	47,63	
3 333	22,77		6 666	56,00		13 333	63,65		5 000	45,43		4 000	49,13		10 000	46,13	
13 333	21,76		5 000	55,68		6 666	63,43		6 666	42,70		6 666	46,79		5 000	44,62	
5 000	20,85		13 333	53,34		5 000	61,06		10 000	40,59		10 000	44,21		13 333	40,74	
4 000	16,32		4 000	50,71		4 000	52,92		13 333	36,95		13 333	39,11		4 000	38,27	

h = x
 dap = y
 ns = no significativo

* significativo a P < 0,01
 ** significativo a P < 0,05
 *** significativo a P < 0,001
 Prueba de Duncan al 5%

Cuadro 4. Análisis de variancia y prueba de rango múltiple para el ensayo de La Chibola, Nicaragua

Fuentes de variación	gl	h ₁ (15 meses)		h ₂ (25 meses)		h ₃ (41 meses)		dap ₁ (15 meses)		dap ₂ (25 meses)		dap ₃ (41 meses)	
		CM	F	CM	F	CM	F	CM	F	CM	F	CM	F
Repetición (R)	3	303,60	3,65	2059,23	2,08	1548,04	1,91	536,47	2,16	635,73	0,66	153,21	0,3
		NS		NS		NS		NS		NS		NS	
Tratamiento (T)	2	1694,69	1,87	596,16	0,60	846,69	1,05	230,50	0,93	3398,12	3,51	7046,38	15,5
		NS		NS		NS		NS		NS		NS	**
		***		***		*		***		***			
(R*T)	9	905,87	12,24	988,17	11,42	809,88	7,75	248,46	11,48	968,93	1,10	453,32	3,2
Error	1657	74,00		86,54		109,48		21,64		888,78		141,06	

h ₁ (15 meses)		h ₂ (25 meses)		h ₃ (41 meses)		dap ₁ (15 meses)		dap ₂ (25 meses)		dap ₃ (41 meses)	
Densidad	Prueba Duncan	Densidad	Prueba Duncan	Densidad	Prueba Duncan	Densidad	Prueba Duncan	Densidad	Prueba Duncan	Densidad	Prueba Duncan
20 000	38,70	6 666	46,16	2 500	57,66	6 666	27,82	6 666	37,68	2 500	48,52
6 666	36,71	20 000	44,23	6 666	56,82	2 500	27,43	2 500	36,89	6 666	40,05
10 000	34,76	2 500	43,92	10 000	54,09	20 000	26,18	10 000	31,10	10 000	35,26
2 500	34,73	10 000	42,85	20 000	52,85	10 000	26,06	20 000	29,50	20 000	30,63

ns = no significativo
 * significativo a $P < 0,1$
 ** significativo a $P < 0,05$
 *** significativo a $P < 0,001$
 Prueba de Duncan al 5%

214

Cuadro 5. Análisis de variancia y prueba de rango múltiple del ensayo en La Chibola (No.3), Nicaragua

Fuentes de Variación	gl	h ₁ (7 meses)		h ₂ (17 meses)		h ₃ (33 meses)		dap ₂ (17 meses)		dap ₃ (33 meses)	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
			NS		NS		**		NS		NS
Repetición (R)	3	493,57	3,12	135,66	0,56	1 326,44	5,44	83,24	1,62	127,15	1,24
			*		***		***		***		***
Tratamiento (T)	3	943,76	5,97	3 339,63	13,67	5 318,49	21,82	4 589,76	89,16	1 143,07	111,51
(R*T)	9	158,00	1,71	244,38	1,17	243,69	0,77	51,48	0,52	102,53	0,49
Error	848	92,55		209,32		315,00		99,50		209,28	

Densidad	x	h ₁ (7 meses)		h ₂ (17 meses)		h ₃ (33 meses)		dap ₂ (17 meses)		dap ₃ (33 meses)	
		Prueba Duncan		Densidad	x	Prueba Duncan		Densidad	x	Prueba Duncan	Densidad
5 000	44,77			5 000	59,23	5 000	77,66	5 000	48,44	5 000	57,08
10 000	42,43			10 000	58,72	10 000	71,27	10 000	42,54	10 000	48,03
20 000	39,46			20 000	53,18	20 000	66,75	20 000	37,24	20 000	40,20
30 303	38,56			30 303	49,90	30 303	61,97	30 303	61,97	30 303	34,05

ns = no significativo

* significativo a $P < 0,01$

** significativo a $P < 0,05$

*** significativo a $P < 0,001$

Prueba de Duncan al 5%

Cuadro 6. Análisis de variancia y prueba de rango múltiple del ensayo en Deazúcar (No. 4), Nicaragua

Fuentes de Variación	gl	h ₁ (7 meses)		h ₂ (19 meses)		h ₃ (32 meses)		dap ₁ (19 meses)		dap ₂ (32 meses)	
		CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc	CM	Fc
			NS		NS		NS		NS		NS
Repetición (R)	2	3 067	1,89	1 126	1,81	1 657	0,77	1 136	0,72	5 401	3,84
			NS		*		***		***		***
Tratamiento (T)	4	6 396	3,93	5 965	9,57	3 840	17,81	2 950	18,61	8 123	57,82
			*		NS		NS		NS		NS
(R*T)	8	1 626	6,58	6 233	1,32	2 156	1,11	1 585	2,42	1 405	0,85
Error	343	2 470		4 732		1 938		6 559			

Densidad	h ₁ (7 meses)		h ₂ (19 meses)		h ₃ (32 meses)		dap ₁ (19 meses)		dap ₂ (32 meses)		
	x	Prueba Tuckey	Densidad	x	Prueba Tuckey	Densidad	x	Prueba Tuckey	Densidad	y	Prueba Tuckey
2 500	28,89		2 500	56,13		2 500	79,19		2 500	47,60	62,87
6 666	24,61		6 666	54,68		3 333	76,81		3 333	43,18	56,34
3 333	23,84		3 333	53,68		6 666	70,05		5 000	38,33	47,08
10 000	20,75		5 000	60,63		5 000	68,28		6 000	38,21	46,75
5 000	19,72		10 000	49,37		10 000	61,22		10 000	30,83	35,53

ns = no significativo

* significativo a $P < 0,01$ ** significativo a $P < 0,05$ *** significativo a $P < 0,001$

Prueba de Tuckey al 5%

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos muestran que el comportamiento de L. leucocephala es fuertemente afectado por la densidad desde las etapas juveniles, mostrando crecimientos menores a densidades superiores 6666 árb/ha (1,0 m x 1,5 m). No obstante será necesario evaluar la producción en peso de leña y biomasa total, para definir mejor el efecto de las densidades.

LITERATURA CITADA

1. BREWBAKER, J. L. Una guía práctica para cultivar leucaenas. Hawaii. s.e., s.f. 3p.
2. DETLEFSEN R., E. G. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz (Zea mays L.) en La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1984. 104 p. 37 refs.
3. DULIN, P. A. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 50. 1984. 41 p + 5 mapas. 24 refs.
4. DULIN, P. A. Situación leñera en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 51. 1984. 51 p + 6 mapas. 28 refs.
5. HARTONO, W. y PIRAN, W. Leucaena leucocephala the Indonesian experience. 46 p.
6. INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA. Energía para la revolución 1973-1983. 1985. Plegable.
7. LEUCAENA RESEARCH IN THE ASIAN-PACIFIC REGION; Proceedings of a workshop held in Singapore, November 1982. Ottawa, IDRC, 1983. 192 p. 247 refs.

**MANEJO DE REBROTOS DE ENCINO (*Quercus* ef. seemannii L.)
EN LA REGION DE FRAILES DE DESAMPARADOS, COSTA RICA**

Ronald Miranda Ch.
Adelaida Chaverri P.
Universidad Nacional
Costa Rica

RESUMEN

Se discute la necesidad de manejar los pequeños bosques de encinos (*Quercus* ef. seemannii L.) existentes en la región de Frailes de Desamparados, Costa Rica, para fines de producción de leña. Se analiza la situación extrínseca e intrínseca de los encinares. Estos son bosques pequeños, constituidos predominantemente por una sola especie; árboles delgados (menores de 35 cm de dap) y 20 m de altura, con alta densidad de ejes/hectárea (2397 ejes/ha), y áreas basales de 19,7 m²/ha.

Estos rodales sufren presión por las necesidades de leña de la población o para cambiar el uso del suelo, aunque también se le permite rebrotar para mantener la producción de leña. Es por eso que se propone la realización de ensayos de manejo de rebrotos, así como la cuantificación del rendimiento de leña de la especie.

SUMMARY

This report discusses the need to manage the small forests of evergreen oak (*Quercus* ef. seemannii L.) which grow in the region of Frailes de Desamparados, Costa Rica, in order to produce firewood. Internal and external factors affecting the evergreen oak stands are analyzed. These are small forests consisting predominantly of a single species. The trees are thin (less than 35 cm in DBH) and 20 m in height with a high density of stems per ha (2,397 stems/ha) and basal areas of 19.7 m²/ha.

These stands are under pressure because of the population's need for firewood and need to rotate soil uses, even though they are permitted to resprout in order to maintain firewood production. For this reason the study proposes that experiments be made on the management of sprouts and that the firewood yield of the species be quantified.

INTRODUCCION

La utilización de leña en Costa Rica en relación con otras fuentes de energía es relativamente importante. Según el balance energético elaborado para 1983, la leña constituyó el 38 por ciento de la energía primaria (energía hidráulica, petróleo, carbón mineral, leña, residuos vegetales) y 23 por ciento del total de la energía consumida (3).

En las áreas rurales la importancia de la leña es mayor. Así por ejemplo en la región de Frailes de Desamparados y poblados circunvecinos, más del 80 por ciento de las familias consumen leña como fuente de energía (4). Esta situación justifica el impulso de investigaciones orientadas al manejo de especies forestales con fines de producción de leña.

El Proyecto de Investigación, Ecología y Manejo de la Vegetación de Montañas altas en Costa Rica, desarrollado por la Universidad Nacional ha visto la necesidad de manejar los pequeños bosques de encino (Quercus cf. seemannii) a partir de rebrotes. Esta alternativa resulta acorde con las necesidades de leña en la zona y con las características silvícolas de la especie.

LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

La región de Frailes es una zona comprendida dentro de la subregión Caraigres, delimitada por los poblados de Frailes (1615 m), San Cristóbal Sur (1720 m), Santa Cruz (1650 m), San Antonio (1780 m) y San Andrés (1340 m). Esta es la zona de mayor tamaño que se conoce, poblada por encinares de la especie Q. seemannii, aunque también existen en un área de menor extensión ubicada al oeste de la anterior, entre los poblados de Bustamante y Frailes*.

Características físicas de la zona

No existen en la zona estaciones meteorológicas que brinden datos fidedignos sobre el clima. Las más cercanas son las estaciones pluviométricas localizadas en La Lucha (1800 m) y Farbaca (1777 m), distantes a 5 km y 11 km de Frailes respectivamente. En ellas se ha registrado una precipitación media anual de 1709 mm y 2266 mm respectivamente.

De acuerdo con Iosi (1969), la zona de estudio está comprendida en su mayoría, dentro de las zonas de vida de bosque húmedo y muy húmedo montano bajo. Una pequeña porción está incluida dentro del bosque húmedo pre-montano.

Los suelos han sido clasificados como litosoles o como inceptisoles denominados Typic dystropept (6), los cuales presentan una baja saturación de bases, poca profundidad efectiva y se ubican en terrenos montañosos con pendientes fuertes que a veces superan el 50 por ciento. Estos suelos presentan una capacidad de uso limitada; en su mayor parte, se permite un uso forestal que utilice

*Los encinares ubicados en esta última zona han sido defoliados en los últimos años por el lepidóptero Dirphiopsis flora (Saturnidas) (Chaverri, en prensa), por tal motivo no se ha incluido esta zona el área de estudio.

técnicas de extracción especiales para la protección del suelo. Sin embargo, en algunos sitios la capacidad de uso permite cultivos agrícolas permanentes, ganadería y silvicultura (7).

Entorno socioeconómico de los encinares

En Frailes predominan las fincas pequeñas. Dentro de ellas, los encinares son reductos boscosos de extensiones relativamente pequeñas, con frecuencia un mismo bosque forma parte de diferentes fincas. Los pobladores dedican las mayores extensiones de sus fincas a labores agrícolas especialmente cafetales, o pastizales. Subsisten algunos encinares salvaguardados parcialmente, por ser una fuente de leña para los propietarios. Sin embargo, dichos encinares se ven hoy día sometidos a presiones de cambio de uso; además los requerimientos de leña de los pobladores y los beneficios de café hacen que se talen los encinos, para abastecer las necesidades domésticas e industriales.

Un estudio elaborado en 1980 con base en encuestas (8), revela que para poblaciones entre las cuales se encuentra la zona de estudio, el porcentaje de fincas que consumen leña es superior al 85 por ciento. Por otro lado, en el valle central, un 30 por ciento de los propietarios de fincas mencionó que utilizaba roble o encino para leña. De estos propietarios el 48 por ciento prefieren esas especies a otras como, *Coffea arabica*, *Psidium guajava*, e *Inga* spp., aunque manifiestan que hay dificultades para obtenerlas.

CARACTERÍSTICAS DASONÓMICAS DEL ENCINAR

Los bosques de Frailes, están compuestos predominantemente por una especie del género *Quercus*. Por sus características taxonómicas, concuerda más con el *Quercus seemanni* L., aunque probablemente se trate de algún híbrido. La clasificación más reciente de este género elaborada por Burger (1), incluye dentro de esta especie a otras que anteriormente fueron designadas bajo diferentes nombres. El mismo autor señala que esta es una especie de considerable variabilidad y probablemente pueda hibridizar con otras especies de su género.

El seis por ciento de los tallos inventariados por encima de los 2 cm de dap pertenece a la especie mencionada. Además, ésta ocupa el 97 por ciento del área basimétrica. Se trata pues, de bosques de composición muy homogénea, en los cuales ocasionalmente aparecen otras especies.

Es común encontrar un número alto de tallos por hectárea desde 1300 hasta 3950, de los cuales un 16 por ciento son tallos bifurcados o trifurcados a nivel de suelo y comparten en algunos casos, un mismo sistema radical. De acuerdo con los datos del muestreo realizado, en promedio se encuentran 2397 tallos por hectárea (con un coeficiente de variación del 32 por ciento) con diámetros mayores a 2 cm. Sin embargo el 24 por ciento son tallos cuyo dap está entre 2 y 5 cm.

A pesar de la densidad alta, las áreas basales por hectárea no son muy altas, un promedio de 19,7 m²/ha, aunque puede ascender sobre 27,0 m²/ha o descender por debajo de 10,0 m²/ha.

Una de las principales razones de las áreas basales bajas en presencia de altas densidades de tallos por hectárea, es el poco grosor de la mayor parte de los encinos que componen estas masas. De los árboles medidos en 30 parcelas circulares de 200 m² se obtuvo un dap medio de 10,2 cm, encinos que sobrepasen 35,0 cm de dap son poco frecuentes.

La estructura diamétrica sigue una distribución en forma de J invertida: se da una alta frecuencia de árboles con diámetros delgados, pero conforme este aumenta, disminuye la cantidad de árboles en las clases diamétricas superiores (Figura 1). Esta situación sugiere que los árboles más jóvenes (brinzales) son capaces de sobrevivir y desarrollarse bajo la sombra parcial de los mayores.

La altura de la masa no excede de 25 m; solamente un tres por ciento de los árboles sobrepasan los 20 m. Sin embargo, hay un amplio rango de alturas como se aprecia en la Figura 2. La relación diámetro y alturas se ilustran en la Figura 3. En una prueba preliminar se encontró que al ajustar los datos a la ecuación $h = 9,98 \ln(\text{dap}) - 10$, el 80 por ciento de la variación de la altura es explicada por la variación del logaritmo natural del dap.

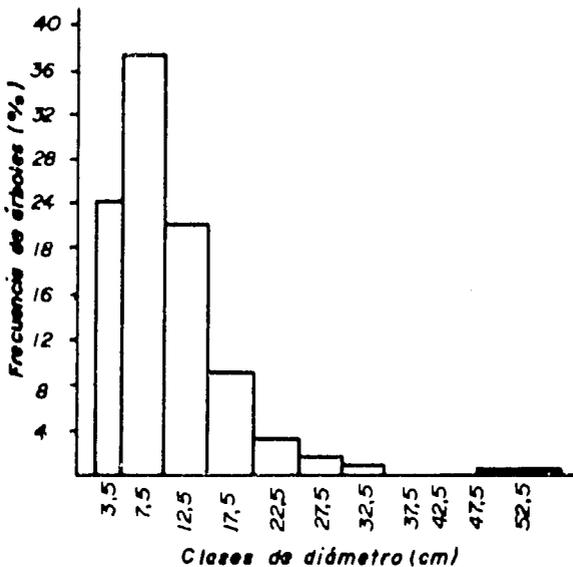


Fig 1. Distribución del número de árboles por clase diamétrica en bosques de encino en Frailes de Desamparados (100% = 1434 tallos)

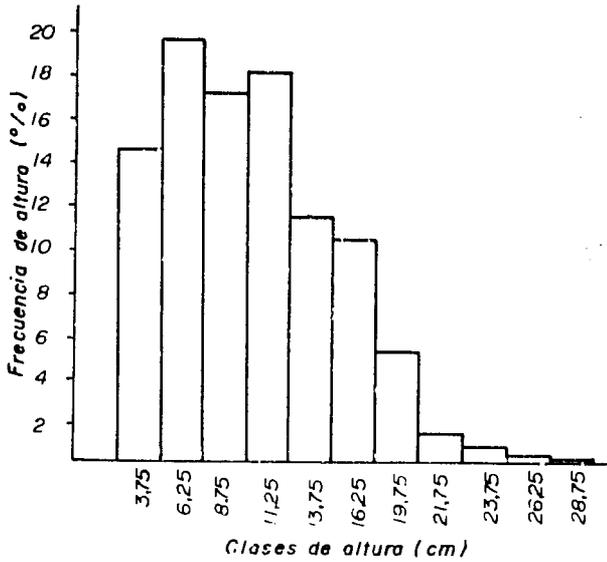


Fig 2. Distribución del número de árboles por clase de altura, en bosque de encino en Frailes de Desamparados

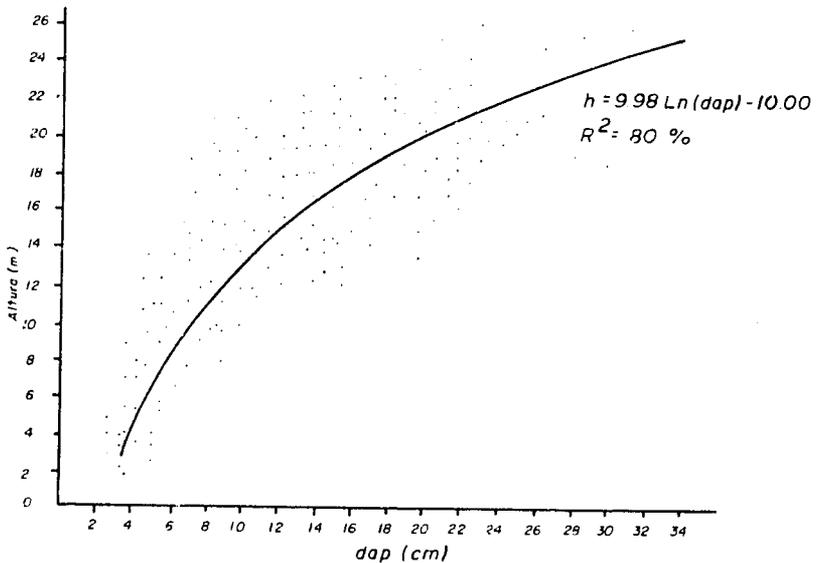


Fig 3. Relación diamétrica y alturas en un bosque de encinos (*Quercus seemannii*) en Frailes de Desamparados, Costa Rica

NECESIDAD DE MANEJO DE LOS ENCINARES

Los encinares constituyen un tipo particular de asociación vegetal, caracterizada por su uniformidad florística y por las características dasonómicas ya expuestas. Los bosques de encino ubicados en la región de Frailes, son los únicos en su tipo y solo abarcan unas pocas docenas de hectáreas; si no se proponen alternativas de manejo aordes con las necesidades de la zona, los encinares quedan propensos a desaparecer.

Directrices para el manejo

Antes de intentar ensayar cualquier tipo de manejo es perentorio conocer las características de la masa. Esto ha permitido circunscribir el manejo a las siguientes condiciones.

1. La madera que se obtiene es de dimensiones pequeñas, diámetros delgados, fustes rectos de baja a mediana altura.
2. La posibilidad de aprovechar un número alto de tallos por hectárea.
3. La capacidad alta de producir brotes proventicios en los tocones una vez que un árbol es tallado.
4. La leña que se obtiene es de buena calidad.

Dadas las condiciones anteriores, quedan automáticamente descartadas formas de utilización como la madera para aserrio que requiere de un método de beneficio de monte alto.

Como parte de fincas pequeñas, los bosques de encino son utilizados para llenar necesidades familiares de leña, para la construcción de galerones, ranchos o postes para cercas y para producir pequeñas cantidades de carbón. Las personas usualmente cortan los árboles necesarios para abastecer sus necesidades dejando que los brotes nuevos se desarrollen.

Una forma de manejo que armoniza con esas condiciones dasonómicas, económicas y culturales es el manejo de rebrotes inducidos a partir de las cortas. Esta práctica silvicultural, conocida con el nombre de monte bajo o tallar, permite algunas ventajas adicionales a las ya expuestas:

1. La regeneración del encinar por rebrotes en Frailes, es rápida.
2. La producción de leña y carbón sin inversiones previas, en intervalos cortos.
3. El rápido crecimiento inicial de los rebrotes suprime el efecto de la competencia de otras especies herbáceas.
4. El manejo requiere de un mínimo de trabajo de mantenimiento.

Experimentación sobre el manejo

Una vez que se conoce la conveniencia de un manejo para los encinares, y se cuenta con directrices claras, se plantea la necesidad de dar inicio a una

experimentación que especifique con mayor precisión las labores culturales que conviene practicar.

De una forma más específica se consideran algunos factores que entran en juego para el manejo de rebrotes.

1. Clases de brotes: interesa estimular la formación de brotes proventicios que se originan de yemas que permanecen bajo la corteza, y entran en funcionamiento cuando interviene algún agente externo (9). No interesan brotes adventicios originados de tejidos callosos de cicatrización.
2. Altura del corte: cuanto más bajo se haga el corte, tanto mejor; así se maximiza el aprovechamiento de los productos y se estimula la formación de brotes proventicios.
3. Época de corta: la época seca, cuando se paraliza el crecimiento, resulta conveniente para la corta, así se aprovecha toda la actividad del período vegetativo en la formación de rebrotes.
4. Número de rebrotes por cepa: una vez que se tienen los rebrotes, se debe buscar una densidad que optimice la producción de leña y que permita el mayor crecimiento de los rebrotes.
5. Edad de selección de los rebrotes y periodicidad de las cortas de selección: es importante detectar el momento en que la competencia entre los brotes de una misma cepa se torna detrimento para su desarrollo. Este factor está ligado con la tasa de crecimiento y el número de rebrotes de manejo.
6. Edad del árbol al momento de efectuar la primera corta: por razones fisiológicas hay una edad en que el árbol tiene mayor vitalidad para rebrotar. En casos como el del encino, en los que no es factible precisar una edad, conviene considerar un rango de diámetro de los árboles como sustituto de la edad y como indicador del grado de madurez.

ENSAYOS DE PRACTICAS SILVICOLAS

De los seis puntos anteriores, los tres últimos se consideran determinantes y que deben inferirse en forma particular para los encinos. Los restantes factores son más generales y cuentan con respaldo de experiencias (formales y empíricas), por ello no se consideran prioritarios para la investigación.

Con tal propósito se establecerá un ensayo formal en el cual serán tomados en cuenta el número de rebrotes por tocón y la edad de selección de los rebrotes. Se someterá a prueba el manejo de 1, 2, 4 y todos los brotes producidos en una misma cepa, así como el efecto de seleccionar rebrotes a los 3, 6, 12 y 24 meses después de la corta.

Se utilizará un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial combinatorio, cuatro niveles por cada factor, tres repeticiones y parcelas de 20 árboles útiles cada una. Por tratarse de una masa natural, el área de las parce-

las será variable. El efecto del diámetro del tocón en el número de rebrotes producido, se estudiará simultáneamente con ayuda de técnicas de correlación.

Información de utilidad básica

Durante el establecimiento de ensayos de manejo de rebrotes se debe cuantificar la producción de leña y biomasa en una parcela de producción. Esto es fundamental para conocer el rendimiento de leña del encino y de otros productos como postes. La cuantificación busca conocer el volumen sólido de los fustes, el volumen de la leña apilada (estereos) según la categoría diamétrica de los árboles, el factor de apilamiento, el peso verde y seco del árbol y sus partes (fuste, ramas, y follaje), la gravedad específica y el poder calórico.

La cuantificación se hará con base a 25 árboles donde se incluirán todas las categorías diamétricas. Es importante hacer notar que los procedimientos y metodologías puestas en práctica en estos trabajos siguen normas del CATIE, con la finalidad de obtener información estandarizada y resultados que puedan ser comparables.

De esta forma se espera poder ofrecer en los próximos años un manejo a los bosques de encino que permita su aprovechamiento como leña y el mantenimiento de estos pequeños bosques.

LITERATURA CITADA

1. BURGER, W. Fagaceae. Flora costarricense. Fieldiana Botany 40:59-82. 1977.
2. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Normas para la investigación silvicultural de especies de leña. Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica. Manual Técnico No.1, 1984. 115p
3. HERNANDEZ A. y TORRES, L. Anuario estadístico 1983. San José, Costa Rica. Dirección Sectorial de Energía. San José, Costa Rica, 1984. 63 p.
4. LEMCKERT, A. El uso doméstico de la leña en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 27 p. (mimeogr.).
5. PEREZ, S. Mapa de clasificación de los suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica, OPSA, 1971. Escala 1:1.000,000.
6. PEREZ, S. et al. Asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. Mapa preliminar. San José, Costa Rica, OPSA, 1978. Escala 1:200,000.
7. PEREZ, S. y GINNEKEN, P. VAN. Mapa de capacidad de uso del suelo. San José, Costa Rica, OPSA, 1973. Escala:1:200,000.
8. TORRES, A. S. et al. Análisis de las especies más usadas y de las preferidas para leña en las diferentes regiones de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 28 p.
9. XIMENEZ, J. y GONZALEZ, A. El monte bajo. 3a. Edición. Madrid, Ministerio de Agricultura, 1977. 90 p.

**Mimosa scabrella ESPECIE CON POTENCIAL PARA SOMBRA
Y PRODUCCION DE LEÑA EN CAFETALES DE COSTA RICA**

Waïter Picado
Dirección General Forestal
Costa Rica

RESUMEN

Se presenta características generales de Mimosa scabrella (bracatinga) y datos de crecimiento inicial cuando se la planta como sombra en cafetales. El incremento medio anual (IMA) en altura fue de 4,1 a 4,6 m y 4,9 a 6,2 cm en dap para 635 árboles/hectárea sin manejo. En árboles manejados el IMA fue de 7,9 cm en dap y la altura varió según el tipo de manejo. La forma mejor de manejo ha sido la poda de las ramas bajas hasta 2 m sobre el café con un corte del eje principal a seis metros de altura luego de dos años. La producción total de biomasa seca en árboles de dos años sin manejar fue de 14,3 tm/ha/año, de las cuales el 65 por ciento es leña (57 estéreos/ha/año).

Se incluyen valores de hojarasca aportada por árboles de bracatinga a los 2,5 años con manejo (7,7 tm/ha) y árboles sin manejo (8,5 tm/ha), así como árboles de 1,5 años con y sin manejo donde el aporte fue 5,9 tm/ha respectivamente. En un cafetal sombreado por Inga densiflora (guaba) de siete años se encontró un total de 23,1 tm/ha de hojarasca. En el análisis de suelo de los cafetales estudiados se encontró hasta 100 por ciento más de materia orgánica comparado con sitios sin café, la diferencia persistió también en la mayoría de elementos como fósforo, potasio, calcio y magnesio.

Con bracatinga se determinó un aporte total por hectárea de 164,8 kg de nitrógeno, 7,4 kg de fósforo, 36,4 kg de potasio, 41,5 kg de calcio y 13,1 kg de magnesio con árboles de 2,5 años. Con árboles de 1,5 años el aporte total por ha fue de 127,9 kg de N, 4,8 de P, 33,0 kg de K, 23,0 kg de Ca y 9,1 kg de Mg. En el caso de guaba, ésta aportó un total de 399,3 kg de N, 18,7 kg de P, 134,2 kg de K, el calcio no se logró determinar y 22,1 kg de Mg.

El aporte total de hojarasca cuantificado bajo guaba de siete años con manejo fue 63 por ciento superior a lo aportado por bracatinga de 2,5 años y 1,5 años en promedio.

SUMMARY

This study presents the general characteristics of *Mimosa scabrella* (bracatinga) and the data on initial growth when the tree is planted for shade in coffee plantations. The average annual increase in height was 4.1 to 4.6 m and in DBH was 4.9 to 6.2 cm for a density of 635 trees/ha in an unmanaged forest. For managed trees the average annual increase in DBH was 7.9 cm and the height varied according to the management technique. The best management method was to prune the low branches up to a height of 2 m above the coffee and to cut the main stem at a height of 6 m after two years. The total production of dry biomass in unmanaged two-year-old trees was 14.3 mt/ha/yr, 65 percent of which was firewood (57 steres/ha/yr).

The study also presents values for the contribution of fallen leaves for 2.5-year-old bracatinga trees under managed (7.7 mt/ha) and unmanaged (8.5 mt/ha) conditions, as well as for 1.5-year-old trees under managed and unmanaged conditions, where the contribution was 5.9 mt/ha and 4.33 mt/ha, respectively. In a coffee plantation shaded by *Inga densiflora* (guaba) seven years old there was a total of 23.1 mt/ha of dead leaves. Analysis of the soil in the coffee plantations studied showed up to 100 percent more organic material than in sites without coffee plants, a difference that was also found in the majority of elements such as phosphorus, potassium, calcium and magnesium.

For 2.5-year-old bracatingas the total contribution per hectare was 164.8 kg of nitrogen, 7.4 kg of phosphorus, 41.5 kg of calcium and 13.1 kg of magnesium. For 1.5-year-old bracatingas the total contribution was 127.9 kg of N, 4.8 kg of P, 33.0 kg of K, 23.0 kg of Ca and 9.1 kg of Mg. In the case of guaba, the contribution was 399.3 kg of N, 18.7 kg of P, 134.2 kg of K and 22.1 kg of Mg; calcium could not be determined.

The total contribution of fallen leaves under seven-year-old guaba in managed conditions was 63 percent greater than the average contribution of 2.5-year-old and 1.5-year-old bracatinga.

INTRODUCCION

Mimosa scabrella Benth fue introducida a nivel experimental en Costa Rica en 1982 por el Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía. Aunque recientemente se ha encontrado árboles de 50 cm de dap y 13,5 m de altura en la zona de Santa Cruz de Turrialba*, por lo que hace suponer que la especie fue introducida al país desde hace diez años o más.

El establecimiento de cafetales nuevos en los años ochenta, aumentó la demanda de árboles de rápido crecimiento para sombra, lo cual facilitó el establecimiento de plantaciones pequeñas de M. scabrella en lugar de Inga spp. (guaba), árbol tradicional pero de crecimiento lento usado como sombra en las zonas cafetaleras de Costa Rica, principalmente en el valle central. El comportamiento y crecimiento inicial de la especie, despertó el interés tanto de los técnicos como de agricultores. Tal actitud ha creado la necesidad de conocer mejor las exigencias y manejo de la especie, así como su efecto sobre el cultivo del café, antes de fomentar su uso.

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS Y DISTRIBUCION

M. scabrella es una leguminosa nativa del sur del Brasil, entre las latitudes 23°50'S a 29°40'S y entre 48°30'O a 53°50'O de longitud (2). En Costa Rica se le conoce como bracatinga o mimosa y ha sido plantada principalmente entre 9°50'N a 10°10'N de latitud norte y 83°40'O a 84°30'O de longitud oeste.

El árbol puede crecer con fuste limpio y alcanza alturas hasta de 20 m y 40 cm de dap. Las hojas son bipinadas, con tres a nueve pares de pinas. Las flores aparecen en racimos de globos pequeños de color amarillo tenue. La floración en Costa Rica se da entre los meses de diciembre a mayo en árboles de más de 18 meses. La fructificación es relativamente homogénea, la maduración de la semilla requiere aproximadamente cinco meses (2,4,11).

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Varios autores citados por Campos (2) afirman que bracatinga crece entre los 500 y 1500 msnm, con precipitaciones bien distribuidas de 1000 a 2500 mm/año y temperaturas entre 12°C y 18°C. Los suelos pueden ser pobres, erosionados y rocosos, pero bien drenados. En Costa Rica ha sido plantada en suelos profundos y bien drenados, moderadamente ácidos (pH 5,1), con contenidos bajos en potasio y fósforo y altos en calcio y magnesio, sin problemas de aluminio; con texturas que varían entre franco en los primeros horizontes hasta arcillosos luego de 30 cm de profundidad. El Anexo 1 presenta los resultados físico-químicos de suelos en algunos sitios en que se ha plantado mimosa en Costa Rica.

*CAMPOS, J. J. Comunicación personal, Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1985.

PROPAGACION

La forma más usual de propagación de la especie en Brasil es por manejo de regeneración natural y en ocasiones plántones en bolsa (2). En Costa Rica en un experimento sobre métodos de propagación se encontró sobrevivencias de 94 por ciento, 75 por ciento y 21 por ciento para plantas en bolsa, plantas a raíz desnuda y siembra directa por semilla, respectivamente; mientras que plantas a raíz desnuda con poda de tallo y pseudoestacas (tocones) no sobrevivieron (8).

CRECIMIENTO INICIAL

Mimosa ha sido plantada en Costa Rica principalmente como sombra de café, en condiciones de suelo fértil, bien drenado, con fertilizaciones periódicas (dos veces por año) y mantenimiento adecuado en cuanto a control de malezas, plagas y enfermedades.

Se ha utilizado espaciamientos iniciales desde 4 m x 4 m hasta 6 m x 6 m si se emplea prácticas de manejo intensivas, con la posibilidad de cambiarlos a 4 m x 8 m, a 6 m x 12 m, dependiendo de las prácticas de manejo que se elijan. El Cuadro 1 presenta algunos resultados observados en cuatro plantaciones en San Ramón.

Carvalho, citado por Campos (2) menciona que en el Brasil, en parcelas de 14 a 16 años se encontró árboles hasta de 20 m de altura y 40 cm de dap. Cita también a Ahsens (1981) que reporta incrementos medios anuales de 0,8 a 3,8 cm de dap y 1,3 a 4,5 m de altura, lo cual representa una producción desde 8 a 36 m³/ha/año.

En Costa Rica se han encontrado incrementos medios anuales (IMA) desde 4,1 m hasta 4,6 m en altura y 6,2 a 4,9 cm en dap, para árboles sin manejo con 635 árboles/ha. En árboles manejados los incrementos han sido de 2,6 m a 4,9 m en altura y 7,1 cm de dap; la altura total, en este caso, depende del agricultor al elegir la altura que desea manejar la copa de los árboles.

Cuadro 1. Crecimiento inicial de *M. scabrella* como sombra en cafetales en San Ramón, Costa Rica

Sitio	Edad (meses)	Altura total (m)		dap (cm)		Densidad (ha)		Observa- ciones
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	Mimosa	Café	
Piedades Norte	30	6,6	0,6	17,7	3,1	500	8 800	poda de copa a 18 meses
Piedades Norte	26	6,8	1,0	13,4	2,2	650	7 500	árboles sin manejo
Piedades Sur	15	5,7	0,6	6,2	1,3	625	9 200	árboles sin manejo
San Juan	12	4,9	0,7	7,9	2,0	400	7 200	poda de copa reciente

MANEJO DEL ARBOL PARA SOMBRA

En 1985, un año después de introducida la bracatinga como sombra, en Costa Rica, se observó un crecimiento inicial rápido, lo cual despertó gran interés entre los agricultores de la zona de San Ramón, pero a la vez creó la necesidad de investigar posibles formas de manejo, ya que el manejo de árboles para sombra tiene como objetivo adecuar el desarrollo y forma del árbol según las exigencias del café. La labor fue coordinada entre los técnicos forestales, agrónomos y especialistas en el cultivo del café. Luego de varias experiencias se ha logrado determinar que la forma de manejo que promete los resultados mejores, consiste en realizar podas de las ramas más bajas (luego de 18 meses) hasta una altura de 1,5 m a 2,0 m sobre la altura del café, y poda del eje principal aproximadamente a 6,0 m de altura; esta última poda normalmente se realiza en árboles de dos años aproximadamente. Con este tipo de manejo, árboles de dos años han producido entre 10 y 18 estéreos de leña/ha/año. De las podas las dimensiones de este producto varían entre 2,5 cm a 6,0 cm de diámetro.

Es recomendable realizar una poda al comenzar la época lluviosa y la otra al iniciarse el período de recolección del café, para favorecer la maduración del grano; sin embargo, según el espaciamiento inicial o la preferencia del caficultor, puede realizarse solamente una poda al año al inicio de las lluvias.

Existe la posibilidad de combinar la sombra para la producción de leña y postes, en este caso el manejo se limita a podar las ramas más bajas, de manera que se facilite la circulación del aire entre los árboles y las matas de café. Luego de dos años es posible obtener fustes hasta de 5,0 m de longitud, que tratados químicamente pueden ser empleados como postes o en construcción rural; además se obtiene leña para uso doméstico. Este tipo de manejo supone la renovación total de la sombra en un ciclo de tres o cinco años, lo cual es viable dado el crecimiento inicial rápido que presenta la especie.

PRODUCCION DE LEÑA Y BIOMASA

El Cuadro 2 resume el comportamiento de las variables evaluadas en una plantación no manejada de dos años con 650 árboles por hectárea, (3,4 m x 4,5 m) en asocio con café.

La evaluación se realizó en 32 árboles, de los cuales se obtuvo una producción total de biomasa seca de 14,3 tm/ha/año, 65 por ciento leña y el resto follaje (para la leña se consideró un diámetro mínimo de 2,5 cm). En términos de leña apilada la producción fue de 57 estéreos/ha/año, suficiente para abastecer el consumo de leña de tres familias (6,3 miembros) en un año.

Empleando un factor de conversión de 0,64 para leña de *Inga* spp con dimensiones similares, la producción de 57 estéreos equivale a $36,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ (7). En trabajos realizados por el Proyecto Leña con *Gmelina arborea* en Guanacaste, Costa Rica, rebrotes de dos años han rendido $35 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$. Salazar (10) reporta un rendimiento de 12,8 estéreos/ha/año para *Inga densiflora* de 20 años plantada a 2,0 m x 4,0 m como sombra de café, con un poder calórico de 17 634 kJ/kg en leña seca. Para bracatinga el poder calórico determinado fue 18 000 kJ/kg en leña

seca, con un contenido de cenizas de 0,97 por ciento, la gravedad específica fue 0,49 g/cm³ y los contenidos de humedad fueron 62 por ciento y 65 por ciento para leña y follaje respectivamente.

Cuadro 2. Comportamiento de las variables evaluadas en aprovechamiento de Mimosa scabrella de dos años sin manejo, asociado con café en San Ramón, Costa Rica

Variables	\bar{x}	S	CV (%)
Altura total (m)	8,1	1,4	17
dap (cm)	12,8	2,2	17
Diámetro de copa (m)	4,8	0,7	15
Leña (kg/árbol)*	28,2	12,7	45
Follaje (kg/árbol)	15,5	6,3	41
Biomasa total (kg/árbol)	43,7	18,3	43

*Peso seco al horno a 85°C

No se han realizado investigaciones en cuanto a palatabilidad del follaje para emplearlo como forraje, pero sí se ha podido observar que el ganado bovino lo come con facilidad. Campos (2) cita un compendio de un seminario sobre "actualidades y perspectivas forestales" en el que se reporta rendimientos de 3 tm/ha de follaje que puede emplearse como forraje, cuando se cosecha un tercio de la copa de árboles de dos años.

APORTE DE HOJARASCA

Inga sp.(guaba) y Erythrina spp. (poró) son las especies más usadas como sombra en Costa Rica. El presente estudio preliminar considera el aporte de hojarasca de árboles de mimosa de 1,5 a 2,5 años y árboles de guaba de siete años como punto de comparación. Se ha incluido también los resultados de análisis foliares de ambas especies para conocer la concentración de los principales elementos químicos presentes en el follaje. El objetivo de estas observaciones es conocer los elementos que están siendo reciclados vía hojarasca en el sistema.

El beneficio que representa el uso de árboles como sombra en cafetales, básicamente consiste en la formación de un microclima especial bajo condiciones de topografía irregular y presencia de vientos o cambios bruscos de temperatura. La sombra influye directamente sobre la regulación de la luz que llega hasta el cultivo, disminuyendo la temperatura, tanto en el suelo como en el aire, y reduce la pérdida de agua del suelo por efecto de los rayos solares y el viento. Budowski (1) indica que las ramas y las hojas provenientes de la poda de poró, antes de su descomposición permanecen en el suelo y tienen efecto favorable en la reducción de la evaporación, y ayudan a regular el desarrollo de malezas. Al

efectuar la poda, el árbol puede prescindir de algunas raíces, las cuales al morir y descomponerse dejan canales en el suelo por donde otras raíces pueden eventualmente ramificarse o mejorar el drenaje.

Según Fassbender (5) la hojarasca o capa de mantillo la componen las ramas, hojas, flores y frutos que caen a la superficie del suelo. La hojarasca se ve sometida a procesos de degradación o descomposición, y mediante la mineralización, elementos como el N, P, K, S, Ca, Mg, Mn y otros quedan disponibles para las plantas. La capa de mantillo se compone de tres sub-capas, una de hojarasca, una de fermentación o descomposición y una sub-capa química

Según Fassbender y Jiménez (5,6) el humus:

- determina el color del suelo, el cual oscurece conforme el contenido de materia orgánica (M.O.) es mayor, eso influye en el balance térmico del suelo,
- favorece la formación de agregados, así como la plasticidad y disponibilidad de agua,
- favorece la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la cual es mayor en suelos con alto contenido de M.O.,
- aumenta la capacidad tampón de los suelos, evitando cambios bruscos de pH, generados por la dilución de sales fertilizantes,
- favorece la disponibilidad de N, P, S, a través de los procesos de mineralización,
- por el efecto de la agregación de partículas estructurales, se favorece el manejo de los suelos con respecto a su laboreo,

Entre otras ventajas, la materia orgánica proveniente de los restos vegetales favorece el desarrollo de microorganismos con lo que se afecta los procesos de humificación.

El Cuadro 3 presenta los datos de las variables consideradas para los árboles en cada sitio donde se cuantificó hojarasca.

Los resultados de la cuantificación de hojarasca aparecen en el Cuadro 4. Se trata de cinco cafetales con sombra, cuatro de ellos con mimosa y otro con guaba. Para mimosa se consideraron árboles de 1,5 y 2,5 años con y sin manejo; en el caso de la guaba, solo se consideraron árboles de siete años manejados.

En el sitio 1 se practicaron dos podas por año después de los 18 meses, la primera al comenzar la época lluviosa y la segunda a la maduración del café, en los sitios 4 y 5 se hace solamente una poda por año, al comenzar la maduración del café o al iniciarse las lluvias, y en los sitios 2 y 3 no se le ha dado manejo a los árboles.

Para la cuantificación de nojarasca se establecieron parcelas de 50 cm x 50 cm, tres bajo el área de influencia de la copa del árbol, y una en el punto de

intercepción de cuatro copas. Se consideró cuatro árboles por sitio para un total de 20 parcelas, la evaluación se llevó a cabo en cinco sitios, cuatro para mimosa y uno para guaba.

Cuadro 3. Características de crecimiento de *M. scabrella* de 1,5 y 25 años e *I. densiflora* de siete años como sombra en cafetales en San Ramón, Alajuela, Costa Rica

Sitio	Edad (años)	Alt. total (m)		dap (cm)		Diam. copa (r)		Alt. copa (m)		Alt. a base copa (m)		Densidad/ha árboles café	
		x	s	x	s	x	s	x	s	x	s		
Bajo Zúñiga	2,5	6,6	0,6	17,6	3,1	4,7	1,3	4,1	0,6	2,5	0,2	830	7300
Piedades Norte	2,5	8,3	0,7	13,2	3,4	4,2	0,6	5,0	0,9	3,9	0,5	1050	9060
Piedades Sur	1,5	8,2	0,7	13,7	1,8	4,6	0,6	5,3	0,7	2,9	0,2	800	9140
Piedades Norte	1,5	5,3	0,3	9,5	1,3	3,6	0,6	3,4	0,4	2,2	0,2	1375	6500
Piedades Sur*	7,0	5,7	0,5	13,8	2,2	4,1	0,7	3,3	0,5	2,4	0,2	800	6300

* *Inga densiflora*

La distribución de las parcelas bajo la copa estuvo en función del diámetro de ésta, de manera que una se establecía siempre en la base del tronco del árbol y entre la segunda y la tercera había una distancia igual al 50 por ciento del radio, luego de descontarle el tamaño de las tres parcelas (1,5 m). Las parcelas de 50 cm x 50 cm fueron demarcadas en el suelo, se colectó toda la hojarasca.

Cuadro 4. Aporte de hojarasca de *H. scabrella* e *I. densiflora* como sombra en cafetales en San Ramón, Costa Rica

Sitio	Edad (años)	Hojarasca bajo las copas (g/árbol)				Fuera de copas*		Manejo de los árboles
		Total				\bar{x}	s	
		\bar{x}	s	ram.	hojas			
Bajo Zúñiga	2,5	193,8	28,5	78,6	115,2	253,3	27,1	2 podas/año
Piedades Norte	2,5	212,6	85,8	43,6	168,9	265,8	46,7	ninguno
Piedades Sur	1,5	109,4	11,8	11,2	98,2	49,4	8,9	ninguno
Piedades Norte	1,5	148,4	41,9	29,8	118,7	81,6	35,9	1 poda/año
Piedades Sur	7,0	144,5	39,2	38,3	106,2	90,3	22,7	1 poda/año

*Se trata de la hojarasca que se encontró en los puntos de intersección entre copas.

comprendida en la parcela, sin importar si estaba mezclada con suelo. Para separar las ramillas de las hojas se empleó un tamiz fino (3 mm). El material se secó hasta peso constante a 85°C y se pesó con un error de $\pm 0,05$ g.

El total de hojarasca encontrado en la época seca (enero), en cafetales con árboles de bracatinga de 2,5 años manejado fue de 7,8 tm/ha, el 41 por ciento eran ramillas. Árboles de la misma edad sin manejo aportaron 8,5 tm/ha con un 20 por ciento de ramillas. El aporte de árboles manejados de 1,5 años fue de 5,9 tm/ha con un 20 por ciento de ramillas. En este último caso (sitio 4) hay una población de árboles 36 por ciento mayor respecto a la población en el sitio 3 (Cuadro 3). En el cafetal sombreado con guaba de siete años se determinó 23 tm/ha de hojarasca, con un 27 por ciento compuesto por ramillas (2,7 veces superior que la bracatinga de 2,5 años sin podas).

Russo (9) determinó que árboles de poró, podados semestralmente depositan 6,0 tm/ha de materia seca, el 33 por ciento constituido por hojas. Chiaranda et al (3) menciona haber determinado hasta 6,3 tm/ha/año de follaje aportado al suelo por mimosa en un trabajo realizado con trampas de 0,25 m² en una plantación de cuatro años a 2 m x 2 m.

Se desconoce el período de descomposición de las hojas de bracatinga y guaba, se ha observado una descomposición rápida de la hojarasca de bracatinga.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

Con el fin de determinar en forma preliminar si se afecta las características físico-químicas del suelo bajo sombra de bracatinga y guaba, se colectó muestras de suelo hasta 15 cm de profundidad, los resultados aparecen en el Anexo 1B y pueden ser comparados con los datos del Anexo 1A que corresponde a sitios aledaños sin café. En general se detectaron diferencias significativas en la mayoría de los elementos, pero el mayor efecto se dio en el contenido de materia orgánica (M.O.). Bajo árboles de 2,5 años con y sin manejo se determinó un siete por ciento y seis por ciento de M.O., árboles de 15 años produjeron diez por ciento y cuatro por ciento de M.O. para sombra con y sin manejo respectivamente. En el primer caso el alto contenido de M.O. (10 por ciento) se atribuye en parte a que se trata de un cafetal viejo que está siendo renovado paulatinamente. En el cafetal sombreado con guaba manejada de siete años se encontró un 10 por ciento de M.O.

ANÁLISIS FOLIARES

Con el fin de tener información básica sobre la composición química se realizaron análisis foliares para el follaje fresco en el árbol, y para hoja en la hojarasca de cada uno de los sitios, los resultados se presentan en el Cuadro 5.

El Cuadro 6 presenta los kilogramos por hectárea de los principales elementos determinados en el análisis foliar aportado por árboles de bracatinga y guaba con base en el total de hojas (no considera las ramillas).

Cuadro 5. Resultados del análisis foliar para *M. scabrella* e *I. densiflora* como sombra en cafetales en San Ramón, Costa Rica

Especie, edad tipo de follaje	N	P	K	Ca (%)	Mg	Cu	Zn (ppm)	Mn
<i>M. scabrella</i> (F)*	2,90	0,13	0,64	0,73	0,23	12	41	432
2,5 años (C)	1,90	0,05	0,11	0,46	0,11	102	62	614
<i>M. scabrella</i> (F)	2,95	0,11	0,75	0,53	0,21	12	46	478
1,5 años (C)	2,20	0,03	0,11	0,50	0,16	57	43	612
<i>I. densiflora</i> (F)	2,35	0,11	0,79	--	0,13	10	27	395
7,0 años (C)	2,50	0,04	0,13	0,78	0,13	53	44	433

* F : Follaje fresco colectado del árbol

C : Follaje caído recolectado del suelo

La diferencia que aparece en el aporte de nutrientes contenidos en el follaje caído de guaba se debe a la cantidad de materia, ya que en valores absolutos obtenidos en laboratorio, las diferencias no son significativas respecto del follaje de bracinga; más bien, nutrientes como nitrógeno, calcio y magnesio se encuentran en mayor cantidad en el follaje de bracinga y en el fósforo y potasio las diferencias no son significativas. Para el caficultor esos aportes de nutrientes vía hojarasca son de gran importancia ya que le permiten bajar los costos de fertilización.

Cuadro 6. Nutrientes (kg/ha) aportados por *M. scabrella* de 1,5 a 2,5 años e *I. densiflora* de siete años como sombra en cafetales en San Ramón, Costa Rica

Especies	Nutrientes en kg/ha al momento de la evaluación				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>M. scabrella</i> de 2,5 años	164,8	7,4	36,4	41,5	13,1
<i>M. scabrella</i> de 1,5 años	127,9	4,8	33,0	23,0	9,1
<i>I. densiflora</i> de 7 años	399,3	18,7	134,2	-	22,1
Poró con 2 podas/año*	269,3	20,9	150,5	126,1	51,4

*Trabajo realizado por Russo (9) con *E. peoppigiana* (hojas y ramas) con dos podas por año en la zona de Turrialba, Costa Rica (lo que se reporta en este caso son kg/ha/año). Respecto del nitrógeno, tanto la bracinga como la guaba superan el porcentaje presente en el follaje de poró, aunque en cantidades no significativas; en los demás elementos, el poró supera a ambas especies.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mimosa representa una buena alternativa como especie de rápido crecimiento para sombra y producción de leña a corto plazo en cafetales.

Una hectárea de café con sombra de bracatinga manejada adecuadamente en un turno de tres años y corta anuales de 30 por ciento de los árboles, o bien una hectárea con sombra de guaba con una poda anual, puede suplir las necesidades anuales de leña de una familia promedio (6,3 miembros).

El aporte total de 8,5 tm/ha y 23,12 tm/ha en sombras de bracatinga y guabas respectivamente, son de gran beneficio económico para el caficultor ya que representa un ahorro significativo en fertilizante total por hectárea para el cafetal, a la vez que mejora sustancialmente las características físicas y químicas de suelos.

Los aspectos enfocados en el presente documento sobre crecimiento, manejo, producción y aporte de hojarasca deben ser estudiados detalladamente y a largo plazo, no solo para bracatinga sino para especies como guaba, para conocer mejor el sistema y poder mejorarlo para favorecer tanto al sistema como al café.

Se ha considerado en forma preliminar la producción de leña y aporte de nutrimentos vía hojarasca, pero es de interés buscar usos alternativos para la madera, tales como postes para cerca, o construcción rural y posibilidades de emplear el follaje como forraje.

LITERATURA CITADA

1. BUDOWSKI, G. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. Trad. por E. Somarriba. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 26 p. (mimeografiado).
2. CAMPOS, J.J. Mimosa scabrella Benth. Una leguminosa promisionaria para la producción de leña en Costa Rica. (Trabajo presentado al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Convenio UCR-CATIE), Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. (Trabajo mecanografiado no publicado).
3. CHIARANDA, E. et al. Crecimiento das árvores e deposição de folheda em falhoes florestais plantados em solos alterados pela mineração do xisto. IPEF 25:25-28. 1983.
4. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL Y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía, Informe Técnico Anual. San José, Costa Rica, 1984. 181 p.
5. FASSBENDER, H.W. Suelos y sistemas de Producción Agroforestal. Turrialba, Costa Rica CATIE, 1983. 150 p.
6. JIMENEZ, E. Ecología del Agroecosistema Cafetalero. Tesis Doctoral. México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, 1981. Aprox. 110 p.

7. LEMCKERT, A. y CAMPOS, J.J. Producción y Consumo de Leña en las Fincas pequeñas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica, Informe Técnico No. 16. 1981. 69 p.
8. PICADO, W. Mimosa scabrella, sobrevivencia y crecimiento inicial en San Ramón, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Silvoenergía No. 6. Junio 1985. 4 p.
9. RUSSO, R.O. Mediciones de Biomasa en Sistemas Agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 27 p. (mimeografiado).
10. SALAZAR, R. Producción de Leña y Biomasa de Inga densiflora Benth en San Ramón, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Silvoenergía No. 3. Febrero 1985. 4 p.
11. U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 344p.

ANEXO 1. A. Resultados del análisis de suelo en algunos sitios aledaños a los sitios de estudio, en San Ramón, Costa Rica

Sitio	pH	Ca	Mg	K	Al	P	M.O.	TEXTURA
		meq/100 ml de suelo				ug/ml	(%)	
1-Piedades norte	4,9	2,3	1,4	0,21	1,3	7,0	5,5	hasta 25 cm franco arcilloso luego arcillo-limoso
2-Bajo Zúñiga	5,4	5,5	1,9	0,07	0,2	6,0	2,4	hasta 27 cm franco luego arcilloso
3-Piedades sur	1,9	2,3	0,9	0,05	0,7	4,7	5,2	hasta 17 cm franco luego arcilloso

Los valores presentados corresponden al promedio de cuatro muestras/sitio, hasta 90 cm de profundidad. En los tres sitios el drenaje externo es libre.

G. Resultados del análisis de suelo en los cinco cafetales estudiados con sombra de bracinga o guaba en San Ramón, Costa Rica

Sitio	pH	Ca	Mg	K	Al	P	M.O.	Textura	Observaciones
		meq/100 ml de suelo				ug/mg	(%)		
1-Bajo Zúñiga	6,1	8,5	2,3	0,52	0,20	10	7,02	arcilloso o franco-arcilloso	bracinga de 2,5 años de manejo
2-Piedades Norte	5,1	1,5	0,6	0,26	1,60	6	5,71	franco arcilloso	bracinga de 2,5 años sin manejo
3-Piedades Sur	5,4	6,5	2,9	0,52	0,60	8	4,40	franco arcilloso	bracinga de 1,5 años sin manejo
4-Piedades Norte	4,9	1,5	0,8	0,24	2,50	7	10,10	franco	bracinga de 1,5 años con manejo
5-Piedades Sur	5,4	11,5	3,9	0,68	0,70	6	9,67	franco arcilloso limoso	guaba de 7 años con manejo

**CARACTERISTICAS DEL SISTEMA SILVOPASTORIL JAUL
(Alnus acuminata) CON LECHERIA DE ALTURA EN COSTA RICA**

Gilbert Canet Brenes
DGF
Costa Rica

INTRODUCCION

En las zonas ganaderas y húmedas de Costa Rica tradicionalmente se ha plantado jaúl. Aunque no es una especie leguminosa, su capacidad para fijar nitrógeno mejora el desarrollo de los pastos.

El jaúl crece bien entre 1500 y 2600 m de elevación, 2000 y 3500 mm de precipitación anual y de 12 a 18°C de temperatura media anual. Costa Rica cuenta con aproximadamente 50 000 ha que reúnen estas condiciones.

El presente trabajo consideró las zonas lecheras altas y incluye que:

- dentro de las 50 000 ha potenciales sólo un tercio utiliza este sistema silvopastoril
- aproximadamente la mitad del área cultivada tiene árboles ya comerciables (entre 20-30 años de edad)
- una producción de 70 m² (producto comercial), 18,3 tm/ha (peso seco leña), 3,6 tm/ha de hojas y ramas finas, en árboles de 30 años de edad, 35 árboles/ha fueron los resultados de un estudio en un sitio
- la madera tiene un poder calórico de 18 544 kJ/kg y 0,40 de gravedad específica

SUMMARY

It is a traditional practice in Costa Rica to grow alder in highland wet pastures. Although alder is a non-leguminous nitrogen fixing tree, the pasture grass prospers when associated with alder rather than being hindered, as long as the trees are not too close together.

Optimum conditions for the alder are: 1500-2600 m altitude, annual rainfall of 2000-3500 mm, and mean annual temperature of 12°C - 18°C. Combining these with optimum conditions for highland dairies shows that about 50 000 ha in Costa Rica are potentially apt for this silvopastoral system.

This study surveys highland dairies throughout the zone and concludes that:

- within the 50 000 ha, one third of the land dedicated to highland dairies already is cultivated using this silvopastoral system.
- about half of the land so cultivated already has trees of merchantable size (between 20-30 years of age).
- a yield of 70 m³/ha (commercial yield), 18.3 tm/ha (dry weight fuelwood), 3.6 tm/ha of leaves and fine branches, with 30 year old trees, 35 trees/ha were the results of intensive measurement on one site.
- the wood has a calorific value of 18 544 kJ/kg and a specific gravity 0.40.

INTRODUCCION

La asociación de pastos con jaúl (Alnus acuminata H.B.K.) es un sistema silvopastoril tradicional que se ha venido practicando en Costa Rica, en zonas de altura donde la ganadería de leche es una de las principales actividades. En la zona norte de Tres Ríos se conoce esta asociación desde 1920, mientras que Poschen (6) reporta su existencia en otras zonas 90 años atrás.

La mayoría de los potreros donde existe esta asociación, están constituidos por el pasto de piso kikuyo (Penicetum clandestinum), y en menor grado por la estrella africana (Cynodon plectostachyus), también puede encontrarse la presencia de jaúles en áreas con pasto de corte, como el gigante (Penicetum purpureum) y el imperial (Axonopus scoparius).

Esta especie forestal presenta un carácter pionero, que le permite establecerse con facilidad en áreas descubiertas; la regeneración natural puede encontrarse prosperando en potreros, márgenes de los ríos y cortes de caminos (3). Una de sus características más favorables y que lo hacen compatible con la actividad ganadera, es la propiedad de fijar nitrógeno atmosférico, debido a la presencia en sus raíces de nódulos formados por la simbiosis con el Actinomyces alni. Rodríguez, citado por Beer (1) encontró que plántulas de jaúl de 6,5 meses de edad presentaron un promedio de 60,5 mg de nitrógeno total; Smith citado por el mismo autor, encontró que el contenido promedio de nitrógeno total en hojas secas de jaúl en proceso de descomposición, varió entre 2,4 y 3,7 por ciento. Poschen (5), por su parte menciona que la incorporación de nitrógeno del jaúl, en un sistema silvopastoril, equivale a la aplicación de 180 kg/ha de fertilizante químico, por ejemplo el Nutrán (35 por ciento de NO_3).

AREA DE DISTRIBUCION POTENCIAL DEL SISTEMA SILVOPASTORIL

Como en todo sistema agroforestal, para que éste pueda darse satisfactoriamente, deben de coincidir o traslaparse los parámetros de adaptabilidad óptimos de los diferentes componentes que los constituyen. Para el jaúl los parámetros climáticos óptimos son: elevación entre los 1500 y 2600 msnm, precipitación promedio anual entre 2000 y 3500 mm y temperatura promedio anual de 12°C a 18°C (1,3,4,5,). Con respecto al componente "lechería de altura", los parámetros que la caracterizan son una mezcla de aspectos cuantitativos, que hacen difícil su delimitación, entre estos aspectos se menciona elevaciones entre 1200 y 3000 msnm, pendientes inferiores a 60 por ciento, presencia predominante del pasto kikuyo, ausencia de garrapata (Amblyoma myxum), empleo de ganado puro y tierra de alto valor*.

Esta información base se transcribió a una serie de mapas de temperatura promedio anual, de precipitación promedio anual **, mapa de pendientes y mapa de curvas de nivel. Una vez transcrito estos mapas los parámetros óptimos de los dos

*Dr. Adolfo Montero. Comunicación personal. Estación experimental Alfredo Volio Mata, Universidad de Costa Rica, 1985.

Ing. Geraldine González. Comunicación personal, Cámara Nacional de Productores de Leche, San José, 1985.

**Fuente: Instituto Meteorológico Nacional, San José, Costa Rica.

componentes, se superpusieron uno a uno hasta obtener un mapa de distribución potencial de la asociación silvopastoril jaúl con "lechería de altura". El área aproximada potencial que registra este mapa, es de 50 000 ha (Figura 1), lo que representa un uno por ciento del territorio nacional. Esta información preliminar debe utilizarse con precaución debido a que los mapas utilizados (escalas) no muestran algunas áreas que por su tamaño y ubicación han permanecido enmascaradas.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA

Dentro del área potencial delimitada se seleccionó una pequeña zona para llevar a cabo un estudio de caso mediante la realización de una encuesta a propietarios de fincas lecheras. Esta zona se ubica al este de San José, en la región norte de Tres Ríos y en San Isidro de Coronado al noreste de San José.

El objetivo del estudio fue describir y caracterizar la asociación del jaúl con la actividad lechera de altura y mostrar una alternativa viable de incluir un componente forestal dentro de esta actividad pecuaria.

Como era de esperarse el 85 por ciento del área de estas fincas encuestadas está dedicada al pastoreo, de los cuales el 70 por ciento lo constituyen pastos sin asocio y el 30 por ciento pastos asociados con jaúl. Alrededor de un cinco por ciento del área de estas fincas está ocupada actualmente con plantaciones forestales.

Cuadro 1. **Uso actual de la tierra en las fincas encuestadas en Tres Ríos y Coronado (en porcentaje)**

Pastos sin asocio	Pastos asociados con jaúl	Plantaciones forestales	Otros	Total
60	25	5	10	100

El pasto de piso más difundido es el kikuyo, encontrándose en algunos casos fincas con estrella africana. Una tercera parte de las fincas hacen uso también del pasto de corte como gigante y zacate imperial. Estos pastos en el 80 por ciento de los casos reciben algún tipo de manejo, que pueden consistir en fertilizaciones periódicas (dos con fórmula completa N15-P15-K15 y una de NH_4NO_3) y rotaciones de 35 días por apartado. Se determinó que la carga animal promedio de la zona de estudio es de dos cabezas por hectárea, mientras que el promedio nacional para esta actividad es de tres cabezas* lo que significa una subutilización de los potreros en un 30 por ciento.

En relación al área de pastos asociados con jaúl, más la mitad (67 por ciento) se estableció mediante la plantación artificial y solo un 15 por ciento

*Ing. Geraldine González. Comunicación personal, Cámara Nacional de Productores de Leche, San José, 1985.

por regeneración natural; el porcentaje restante se estableció mediante una combinación de ambos métodos. En la mayoría de los casos los árboles crecieron simultáneamente en espacio y tiempo con la actividad ganadera, por lo que fue necesario protegerlos del ramoneo o pisoteo del ganado, mediante la construcción de cercas individuales con alambre o simplemente con postes; 30 por ciento del sistema se estableció totalmente en ausencia del ganado durante los primeros dos o más años, de acuerdo a las características individuales de cada finca.

El análisis de la encuesta determinó que la mitad de jaúles asociados presentan edades entre uno y 15 años, mientras que el resto se encuentra en edades donde ya pueden ser aprovechados. La mayor parte de los finqueros mencionaron que la mejor edad para cortar los jaúles es entre 20 y 30 años. Las densidades de plantación varían entre 25 y 100 árboles por hectárea. Los árboles dentro del sistema no reciben ningún tipo de manejo silvicultural una vez establecidos, a excepción de algunos casos, donde se realiza una poda de las ramas inferiores.

En cuanto a las ventajas y desventajas de esta asociación, los finqueros mencionaron haber observado diferencias con respecto a los pastos sin presencia de árboles. Las ventajas citadas fueron las siguientes en orden de importancia:

- En la época seca el pasto bajo los jaúles se presenta más verde que el expuesto a pleno sol, y mejora la calidad del mismo.
- Los árboles brindan sombra y protección al ganado.
- El acúmulo de hojarasca contribuye a formar un mantillo de materia orgánica que mejora las características físicas y químicas del suelo.
- Es agradable su presencia en los potreros.

Las desventajas mencionadas fueron las siguientes:

- El pasto se presenta más ralo o escaso por unidad de área y su crecimiento es menor bajo los árboles.
- La hojarasca acumulada "pierde" el pasto.

Algunos agricultores mencionaron que no le encontraban desventajas al sistema.

El uso que los finqueros le dan al jaúl es básicamente para aserrio y su madera se considera como de regular calidad. Con respecto a su uso como leña mencionan que su calidad es de regular a buena y que puede quemarse verde. Esta especie es una de las más usadas para leña en las áreas donde se encuentra con mayor frecuencia.

RENDIMIENTO DEL JAUL ASOCIADO CON PASTOS

Para complementar la información presentada en este trabajo, se realizó para un sitio una evaluación del crecimiento y rendimiento de árboles de *A. acuminata*, asociado con pasto en la finca San Cayetano, ubicada en Concepción de Tres Ríos, al este de San José. Los árboles tenían 30 años de edad y se encontraron a una densidad de 35 árboles por hectárea (17 m x 17 m).

Para la cuantificación del volumen de los árboles, se seleccionó una muestra del 20 por ciento del total de árboles por hectárea. Se clasificaron según categorías diamétricas y se seleccionaron según la frecuencia diamétrica (Cuadro 2). Se midió el diámetro en la base del árbol, el diámetro a 1,30 m (dap) y el diámetro de la copa. Luego fueron talados a una altura de 40 cm sobre el suelo y se cubió la madera hasta un diámetro mínimo de 25 cm, esto corresponde a los valores que se presentan posteriormente como madera para aserrijo; el resto del árbol se pesó el follaje más ramas finas y leña.

Se consideró como leña las ramas mayores de 2,5 cm. Posteriormente esta leña fue apilada y cubicada para obtener además el volumen de leña en estéreos*. Se tomaron muestras de aproximadamente medio kilo de madera, leña y follaje, con el fin de determinar el contenido de humedad. Para las muestras de madera se determinó la gravedad específica, el poder calórico y el contenido de cenizas. De los datos obtenidos en la cubicación y empleando el programa VOLREG del PSP** se seleccionó el modelo matemático que presentó el mejor ajuste para predecir el volumen comercial a partir del diámetro a 1,30 m y la altura comercial (diámetro mínimo de 25 cm); el modelo seleccionado fue el siguiente:

$$\ln V = -8,9970 + 1,6725 \ln d + 1,1598 \ln h$$

donde:

Ln = logaritmo natural

V = volumen del árbol (m³)

d = diámetro a 1,30 m (cm)

h = altura comercial (m) (25 cm de diámetro mínimo)

El modelo presentó un R² de 99 por ciento, y fue significativo al nivel de 0,1 por ciento.

*Un estéreo (st) es igual a un metro cúbico apilado, que es la principal medida de comercialización en Costa Rica.

**Palmer's Statistical Package (PSP) desarrollado por Heather J. Palmer, Programa Británico de Cooperación Técnica.

El diámetro (dap) de los árboles muestreados fue 50 cm, la altura total promedio 22,6 m y la altura comercial promedio 12,6 m. El fuste comercial representó el 56 por ciento de la altura total. El volumen comercial promedio con corteza de los árboles cubicados fue de 2 m³, lo que indica que bajo las condiciones observadas en este sitio, el volumen comercial por hectárea encontrado fue de 70 m³.

Según los datos obtenidos en el sitio evaluado, una hectárea de *Alnus acuminata* combinada con pastos, a una densidad de 35 árboles por hectárea, puede producir alrededor de 18,3 tm/ha/año de leña seca, y 36 tm/ha de follaje más ramas finas.

Las copas se encontraban afectadas a causa del estado fisiológico de los árboles (sobremaduros); el diámetro promedio de estas fue 13,4 m. El Cuadro 2 resume los valores de crecimiento y rendimientos observados en el sitio evaluado.

Cuadro 3. Crecimiento y rendimiento de jaúl asociado con pastos en Tres Ríos, Costa Rica*

Variables	
Edad (años)	30
Densidad (árboles/ha)	35
dap promedio (cm)	50
altura comercial promedio (m)	12,6
altura total promedio (m)	22,6
volumen comercial con corteza (m ³ /ha)	70,0
producción de leña (tm/ha)**	18,3
producción de hojas y ramas finas (tm/ha)**	3,6
biomasa aérea total (tm/ha)**	50

* Altitud 1520 msnm, precipitación 3060 mm, TMA 18°C, bmh-MB, Histosol, 15-40% pendiente

**Peso seco al horno a 105°C

De acuerdo a este modelo se elaboró una tabla de volumen comercial con corteza, de doble entrada (diámetro y altura), la cual se presenta en el Cuadro 3. Se encontró que la corteza representó en promedio alrededor del ocho por ciento de volumen comercial.

Los valores de la humedad de las partes del árbol evaluados, así como la gravedad específica, poder calórico y contenido de cenizas de la leña de jaúl, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Tabla de volumen comercial con corteza para Alnus acuminata asociado con pastos, en Tres Ríos, Costa Rica

dap (cm)	Altura comercial (m)						
	8	10	12	14	16	18	20
35	0,53	0,68	0,85	1,01	1,18	1,35	1,53
40	0,66	0,86	1,06	1,26	1,48	1,69	1,91
45	0,80	1,04	1,29	1,54	1,80	2,06	2,33
50	0,96	1,24	1,54	1,84	2,14	2,46	2,78
55	1,13	1,46	1,80	2,15	2,51	2,88	3,26
60	1,30	1,69	2,08	2,49	2,91	3,33	3,77
65	1,49	1,93	2,38	2,85	3,33	3,81	4,31
70	1,68	2,18	2,70	3,22	3,76	4,32	4,88
75	1,89	2,45	3,03	3,62	4,22	4,84	5,47

Cuadro 4. Contenido de humedad y gravedad específica, poder calórico y contenido de cenizas del jaúl, en Tres Ríos, Costa Rica

Parte del árbol	Humedad (%)	Gravedad específica (g/cm ³)	Poder calórico (kJ/kg)	Contenido de cenizas (%)
Fuste	44	--	--	--
Leña	52	0,40	18 544	1,0
Follaje + ramas finas	57	--	--	--

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Costa Rica cuenta con un área potencial alrededor de 50 000 ha donde puede establecerse la asociación silvopastoril de jaúl con lechería de altura.
- La encuesta determinó para el estudio de caso que un tercio del área de las fincas se encuentra bajo esta asociación, la cual fue establecida en dos terceras partes de los casos mediante la plantación de árboles.
- Alrededor de la mitad de los casos presentan jaules con edad de corta (entre 20 y 30 años).
- En el sitio evaluado el rendimiento obtenido fue 70 m³/ha de madera comercial, 18,3 tm de leña seca/ha y 3,6 tm/ha de hojas y ramas finas. Esto corresponde a una producción de biomasa seca total de 50 tm/ha.

La madera de jaúl presentó un poder calórico de 18 544 kJ/kg y una gravedad específica de 0,40 g/cm³.

LITERATURA CITADA

1. BEER, J. Alnus acuminata con pasto. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 6 p.
2. COMBE, J. Alnus acuminata con pastoreo y con pasto de corte, Las Mulass de Coronado, Costa Rica. In Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, 1979. Actas. Editado por G. De Las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp 205-207.
3. COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. El cultivo del jaúl (Alnus jorulensis) en Costa Rica. Informe Divulgativo No.7. 1979. 7 p.
4. FOURNIER, O., L.A. El cultivo del jaúl (Alnus jorulensis) en fincas de ca. en Costa Rica. In Taller Sistemas Agroforestales en América Latina, Turrialba, 1979. Actas. Editado por G. De Las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp 163-166.
5. POSCHEN, P. El jaúl, árbol prometedor para fincas en zonas lecheras de Costa Rica. San José, Costa Rica. Dirección General Forestal. Boletín Divulgativo No. 30. 1980. 14 p.
6. POSCHEN, P. El jaúl con pasto, la práctica de un sistema silvopastoril en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 6 p.

**INFLUENCIA DE LA PREPARACION DE LOS SUELOS CENAGOSOS
SOBRE EL CRECIMIENTO DE Eucalyptus deglupta Blume EN CUBA**

Rafael Acosta Romero
Ministerio de Agricultura
Cuba

RESUMEN

En el país existe cerca de 300 000 ha de suelos cenagosos, que se preparan casi en su totalidad manualmente o empleando herramientas. Esta problemática condujo a que en 1980 la Empresa Forestal Integral Ariguanabo, llevara a cabo una investigación para comparar dos métodos de preparación del suelo. Se comprobó que cuando al emplear el arado forestal zanjeador PKLN-500 A, la altura, el diámetro y la supervivencia de E. deglupta Blume a los 14 meses fue 1,27 m, 1,29 cm y 1,5 por ciento mayor que los plantados en hoyos corrientes. De acuerdo con estos resultados se recomienda estudiar la tecnología para la reforestación mecanizada de estos suelos considerando este método de preparación.

SUMMARY

Cuba has around 300 000 ha of marsh soils which are prepared almost totally by hand or with the use of tools. This issue led the Empresa Forestal Integral Ariguanabo in 1980 to initiate a study to compare two methods of site preparation. It was found that with the use of a PKLN-500 A trench digger for forest plowing, the height, diameter and survival of E. deglupta Blume at the age of 14 months were 1.27 m, 1.29 cm and 1.5 percent greater than for plants grown in the usual holes. In accordance with these results, the report recommends the consideration of this method of preparation as a technology for mechanical reforestation of these soils.

INTRODUCCION

Según el catastro forestal de 1975 existen cerca de 30 000 ha de suelos cenagosos deforestados, en los cuales las labores de preparación del terreno son manuales mediante cadenas, quema controlada y corta de la vegetación con machete. La preparación del suelo consiste en la apertura de hoyos con pico y en algunas áreas se pasa una picadora o arado. Con estos métodos de preparación de terreno se obtiene baja sobrevivencia y pobre desarrollo de las plantas, y además se utiliza gran cantidad de fuerza de trabajo.

Lo anterior motivó la búsqueda de un método más apropiado para ejecutar las labores de reforestación de estas áreas. Se evaluó dos métodos de preparación del terreno utilizando como parámetros de comparación el desarrollo en altura, diámetro a la altura del pecho y sobrevivencia de E. deglupta.

Este trabajo se realizó en Güira de Melena, Lat 22°48', Long 82°32', TMA 24,7°C, PMA 1547 mm, en terrenos de la Empresa Forestal Integral Ariguanabo en suelos cenagosos, según la clasificación genética de suelos de Cuba, 1979. En diciembre de 1979 se preparó con arado una parcela y en enero de 1980 se plantó en la parcela arada y en otra sin arar (solo ahoyado). Se hicieron limpiezas (chapias de la maleza) a los seis meses y al año. El espaciamiento utilizado fue de 2,5 m x 1,0 m. A los 14 meses se evaluó 200 posturas en cada parcela, midiendo altura, dap y sobrevivencia. Se utilizó el arado PKLN-500 A cuyas características son:

Dimensiones del arado son: longitud 2,70 m, ancho 1,40 m, altura 2,07 m, peso 750 kg

Dimensiones de los surcos

ancho del fondo	300 mm
profundidad máxima	500 mm
ancho de la berma para profundidad máxima de los surcos	300 mm
colocación de la pendiente	1/1

RESULTADOS

El Cuadro 1 presenta los resultados de la evaluación.

Cuadro 1. **Altura, dap y sobrevivencia a los 14 meses de Eucalyptus deglupta Blume plantado bajo dos métodos de preparación de suelos cenagosos.**

Tratamientos	Altura (m)	dap (m)	Sobrevivencia (%)
Arado	2,83	2,74	74
Sin arar	2,23	1,72	48

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados, se concluye que al preparar los suelos cenagosos con el arado PKLN-500 A, *E. deglupta* a los 14 meses de la plantación, alcanza altura promedio mayor, un diámetro mayor y un porcentaje de sobrevivencia superior que cuando se planta por ahoyado; por tanto, se recomienda utilizar este tipo de preparación mecanizada en suelos cenagosos y determinar la tecnología adecuada para la reforestación mecanizada de estos suelos.

PRUEBAS DE ESPACIAMIENTOS EN ESPECIES FORESTALES EN COSTA RICA

Sonia del R. Torres
 CATIE
 Costa Rica

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento inicial de 28 especies forestales plantadas a diferentes espaciamientos en seis sitios de Costa Rica. Este estudio se realizó en parcelas de 19 meses de edad establecidas en Turrialba, Hojanca y San Ramón y de siete meses en Cañas, Tres Ríos y Sarapiquí.

Se utilizó un diseño Nelder IA, con dos repeticiones por sitio.

A los 19 meses se evaluaron nueve tratamientos: 033 cm x 014 cm, 046 cm x 020 cm, 062 cm x 027 cm, 086 cm x 037 cm, 119 cm x 051 cm, 163 cm x 070 cm, 225 cm x 097 cm, 309 cm x 113 cm y 425 cm x 183 cm. A los siete meses se evaluaron 18 tratamientos: 050 cm x 050 cm, 055 cm x 056 cm, 062 cm x 062 cm, 068 cm x 068 cm, 076 cm x 076 cm, 084 cm x 084 cm, 093 cm x 094 cm, 104 cm x 104 cm, 115 cm x 116 cm, 128 cm x 129 cm, 142 cm x 142 cm, 157 cm x 158 cm, 175 cm x 175 cm, 194 cm x 195 cm, 215 cm x 216 cm, 239 cm x 240 cm, 265 cm x 267 cm y 294 cm x 296 cm.

Las variables medidas fueron: altura total, diámetro a 10 cm sobre el nivel del suelo en todos los árboles, al décimo de la altura total y a la altura del pecho en árboles de más de 2 m de altura; largo y ancho de copa. Además, se realizaron observaciones de campo y análisis de suelos de cada sitio.

Las especies ensayadas fueron: Acacia angustissima, Acacia mangium, Albizia falcataria, Alnus acuminata, Bombacopsis quinatum, Calliandra calothyrsus, Cassia siamea, Casuarina cunninghamiana, C. equisetifolia, Cordia alliodora, Cupressus lusitanica, Dypteryx panamensis, Eucalyptus camaldulensis, E. globulus var. globulus, E. globulus var. maidenii, E. grandis, E. saligna, Gliricidia sepium, Gmelina arborea, Guazuma ulmifolia, Juglans olanchanum, Leucaena diversifolia, L. leucocephala, Melia azedarach, Mimosa scabrella, Pithecellobium saman y Tectona grandis.

SUMMARY

The objective of this study is to assess the initial behavior of 28 forest species planted at different spacings in six sites in Costa Rica. The study was carried out on plots 19 months of age established in Turrialba, Honjanca and San Ramon, and plots seven months of age in Cañas, Tres Rios and Sarapiquí.

A Nelder IA pattern was used, with two repetitions per site.

Nine treatments were evaluated at 19 months of age: 033 cm x 014 cm, 046 cm x 020 cm, 062 cm x 027 cm, 086 cm x 037 cm, 119 cm x 051 cm, 163 cm x 070 cm, 225 cm x 097 cm, 309 cm x 113 cm and 425 cm x 183 cm. Eighteen treatments were evaluated at seven months of age: 050 cm x 050 cm, 055 cm x 056 cm, 062 cm x 062 cm, 068 cm x 068 cm, 076 cm x 076 cm, 084 cm x 084 cm, 093 cm x 094 cm, 104 cm x 104 cm, 115 cm x 116 cm, 128 cm x 129 cm, 142 cm x 142 cm, 157 cm x 158 cm, 175 cm x 175 cm, 194 cm x 195 cm, 215 cm x 216 cm, 239 cm x 240 cm, 265 cm x 267 cm and 294 cm x 296 cm.

The following variables were measured: overall height, diameter at 10 cm above soil level for all trees, diameter at one-tenth of overall height and DBH for trees more than 2 m in height and length and width of the crown. In addition, field observations and soil analysis were carried out at each site.

The species tested were: Acacia angustissima, Acacia mangium, Albizia falcataria, Alnus acuminata, Bombacopsis quinatum, Calliandra calothyrsus, Cassia siamea, Casuarina cunninghamiana, C. equisetifolia, Cordia alliodora, Cupressus lusitanica, Dypteryx panamensis, Eucalyptus camaldulensis, E. globulus var. globulus, E. globulus var. maidenii, E. grandis, E. saligna, Glicicidia sepium, Gmelina arborea, Guazuma ulmifolia, Juglans olanchanum, Leucaena diversifolia, L. leucocephala, Melia azedarach, Mimosa scabrella, Pithecellobium saman and Tectona grandis.

INTRODUCCION

El CATIE, a través del Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía ha orientado esfuerzos hacia el establecimientos de ensayos de espaciamientos con especies forestales, tratando de involucrar un número grande de especies y la evaluación de un rango amplio de espaciamientos.

Estos ensayos proporcionarán información básica sobre el comportamiento inicial de las especies estudiadas bajo diferentes densidades, de manera que permita orientar investigaciones futuras y los proyectos de reforestación que se realizan en Costa Rica.

OBJETIVO

El objetivo principal del trabajo es evaluar el comportamiento inicial de 28 especies forestales plantadas a diferentes espaciamientos abarcando seis sitios de Costa Rica.

LOCALIZACION

El estudio se realizó en parcelas establecidas en junio de 1983 en Piedades Sur de San Ramón, Florencia Sur de Turrialba y La Libertad de Hojancha, (4), y en junio de 1984 en Los Lotes de La Unión de Cartago, Puerto Viejo de Sarapiquí y Taboga de Cañas (Figura 1).

DESCRIPCION DE LOS SITIOS

1. Piedades Sur de San Ramón, Alajuela: latitud 10°04'N, longitud 84°34'0. Precipitación media anual 1957 mm distribuidos desde mayo hasta noviembre; temperatura media anual 20,2°C; altitud media 1220 msnm, zona de vida bosque húmedo premontano tropical.
2. Los Lotes de San Ramón de La Unión, Cartago: latitud 9°53'N, longitud 84°57'0. Precipitación media anual 2559 mm distribuidos desde abril hasta diciembre; temperatura media anual 17,6°C; altitud media de 1800 msnm, zona de vida bosque húmedo montano bajo tropical.
3. Florencia Sur de Turrialba, Cartago: latitud 9°53'N, longitud 83°40'0. Precipitación media anual 2638 mm distribuidos durante todo el año con ligera disminución durante marzo-abril; temperatura media anual 21,6°C; altitud media 630 msnm. Zona de vida bosque muy húmedo premontano tropical.
4. Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia: latitud 10°27'N, longitud 84°01'0. Precipitación media anual 3999 mm distribuidos desde enero hasta diciembre; temperatura media anual 26,6°C; altitud media 40 msnm. Zona de vida bosque húmedo tropical, transición a muy húmedo.

5. Taboga de Cañas, Guanacaste: latitud 10°19'N, longitud 85°09'O. Precipitación media anual 1774 mm distribuidos desde mediados de mayo hasta mediados de noviembre; temperatura media anual 27,1°C; altitud media 40 msnm. Zona de vida bosque seco tropical.
6. La Libertad de Hojancha, Guanacaste: latitud 10°04'N, longitud 85°26'O. Precipitación media anual 2300 mm distribuidos desde mayo hasta noviembre; temperatura media anual 25,5°C; altitud media 370 msnm. Zona de vida bosque húmedo tropical.

La Figura 1 presenta gráficamente la ubicación y caracterización climática de los sitios en estudio.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño Helder IA, con dos repeticiones de sitio.

El diseño consiste en una configuración circular de los puntos de plantación, en la cual la forma de espacio de crecimiento permanece constante para cada árbol, mientras el área de crecimiento varía progresivamente según el rango de densidades evaluadas (1,2,3,).

La Figura 2 representa el esquema del diseño para cada sección correspondiente a una especie dentro del círculo.

Las especificaciones del diseño son las siguientes:

	Parcelas establecidas en:	
	Piedades Sur Florescia Sur La Libertad (1983)	Los Lotes Puerto Viejo Taboga (1984)
Area del círculo	1 022,4 m ³	3 083,7 m ²
Area por especie	113,4 m ²	256,9 m ²
Area de menos espac.	0,047 m ² /árbol	0,25 m ² /árbol
Area del mayor espac.	7,78 m ² /árbol	8,70 m ² /árbol
Tasa de incremento del area de crecimiento	1,38	1,11
Relación largo:ancho	2:1	1:1
Longitud del radio	18,04 m	31,33 m
Angulo entre radios consecutivos	8°C	6°C
Radios por círculo	45	60
Radios por especie	5	5
Espac. establecidos	11	20
Espac. evaluados	9	18

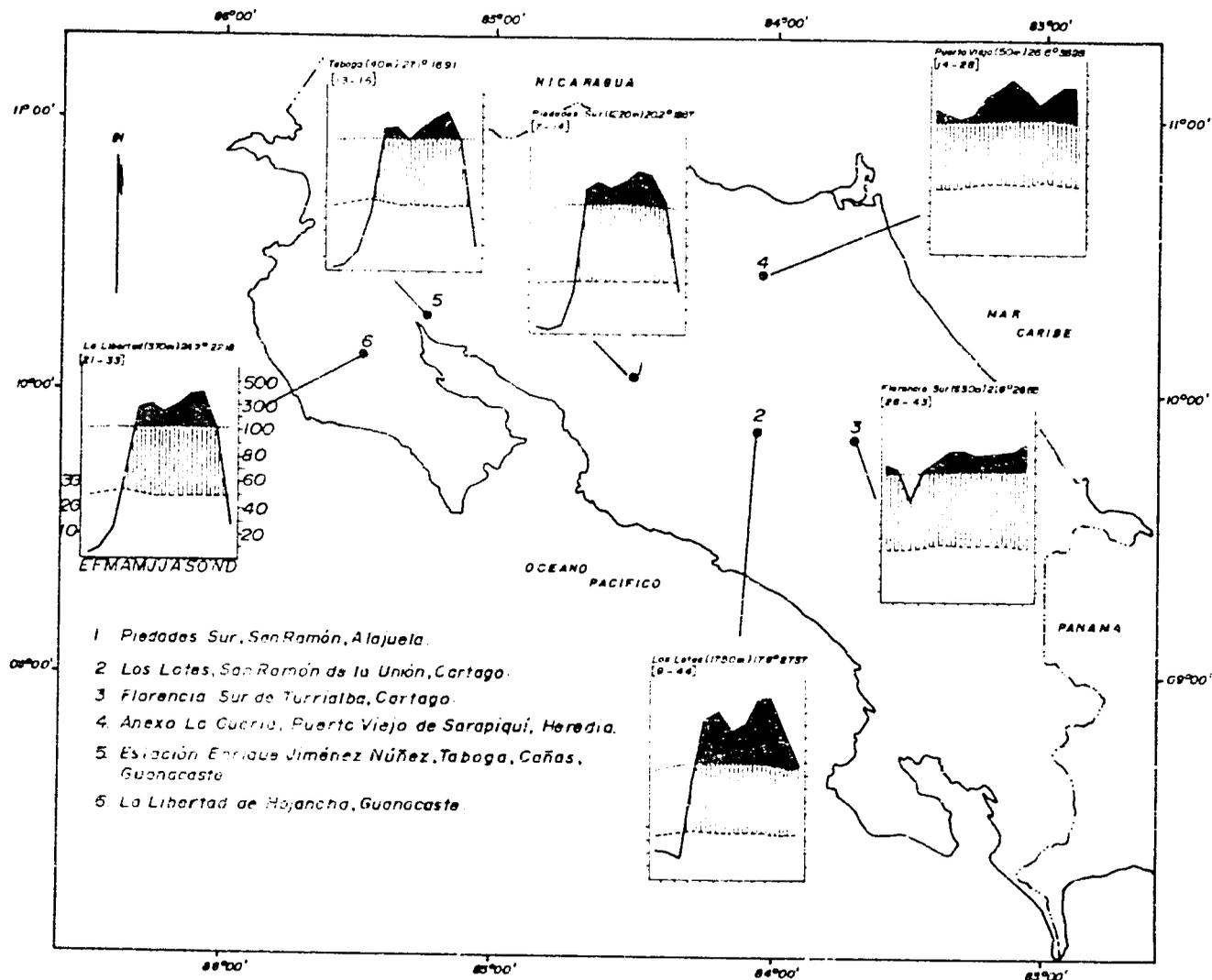


Fig 1. Ubicación de los sitios de estudio en Costa Rica

257

DISEÑO DE ESPACIAMIENTO
(Según Nelder Ia.)

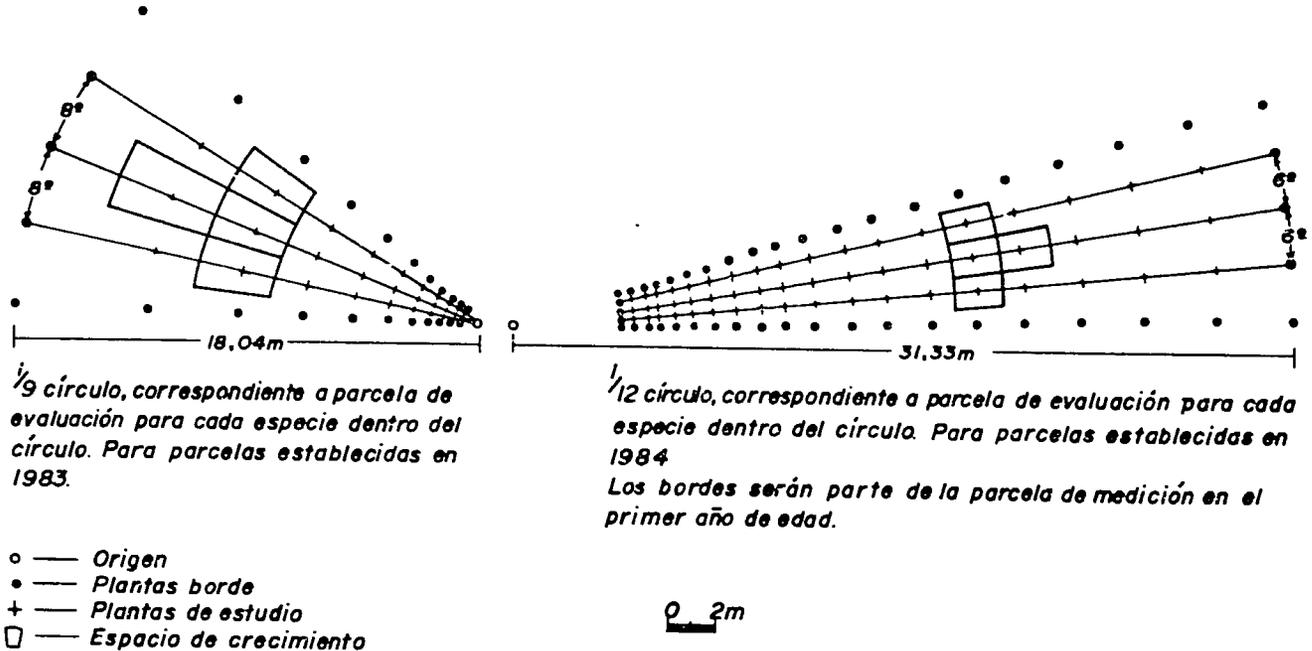


Fig 2. Esquema gráfico de una sección circular

TRATAMIENTOS EVALUADOS

En las parcelas establecidas en Piedades Sur, Florencia Sur y La Libertad se evaluaron nueve espaciamientos desde 033 cm x 014 cm hasta 425 cm x 183 cm con densidades de 210 970 hasta 1286 árboles/ha.

En las parcelas establecidas en Los Lotes, Puerto Viejo y Taboga se evaluaron 18 tratamientos desde 050 cm x 050 cm hasta 294 cm x 294 cm en un rango de densidades desde 40 010 hasta 11 148 árboles/ha.

El Cuadro 1 detalla las especificaciones de los tratamientos según la distancia al origen, el largo y ancho del espacio de crecimiento, el área por planta y la densidad por hectárea.

El Cuadro 2 presenta las especies utilizadas por sitio.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DISEÑO EMPLEADO

Las principales ventajas del diseño son la economía en términos de área y de número de plantas requeridas. Se evalúa un rango amplio de espaciamientos que facilitan la localización más apropiada y se incluyen varias especies dentro del círculo, lo cual permite identificar las mejores especies creciendo en diferentes espaciamientos.

El uso del diseño parece restringirse principalmente por la falta de aleatorización de los tratamientos. Lo que podría ocasionar confusión en la interpretación de los resultados si hubiera gradientes sistemáticas ocultas. Pese a que la agrupación de varias especies dentro del círculo se hace con base en un patrón de crecimiento nipotético, éste no siempre se cumple, por lo que se produce un efecto de borde entre las especies, sobre todo en los espaciamientos más estrechos. Además, como el árbol es la unidad de observación, el diseño es muy sensitivo a la mortalidad pues se alteran las distancias reales, ya que no son las planeadas originalmente.

RESULTADOS PRELIMINARES

Algunos resultados preliminares de los registrados en Los Lotes, se presentan en la Figura 3.

Alnus acuminata: la altura total y el diámetro basal poseen similar patrón de crecimiento a los siete meses. En los espaciamientos menores de 76 cm x 76 cm se alcanzan los valores mayores para las variables evaluadas, tendiendo a disminuir conforme se amplían los espaciamientos. La tendencia es ligeramente más acentuada para el crecimiento en altura.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en los diseños de espaciamiento Nelder IA establecidos en 1983-1984, en seis sitios de Costa Rica

Especificaciones de los ensayos establecidos en 1983 en Piedades Sur de San Ramón, Florencia Sur en CATIE y La Libertad de Hojancha

Especificaciones de los ensayos establecidos en 1984 en San Ramón de La Unión en Cartago, Puerto Viejo de Sarapiquí y Taboga de Cañas

Puntos en el radio	Distancia del radio al origen (m)	Espaciamiento largo x ancho (m)	Área/planta (m ²)	Densidad (árb/ha)	Puntos en el radio	Distancia del radio al origen (m)	Espaciamiento largo x ancho (m)	Área/planta (m ²)	Densidad (árb/ha)
r ₁	BORDE	0,74	BORDE		r1	BORDE	4,30		
r ₂		1,02	0,33 x 0,14	0,0474	r2		4,77	0,50 x 0,50	0,25
r ₃		1,41	0,46 x 0,20	0,0897	r3		5,30	0,55 x 0,56	0,31
r ₄		1,94	0,62 x 0,27	0,1696	r4		5,89	0,62 x 0,62	0,38
r ₅		2,66	0,86 x 0,37	0,3209	r5		6,54	0,68 x 0,68	0,47
r ₆		3,66	1,19 x 0,51	0,6072	r6		7,26	0,76 x 0,76	0,58
r ₇		5,04	1,63 x 0,70	1,1487	r7		8,05	0,84 x 0,84	0,71
r ₈		6,93	2,25 x 0,97	2,1731	r8		8,94	0,93 x 0,94	0,88
r ₉		9,54	3,09 x 1,33	4,1112	r9		9,93	1,04 x 1,04	1,08
r ₁₀		13,12	4,25 x 1,83	7,7778	r10		11,02	1,15 x 1,16	1,33
r11	BORDE	18,04	BORDE		r11		12,24	1,28 x 1,29	1,64
					r12		13,59	1,42 x 1,42	2,02
					r13		15,08	1,57 x 1,58	2,49
					r14		16,74	1,75 x 1,75	3,06
					r15		18,59	1,94 x 1,95	3,78
					r16		20,63	2,15 x 2,15	4,65
					r17		22,90	2,39 x 2,40	5,73
					r18		25,43	2,65 x 2,67	7,06
					r19		28,22	2,94 x 2,96	8,70
					r20	BORDE	31,33		

Cuadro 2. Especies utilizadas en los ensayos de espaciamiento en parcelas NELDER IA en seis sitios de Costa Rica

Piedades Sur, San Ramón Alajuela	Florencia Sur, Turrialba Cartago	La Libertad, Hojancha Guanacaste	Los Lotes de San Ramón, La Unión, Cartago	Puerto Viejo, Sarapiquí Heredia	Taboga, Cañas Guanacaste
Acacia angustissima	Acacia mangium	Bombacopsis quinatum	Acacia angustissima	Acacia mangium	Bombacopsis quinatum
Albizia falcataria	Calliandra calothyrsus	Cassia siamea	Alnus acuminata	Calliandra calothyrsus	Casuarina cunninghamiana
Calliandra calothyrsus	Cassia siamea	Casuarina equisetifolia	Casuarina cunninghamiana	Casuarina cunninghamiana	Casuarina equisetifolia
Casuarina cunninghamiana	Casuarina equisetifolia	Cordia alliodora	Casuarina equisetifolia	Casuarina equisetifolia	Eucalyptus camaldulensis
Casuarina equisetifolia	Cordia alliodora	Eucalyptus camaldulensis	Cupressus lusitanica	Cordia alliodora	Gliciridia septum
Cupressus lusitanica	Eucalyptus camaldulensis	Gliciridia septum	Eucalyptus camaldulensis	Dypteryx panamensis	Gmelina arborea
Eucalyptus grandis	Eucalyptus grandis	Gmelina arborea	E. globulus var. globulus	Eucalyptus camaldulensis	Guazuma ulmifolia
Eucalyptus saligna	Gliciridia septum	Guazuma ulmifolia	E. globulus var. maidenii	Eucalyptus deglupta	Leucaena diversifolia
Mimosa scabrella	Gmelina arborea	Leucaena leucocephala	E. grandis	Eucalyptus grandis	Leucaena leucocephala
			E. saligna	Gmelina arborea	Melia azedarach
			Juglans olarcanum	Guazuma ulmifolia	Pithecellobium saman
			Mimosa scabrella	Pithecellobium saman	Tectona grandis

202

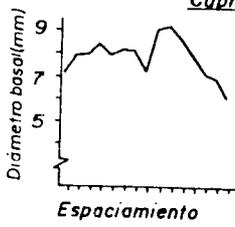
Ainus acuminata



Valores del espaciamento (cm x cm)

050x050	128 x 129
055x056	142 x 142
062x062	194 x 195
076x076	215 x 216
093x094	265 x 267
115 x 116	294 x 296

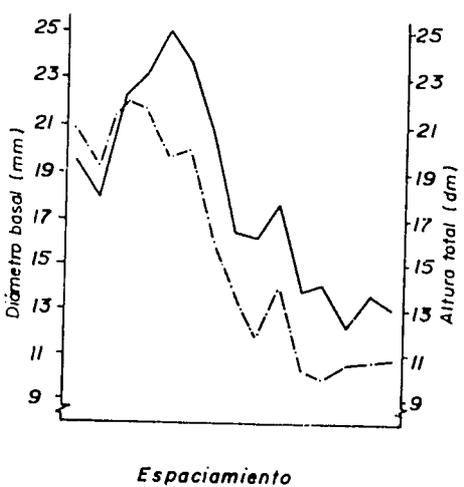
Cupressus lusitanica



Valores del espaciamento (cm x cm)

050 x 050	142 x 142
055 x 056	157 x 158
062 x 062	175 x 175
068 x 068	194 x 195
084 x 084	239 x 240
104 x 104	265 x 267
115 x 116	294 x 296
128 x 129	

Eucalyptus grandis



Valores del espaciamento (cm x cm)

050 x 050
055 x 055
062 x 062
076 x 076
084 x 084
093 x 094
104 x 104
128 x 129
142 x 142
157 x 158
175 x 175
215 x 216
239 x 240
265 x 267
294 x 296

Fig 3. Representación gráfica del efecto del espaciamento en *Ainus acuminata*, *Cupressus lusitanica*, *Eucalyptus grandis*, a los 7 meses de edad en diseño Nelder. Los Lotes, La Unión de Cartago, 1985

Cupressus lusitanica: al igual que en A. acuminata, la tendencia del crecimiento del diámetro basal y la altura total son similares entre sí, pero los mayores valores del diámetro y la altura se localizan en los espaciamientos de 142 cm x 142 cm, 157 cm x 158 cm y 175 cm x 175 cm.

Eucalyptus grandis: los resultados se presentan para la sección circular dos. En los espaciamientos más estrechos, entre 50 cm x 50 cm y 93 cm x 94 cm se localizan las mayores alturas totales y los diámetros basales. Conforme se incrementa el espaciamiento los valores descienden en forma marcada.

En junio de 1985 se acentuaron los patrones de crecimiento de las alturas totales evaluadas a los siete meses. Visualmente, los espaciamientos estrechos agrupan las alturas mayores de las especies con mayor número de espaciamientos bajo evaluación.

Los resultados en detalle serán presentados en la tesis de grado de Sonia del Rocío Torres, autora de este documento.

LITERATURA CITADA

1. BLEASDELE, J. Systematic designs for spacing experiments. *Experimental Agriculture* 3(1):73-85. 1967.
2. CAILLIEZ, F. Dispositifs de Nelder pour essais d'espacement. Francia. Centre technique Forestier Tropical. Statistique note No.8. 1970. 14 p.
3. NELDER, J.A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. *Biometrics* 18(3):283-307. 1962.
4. ORTIZ CASTILLO, L.F. Crecimiento inicial de 18 especies forestales con diseño de espaciamiento Nelder en tres localidades de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 1984. 138 p.

**ADAPTABILIDAD Y CRECIMIENTO INICIAL DE
Eucalyptus camaldulensis EN HONDURAS**

Carlos H. Sandoval
COHDEFOR
Honduras

RESUMEN

El trabajo sobre el comportamiento de Eucalyptus camaldulensis Dehnh en Honduras, está basado en la compilación de resultados preliminares de plantaciones de varias edades.

El muestreo se practicó en una faja territorial que abarca parte del litoral Atlántico, zona central y sur del país; en cinco zonas de vida, siete clases de suelo y cuatro tipos de roca madre.

El material en estudio es parte de los trabajos que, a nivel de investigación realiza el Proyecto Leña COHDEFOR/CATIE y el Banco Central de Honduras.

Del análisis de la información se deduce que los mayores incrementos en dap y altura total se encuentran en los Valles de Comayagua y Talanga, donde se obtuvo a los 18 meses 5 cm de dap y 5,5 m de altura. En suelo degradado (zona de Talaubé) el incremento fue solo 1,2 m de altura a la misma edad.

Las plantaciones muestran gran heterogeneidad con variaciones entre 30 y 59 por ciento para el diámetro y 16 - 39 por ciento para la altura. Este aspecto debe mejorar en el futuro con la utilización de nuevas fuentes de semilla, determinación de índices de calidad de sitio y mejoramiento de las prácticas silviculturales.

SUMMARY

This study of the behavior of Eucalyptus camaldulensis Dennh in Honduras is based on a compilation of the preliminary results of plantations of various ages.

The sample was taken in a strip of land embracing part of the Atlantic coast, the central zone and the southern zone of the country, and in five ecological zones, seven soil types and four bedrock types.

The material under study is part of the research work carried out by the Firewood Project of COHDEFOR/CATIE and the Central Bank of Honduras.

Analysis of the data indicates that the greatest increases in DBH and overall height were found in the valleys of Comayagua and Talanga, where a DBH of 5 cm and a height of 5.5 m were observed at an age of 18 months. In degraded soil (area of Talaube) the increase in height was only 1.2 m at the same age.

The plantations show great variability with variations of 30 to 59 percent in diameter and 16 to 39 percent in height. This aspect should improve in the future with the utilization of new procedures and seed sources, the determination of site quality indices and the improvement of forestry practices.

INTRODUCCION

Eucalyptus camaldulensis Dehnh posiblemente fue introducido en Honduras a finales del siglo XIX, debido a su adaptabilidad a un rango amplio de condiciones ecológicas y capacidad de rebrotar, se le considera una especie importante en los planes de repoblación forestal del país, bajo diferentes modalidades y con objetivos variados, como, producción de leña.

Este trabajo reúne los resultados preliminares de estudios de investigación realizados por el Proyecto Leña COHDEFUR/CATIE en sitios con diferentes características de suelo y clima.

REVISION BIBLIOGRAFICA

E. camaldulensis es una especie originaria de Australia donde se le encuentra casi en todo el continente entre 30 y 600 msnm, 250-1250 mm de precipitación, cuatro a ocho meses de sequía, y 29-35°C de temperatura. Algunas procedencias soportan hasta -5°C y varias heladas durante el año. La madera es de uso múltiple; los árboles pueden utilizarse como rompevientos, para protección de cuencas, en la producción de miel y como ornamental. Algunas procedencias rebrotan bien durante seis o más rotaciones (1).

Bauer (1), indica las características de los sitios donde puede ensayarse E. camaldulensis en Honduras: TMA 20-25°C o más, PMA 400-1250 mm, con un máximo de 2000 mm; estación seca de cuatro a ocho meses, altitud de 0-800 y no más de 1200 msnm.

METODOLOGIA

Descripción de las áreas de estudio

El Cuadro 1 presenta las principales características de los sitios donde están localizadas las plantaciones evaluadas. El Anexo 1 presenta las características de los suelos de cada uno de los sitios evaluados y el Anexo 2 de la información climática de estaciones meteorológicas cercanas a los sitios de evaluación.

Silvicultura

Las plantas fueron producidas en bolsas de polietileno en periodos de tres a cinco meses. En vivero se presentó ataque de hormigas (Atta spp.) y de hongos.

La producción de plántulas se realizó en sitios cercanos con características climáticas y geográficas similares a los lugares de plantación, excepto las plantas para Talaubé y Comayagua que fueron producidas en Siguatepeque (1100 msnm y 21,3°C de TMA).

En la mayoría de los sitios las plantaciones se establecieron en bloques con espaciamientos de 1,5 m x 1,5 m (4444 plantas/ha) a 2,0 m x 2,0 m (2500 plantas/ha); en El Alto, Talanga, se plantó en línea y en El Aito, Talaubé, a 4 m x 5 m (500 plantas/ha). Entre los mayores problemas que han tenido las plantaciones están: ataque de hormigas (zompopas), malezas, incendios, presencia de ganado y leñadores. El control de maleza se realizó con machete; las zompopas se controlaron con mirex y mirenex.

Cuadro 1. Características generales de los sitios de evaluación de Eucalyptus camaldulensis en Honduras

Sitio	Altitud (msnm)	IMA (°C)	PMA (mm)	Zona de vida*	Tipo de suelo	pH	Principales especies en la vegetación natural
Valle de Sula (Cortés)	50	25-26	1200-1400	bs-Ta bh-T	valle aluvial	5,6 a 7,8	
Talaubé (Comayagua)	650	23	2865	bh-Pa bmh-P	poco profundos	acidez a ligeramente alcalinos	<u>Pinus spp.</u> <u>Quercus spp.</u>
Valle Comayagua (Comayagua)	600	23-25	900-1700	bs-Pa bh-P		débilmente ácidos a neutros y ácidos	<u>Mimosa spp.</u> <u>Acacia deamii</u>
Talanga (Francisco Morazán)	800	22-23	900-1100	bh-P	arenosos a arcillosos		<u>Mimosa spp.</u> <u>Crescentia alata</u>
Zona Sur (Choluteca y Valle)		28-29	1300-2000	bs-T	francos a franco-arcillosos	medianamente ácidos a neutros	<u>Caesalpinia coriaria</u> <u>C. eristachys</u> <u>Crescentia alata</u> <u>Mimosa platycarpa</u>

*Según Holdridge

Muestreo

En las plantaciones pequeñas se establecieron parcelas de 49 árboles de diversas formas (cuadradas, rectangulares y lineales), una en el Valle de Sula, dos en el Valle de Comayagua, tres en Talaubé, tres en la Zona Sur, cuatro en el Valle de Talanga y una en Agalteca.

Se midió el dap con cinta diamétrica con aproximación al milímetro, y altura total con vara telescópica y aproximación a' decímetro; la sobrevivencia se calculó con base en el número de árboles sobrevivientes por la parcela.

RESULTADOS

El Cuadro 2 presenta los resultados de crecimiento de E. camaldulensis en parcelas individuales en diferentes sitios de Honduras.

En general el incremento medio anual en diámetro varió entre 1,2 cm/año (Río Dulce) y 3,0 cm/año (Comayagua); aparentemente los menores incrementos se presentaron cuando hubo poco desarrollo en altura y el drenaje era imperfecto. El incremento medio anual en altura varió entre 0,8 m/año (El Carrizal) y 3,5 m/año (Comayagua). Los menores incrementos se presentaron en sitios con problemas en el drenaje externo y/o interno. En El Carrizal la poca profundidad posiblemente influyó en el crecimiento de la especie. En El Cnaparral a pesar de existir algunos problemas con el drenaje posiblemente el tipo de material (aluvial) del suelo permitió un crecimiento rápido. En todos los casos es notoria la alta variabilidad dentro de las parcelas evaluadas.

Es importante hacer notar la sobrevivencia baja y como consecuencia de ello, la variabilidad alta en los diámetros y altura, aunque menor en esta última.

Cuadro 2. Crecimiento de E. camaldulensis en ensayos en Honduras

Sitio	Edad (meses)	Superv. (%)	dap (cm)			Altura (m)		
			\bar{X}	CV (%)	IMA	\bar{X}	CV (%)	IMA
San Pedro Sula (Cortés)	12	97	1,5	34	1,5	2,7	19	2,7
	18	95	2,4	50	1,6	3,8	32	2,5
	24	93	3,6	45	1,8	5,4	31	2,7
	31	93	4,8	43	1,8	6,7	31	2,5
Choloma Cortés	20	25	3,5	34	2,1	4,2	25	2,5
	21	46	-	-	-	2,4	39	1,3
	36	46	5,2	44	1,7	5,2	30	1,7
El Zapote, (Cortés)	48	43	8,0	38	2,0	7,9	30	2,0
	24	55	-	-	-	1,2	33	0,6
	42	53	3,4	33	0,9	3,9	26	1,1
Francisco Morazán	6	88	-	-	-	0,9	21	-
	14	88	-	-	-	2,4	26	2,3
	20	88	3,1	34	1,8	3,9	22	1,5
Talango, (F. Morazán)	20	100	-	-	-	2,5	21	1,5
	6	97	-	-	-	0,7	30	-
El Cubo, Talanga (F. Morazán)	16	94	2,5	24	1,8	3,3	19	2,4

En prueba de especies realizadas en diferentes lugares de Honduras (Cuadro 3) se encontró incrementos en diámetro y altura similares a los encontrados en las parcelas individuales. Hasta las edades evaluadas no existe indicación de disminución de las tasas de incrementos en diámetro y altura.

En las plantaciones de 15 y 19 años evaluadas en Agalteca se encontró que el incremento medio anual para 19 años era menor que para 15 años; Troensedaard (2) indica ocho años como edad límite para el primer corte.

Cuadro 3. Crecimiento de *Eucalyptus camaldulensis* en parcelas individuales en varios sitios de Honduras

Sitio	Edad (meses)	Super- vivencia (%)	dap (cm)			Altura (m)		
			\bar{x}	CV (%)	IMA	\bar{x}	CV (%)	IMA
Pavana, (Choluteca)	14	98	2,0	33	1,7	3,0	19	2,6
Playa grande (Valle)	14	88	2,0	41	1,7	2,8	16	2,4
Playa grande (Valle)	14	92	-	-	-	1,8	20	1,6
El Chaparral (Comayagua)	18	83	3,0	40	2,0	3,8	34	2,5
Cholama (Cortés)	18	71	3,0	36	2,0	4,4	24	3,0
La Ceibita (Comayagua)	19	86	4,4	36	2,8	5,0	22	3,2
Comayagua (Comayagua)	19	100	4,7	30	3,0	5,5	26	3,5
Choloma (Cortés)	20	71	3,6	35	1,8	5,2	26	2,6
Río Dulce (F.Morazán)	20	86	4,8	42	2,9	4,9	30	2,9
Río Dulce (F.Morazán)	20	100	2,0	48	1,2	2,9	24	1,7
Valle arriba (F.Morazán)	20	92	3,0	36	1,8	4,1	24	2,5
El Alto, Talan ga (F.Morazán)	20	73	2,4	32	1,4	3,0	19	1,8
El Carrizal (Comayagua)	20	83	-	-	-	1,3	29	0,8
El Alto, Talau bé (Comayaguá)	20	86	2,4	32	1,4	3,0	19	1,8
Pavana (Choluteca)	20	98	2,7	47	1,6	3,9	28	2,4
Playa grande (Valle)	20	88	3,5	34	2,1	3,9	19	2,3
Playa grande (Valle)	20	92	2,1	30	1,3	3,1	18	1,9

CONCLUSIONES

- El crecimiento mejor en altura a los 19 meses de edad, corresponde a la plantación de Comayagua, plantada a una densidad de 3333 árboles por hectárea, sobre suelos francos y con buen drenaje interno y externo (5,5 m).
- La presencia de sal en el subsuelo en Playa Grande parece influir negativamente en el crecimiento de E. camaldulensis durante los primeros años de desarrollo, aunque la especie merece considerarse para programas de recuperación de tierras ya que el crecimiento obtenido es aceptable (1,6 - 2,4 m de IMA en altura).
- La heterogeneidad de las plantaciones tanto en dap (30-59 por ciento) y altura total (16-39 por ciento) puede ser debido a la heterogeneidad de los sitios, inadecuada clasificación de plantas en el vivero, o inadecuada selección de las semillas y procedencias. Es necesario ampliar la investigación en prácticas de vivero, procedencia de semillas y prácticas silviculturales.

LITERATURA CITADA

1. BAUER, J. Especies con potencial para la reforestación en Honduras, resúmenes. Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Gerencia de Bosques. Sección de Cuencas Hidrográficas. Tegucigalpa, Honduras. 1982. 42 p.
2. TROENSEGAARD, J., STOZZ, R. y CALDERON, L. Proyecto Siderúrgico de Agalteca, breve exposición de los antecedentes, estudios realizados y experiencias con plantaciones de Eucalipto, Tegucigalpa, Honduras, s.e, 1973. 28 p.

Anexo 1. Características edáficas de algunos sitios

Sitio	Profundidad (cm)	Textura	Drenaje	Observaciones
Choloma	0 - 10	franco	bueno	suelo somero
	10 - 30	fr. arc. ar. fino	interno y externo	roca metamórfica
	30 - 75	material madre en meteorización		
El Carrizal	0 - 10	franco	externo bueno	los dos primeros horizontes tienen piedra pea. y med.
	10 - 25	franco limoso	interno malo	
	25 - 55	roca muy fragmentada		
El Alto, Talaube	15 - 45	fr. a fr. arc.	externo moderado	el quinto horizonte es saprolito. Es suelo profundo no hay sales
	45 - 70	arcilla		
	70 - 105	arcilla		
	105 - 130	roca en meteorización		
El Chaparral	0 - 22	fr. arc.	drenaje imperfecto externo e interno	aparenta ser un aluvión joven s/una terraza
	22 - 47	arcilla		
	47 - 75	roca en meteorización		
Comayagua	0 - 25	franco	bueno	
	25 - 100	fr. arc. lim.	drenaje externo e interno	
	100 - 120	arc. are. muy fino		
Valle Arriba	0 - 10	fr. arenoso	bueno externo e interno	aparentemente fue un derrumbe
	10 - 25	fr. arenoso		
	25 - 70	ar. fr. grueso		
	70 - 120	material madre, grava y piedra med. y pequeña		
Río Dulce	0 - 15	fr. aren.	moderado en ambos	
	15 - 48	aren. franco		
	48 - 55	mat. madre.		
El Alto, Talanga	0 - 15	franco	imperfecto en ambos	
	15 - 56	arcilla		
	56 - 70	mat. madre en consolidación		
Pavana	0 - 15	franco	externo moderado	Vertisol
	15 - 87	arcilla	interno bueno	
	87 - 120	arcilla		

Anexo 2. Información climática por estación metecrológica y sitio

Estación	Sitio	Precip. anual (mm)	Temp. \bar{x} anual °C	Meses secos 50 mm
Talanga	Rio Dulce	1 085	22,3	4
La Ermita	El ALto, Talanga			
	El Cubo	938	23,1	5
Comayagua	Comayagua	1 035	24,6	6
Choluteca	Pavana	1 972	28,3	6
Pite Solo	El Chaparral	2 865	23,3	0
Hda. Santa Clara	Agalteca	1 491	23,0	6
San Pedro Sula	Cnoloma	1 373	26,0	2
	San Pedro Sula			
Cañaveral	El Zapote	3 178	24,0	0
El Zamorano	El Zamorano	1 110	22,3	6
San Lorenzo	El Caimito	1 381	28,7	6

**PLANTACIONES LOCALES DE CHURQUI (*Acacia cavenia*)
Y SU APROVECHAMIENTO COMO LEÑA EN BOLIVIA**

René Aguilera Fierro
Univ. Juan Misael Saracho
Bolivia

RESUMEN

No es ninguna novedad, la concientización es necesaria, tanto para la población urbana como rural, sea ésta realizada por campañas de reforestación, plantaciones masivas, o para evitar cortas y quemas incontroladas, para mantener el equilibrio ecológico y salvaguardar criaturas en vías de extinción. Además, esta concientización incluye la idea de que debemos mantener nuestras masas boscosas a perpetuidad, con el fin de asegurar el abastecimiento de madera y leña de manera permanente y sistemática.

Para los levantamientos de vegetación y observaciones oculares, se puede apreciar la importante cantidad de leña que se extrae del valle central. El uso de leña y carbón no se puede prohibir ni controlar. Aunque se han tomado medidas restrictivas con los hornos de panaderías que funcionan con leña, la realidad de su uso sigue latente, algo similar acontece con las pequeñas industrias del ladrillo y la teja, la fabricación de bebidas alcohólicas regionales, etc. Actividades nada fáciles de controlar ni fiscalizar debido al reducido personal con el que cuenta el Estado, y por problemas laterales propios de nuestra idiosincracia.

SUMMARY

It is no news that public awareness is necessary, for both rural and urban populations, to carry out reforestation campaigns, to establish large-scale plantations, to avoid uncontrolled cutting or burning, or to maintain the ecological equilibrium and save animals from extinction. Moreover, this public awareness includes the idea that we should maintain our forests in perpetuity in order to assure a permanent and systematic supply of wood and firewood.

From plant surveys and on-the-spot observation one may appreciate the significant quantity of firewood which is extracted from the central valley (Tarija, Bolivia). The use of firewood and charcoal can be neither prohibited nor regulated. Although restrictive measures have been taken with respect to bakery ovens fired with wood, the fact of their use is always in the background. This can also be said of small brick and tile factories, regional plants for making alcoholic beverages etc. Such activities are never easy to regulate or tax because of the small number of available government personnel and other problems peculiar to our national character.

INTRODUCCION

La hoya tarijeña, paulatinamente está siendo devastada en su cubierta vegetal, cortas y efectos destructivos ocasionan una acelerada erosión de los suelos. Este fenómeno está orientado por la demanda cada vez mayor de terrenos de cultivo, necesidades de urbanización y por la acción depredadora del ganado caprino en la región.

En 1930 un grupo de ciudadanos se organizó en un "Comité de defensa de los recursos naturales", logrando implantar en pocos años unas diez hectáreas de eucalipto, casuarina y otras especies. Algunos años después en la misma zona, Carlos Wagner, un alemán afincado en la región reforestó un apreciable sector de la margen izquierda del Río Guadalquivir y áreas circundantes a la carretera panamericana.

Aí, lo que otrora fuera un valle florido y cubierto de diversas especies, en la actualidad escasamente se encuentran algunas especies nativas, limitadas por enormes cárcavas y barrancos. El esfuerzo de personas particulares ha sido muy escaso, pero suficiente como para crear conciencia estatal. En 1975 se crea el Plan Forestal, dependiente de la Corporación de Desarrollo de Tarija (CODETAR) y dos años después se crea el "Comité de salvación del valle tarijeño", el que luego pasaría a ser el "Programa ejecutivo de rehabilitación de tierras de Tarija" (PERTI), con apoyo de importantes organismos internacionales tales como FAO, PNUD, Proyecto noruego, sueco, alemán y otros. Entre sus múltiples actividades, trata de restablecer la vegetación en la parte alta de las cuencas de los ríos Camacho y Guadalquivir, además de otras zonas adyacentes, introduciendo especies exóticas de rápido crecimiento.

En los diferentes ensayos efectuados en los viveros del departamento, se recolectó información práctica y técnica en cuanto a control de la erosión, plantaciones y sobre todo, el aspecto socio-económico del campesinado. El Proyecto San Jacinto, PERTI y CODETAR, han iniciado trabajos específicos a fin de afrontar este reto. Para tal efecto, se instalaron viveros comunitarios pequeños, los que actualmente producen plantas para la región. Las especies más utilizadas son eucalipto, Pinus radiata, Cupressus lusitanica, Schinus molle, Gourlea decorticans, cina cina, Prosopis nigra y Acacia cavenia, este último en pequeña escala para cercas vivas.

CARACTERISTICAS DE LA REGION

Los trabajos pertinentes fueron efectuados en el valle central de Tarija, Bolivia, un área aproximada de 100 000 ha. Los suelos presentan distintos grados de erosión desde ligeramente severas hasta severas. La temperatura media es de 18,2°C y la precipitación media es de 610 mm anuales, con variaciones registradas durante 22 años de 409 y 918 mm. Las lluvias se concentran en los meses de noviembre y marzo. La intensidad media del viento es de 30 km/h, pero la máxima registrada es de 65 km/h en los meses de agosto y octubre con dirección sureste. Las heladas se concentran en los últimos días de julio.

Según el sistema Holdridge, la región tarijeña estaría considerada como bosque seco subtropical premontano. En esta región solamente es posible producir cultivos con riego suplementario, aunque es frecuente encontrar cultivos de secano.

ESPECIES AUTOCTONAS

Un problema que preocupa grandemente al país, y en particular a Tarija, es la erosión acelerada del suelo, que trae como consecuencia la disminución de la producción, entre otras. Algunas de las causas son el pastoreo incontrolado, ramoneo, explotación de leña y quema con fines de chaqueo.

Entre las especies dominantes de la región están, Acacia cavenia, (churqui, leguminosa), Prosopis nigra (algarrobo, leguminosa) Gurlea decorticans (chanar, leguminosa), Schinus molle (molle, anacardiacea), Acacia visco (jarca, leguminosa) y entre la familia cestaceae: Opuntia, echinocactus, cereus y clitocactus y algunos pastos.

Churqui (Acacia cavenia)

Planta leguminosa de la familia Leguminosae, hojas compuestas, bipinadas, pinadas, flores en cabezuela globosas, amarillas y fragantes, fruto en una vaina conocido regionalmente como "cholonca", color oscuro de 4-6 cm, contiene unas 35 semillas (8279), a veces es atacada por insectos. Corteza ucosa con grietas longitudinales. Ramas con espinas, madera dura, albura amarillenta y duramen rojo oscuro.

Algarrobo (Prosopis nigra)

Es un árbol de 8 a 12 m, corteza gruesa, rugosa, hojas compuestas bipinadas, con uno a tres pares de pinas, 15 a 30 pares de folíolos. Flores en inflorescencias, espigas globosas gruesas, fruto vaina, arqueado de color amarillento, indehisciente de 10 a 15 cm de longitud, frecuentemente presenta coloraciones o manchas oscuras. Madera dura, pesada, semillas pequeñas, 5 mm, duras, aplanadas.

ENSAYOS Y PRODUCCION DE PLANTAS

Las semillas son colectadas localmente. El churqui presenta entre 35 y 40 por ciento de germinación, los tratamientos de escarificación aceleran el proceso. La semilla de algarrobo mejora la germinación al dejarla en agua dos o tres días.

Las primeras plantaciones de churqui, se efectuaron en Las Barrancas, Tolomosa, Pampa Grande, y Guerranayco, en este último lugar se empleó en cerca viva. La plantación se efectuó en hoyos de 40 cm x 50 cm de profundidad, en muchos casos se tuvo que cambiar la tierra de relleno o mezclarse con estiércol, limo o arena.

Con excepción de Guerrahayco, las plantaciones se desarrollan en forma lenta debido a la escasez de agua, a la textura de los suelos, que son fuertemente arcillosos. En una plantación de seis a siete años, se encontró plantas

de 3,0 m y 3,5 m de altura total, con un dap de 7 cm y 11 cm, resultados ligeramente superados en zonas húmedas. En plantaciones de churqui, el índice de sobrevivencia es de 91 por ciento y en algarrobo de 76 por ciento, según recuento efectuado en brinzales.

Para compensar el déficit de humedad, fue necesario efectuar riegos periódicos por planta, con el apoyo de un tanque cisterna, en los meses de mayo a octubre. Sin embargo, las diferencias entre plantas con riego y las testigo fueron mínimas. En la actualidad las plantas con tratamiento muestran sobrevivencia mayor y han alcanzado hasta 3,0 m y 3,5 m de altura total promedio.

CONSUMO DE LEÑA Y CARBÓN

El aprovechamiento de leña y carbón vegetal, se efectúa preferentemente en las zonas boscosas o áreas verdes cerca de los centros poblacionales, donde es difícil de controlar. Esta práctica queda restringida a la utilización de madera extraída de áreas asignadas a aprovechamiento agropecuario (5). Cuantificar la extracción y comercialización de la leña en el país, es sumamente difícil, las causas son múltiples y su análisis no corresponde al presente trabajo.

La Oficina Regional del Centro de Desarrollo Forestal de Tarija, gentilmente nos ha proporcionado algunos datos concernientes a solicitudes de extracción de leña (Cuadro 1).

Cuadro 1. Extracción de leña en el Valle de Tarija, Bolivia

Mes	1984 (m ³)	1985 (m ³)
enero	30	24
febrero	12	12
marzo	150	6
abril	126	60
mayo	114	--
junio	132	--
julio	147	--
agosto	126	--
setiembre	319	--
octubre	--	--
noviembre	--	--
diciembre	29	--
TOTAL (m ³)	1 185	102

De estas cifras, el 60 por ciento corresponde a la especie algarrobo y el 40 por ciento restante a la especie churqui. La extracción de leña se efectúa mayormente en las regiones de Guayrihuana, Colón, Laderas, Santa Ana, Carlazo, Yesera y La Tablada.

El uso de este combustible está destinado a los hornos de los pequeños comerciantes de comidas, uso doméstico y para la fabricación de ladrillos y tejas en escala. Paralelamente, se practica la comercialización del carbón vegetal de estas especies para uso doméstico, y uso de parrillas. Este carbón vegetal puede quemarse mezclado con piedra caliza para obtener cal viva.

CONCLUSIONES

- La cosecha de semillas es sencilla, y la provisión es prácticamente gratuita, debido a la abundancia de éstas.
- La viabilidad de la semilla del churqui es bastante larga, y por tanto susceptible de almacenarse por tiempo largo.
- El porcentaje de semillas infestadas (5%) es mínimo, si se tiene en cuenta la cantidad que produce cada planta.
- La dureza e impermeabilidad de la testa de la semilla de churqui, justifica un tratamiento mecánico o químico para acelerar la germinación a un tercio de tiempo.
- El tratamiento de la semilla de algarrobo es más sencillo, consiste en limpieza y remojo.
- La plantación definitiva debe efectuarse cuando la planta tiene 15 a 20 cm de altura, debido a la longitud que adquiere la raíz. La poda terminal en la raíz principal, no incide en el desarrollo general de la planta.
- Las hojas y frutos sirven de alimento para el ganado caprino de la región. Las semillas defecadas por los animales germinan fácilmente.
- En condiciones favorables de suelo y humedad, el desarrollo de las plantas de churqui y algarrobo es rápido.
- La madera de churqui y algarrobo constituye un excelente combustible, tanto como leña o como carbón.
- Los datos reales de extracción de leña, no es posible compatibilizarlos debido a la corta clandestina.

PROPAGACION Y MANEJO DE Bambusa guadua EN COLOMBIA

Francisco Nieto
Corporación Autónoma Regional del Cauca
Colombia

RESUMEN

Se investigó varios métodos para la propagación vegetativa de la guadua: segmentos de tallo, rizomas, ramas superiores e inferiores, renuevo de los rizomas y tallos delgados con sus rizomas. El método que dio mejor resultado por su facilidad y economía es el "tallo delgado con trozo de rizoma basal", que se obtienen de los renuevos o "chusquines" emergentes de guaduales después de los aprovechamientos. El método, además de permitir una alta supervivencia, presenta ventajas en cuanto a la economía del material, ya que es fácil de obtener y transportar se puede trasplantar en bolsas (vivero) o plantar directamente en el campo.

Se describen las diferentes fases de propagación de la guadua. Se presentan registros de crecimientos de la Bambusa guadua, propagada por el sistema descrito en tres sitios del bosque seco premontano (bs-PM), con y sin fertilización.

Se presenta un análisis somero sobre aspectos de utilización (leña y otros usos) y rentabilidad de la guadua.

SUMMARY

This report studies various method for vegetative propagation of guadua: shoot segments, rhizomes, upper and lower branches, root sprouts and thin shoots with their rhizomes. The best results in terms of ease and economy were obtained from the sprouts or "chusquines" that emerge gradually after harvesting. This method, in addition to permitting a high rate of survival, has economic advantages as a material since it is easy to obtain and transplant and can be transplanted in nursery bags or planted directly in the field.

Different phases of the propagation of guadua are described. The report records the growth of Bambusa guadua propagated by this system in three sites of premontane dry forest with and without fertilization.

The report summarizes utilization aspects (as firewood and other uses) and yield of guadua.

INTRODUCCION

La guadua, Bambusa guadua, H. et B., es una de las especies de bambú más importantes en el desarrollo cultural, económico y de conservación de los recursos hídricos en algunos países de América Latina, como México, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador y Brasil. Sus cualidades físicas, costos bajos y disponibilidad, hacen de esta especie el material ideal para familias de escasos recursos económicos, que la pueden emplear no solo para construcción de viviendas, sino para múltiples usos, inclusive leña. A pesar de su valor proteccionista, utilidad y belleza, la especie no ha sido fomentada adecuadamente y existe gran presión sobre los escasos guaduales naturales existentes, hasta el punto de considerarse la especie en vía de extinción.

El objetivo del presente trabajo es hacer una breve historia sobre las técnicas utilizadas para propagación, cultivo y manejo de la especie.

ECOLOGIA DE LA GUADUA

En Colombia la guadua se desarrolla en condiciones óptimas desde 900 hasta 1600 msnm, pero se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2000 m con desarrollo menos satisfactorio. La especie requiere de suelos fértiles, sueltos, con mediana profundidad, húmedos pero no inundables, los suelos de ceniza volcánica y los aluviales son preferidos, especialmente suelos areno-limosos y arcillo-limosos de color amarillo o amarillo rojizo. El promedio mínimo de precipitación anual requerido es de 1300 mm, bien distribuidos y el promedio máximo es de 5000 mm. El rango óptimo de temperatura oscila entre 20 y 26°C y una humedad relativa de 80 por ciento.

En general los guaduales se encuentran naturalmente en forma compacta y aislados, formando manchas casi puras, pero también se encuentran formando parte de los estratos subdominantes del bosque húmedo tropical. En el sur-occidente colombiano (valle), los guaduales tienen una densidad promedio de 4500 guaduas/hectárea, un dap promedio de 11,0 cm y alturas promedio de 20,0 m. Su composición estructural promedio es de cinco por ciento de renuevos, 20 por ciento de guaduas jóvenes, 65 por ciento maduras, y 10 por ciento secas, en guaduales sin manejo técnico.

TECNICAS DE PROPAGACION

Esta especie se puede propagar mediante reproducción por semilla y propagación vegetativa hasta cultivo de tejidos. Sin embargo, la reproducción por semilla es difícil porque aunque los guaduales florecen y fructifican esporádicamente, la mayor parte de la semilla es vana. Por otra parte, los cultivos de tejidos es una técnica que está en prueba.

Varios sistemas de reproducción asexual se han ensayado con relativo buen éxito, aunque no todos cumplen con el propósito de ser eficaces, rápidos y económicos para fines de reforestación comercial, entre ellos se puede citar:

- A. Rizoma solo (caimán), se obtiene del sistema radicular de guaduales naturales. Un hombre puede obtener hasta 4-10 unidades por día. Su eficiencia en términos de supervivencia puede ser 100 por ciento.
- B. Rizoma (caimán) y parte de tallo. Los propágulos se obtienen de tallos con uno o dos años de edad, siendo necesario que el rizoma contenga una yema sana como mínimo. Los tallos se cortan de 60 a 90 cm de longitud. Rapidez y eficiencia igual que en el sistema A.
- C. Sección de guadua (caña) con uno, dos o tres entrenudos completos que contengan yemas buenas. En la parte superior de cada entrenudo se perfora un hueco y se llena con agua hasta las dos terceras partes; posteriormente se recubre con tierra y se riega la superficie con agua. Las cañas se pueden plantar vertical u horizontalmente, se requieren cañas jóvenes (dos a tres años).
- D. Ramas jóvenes con o sin fragmento de ramas laterales. Este sistema y sus variantes tienen una eficacia baja, debido posiblemente a la deshidratación que sufre el material desde que se corta hasta el momento de plantación.
- E. Segmento de tallo delgado con rizoma basal, con una o varias yemas activas. Estos propágulos se obtienen de las plántulas o emergen después del aprovechamiento del guadual, siendo los tallos de conformación diferente a los guaduales naturales por escaso diámetro y por no presentar espacio vacío en su interior. Se le conoce con el nombre de "chusquín" o "matubamba", los cuales se pueden extraer con ayuda de un barretón sin maltratar las yemas.

De todos los sistemas ensayados, el sistema de tallo delgado con trozo de rizoma basal se presenta como el más ventajoso para los programas de reforestación a gran escala, debido a su facilidad de obtención y transporte, alta eficiencia (100 por ciento) y economía (40:50 propágulos/hombre/día); además de que por el tamaño pequeño del rizoma, se puede realizar todo el proceso de vivero embolsándolos con su pan de tierra; para plantar en las épocas propicias de lluvias. Para facilitar su manejo en el vivero el tallo delgado puede ser cortado a pocos centímetros por encima del primer nudo o tabique. Las principales actividades en vivero consisten en riego, limpiezas y regulación de la sombra.

Los otros sistemas también permiten propagar la especie pero presentan algunos inconvenientes. En el caso de los sistemas A y B, son antieconómicos (4-10 propágulos/hombre/día) para su utilización a gran escala. El sistema C requiere cortar gran cantidad de guaduas juveniles, lo que no es conveniente para el manejo técnico. El sistema D ha presentado siempre una baja supervivencia en su propagación. Estos sistemas se pueden emplear en reforestaciones en pequeña escala, con la condición de que se planten el mismo día de haberse extraído de la cepa madre.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO

En el sur-occidente colombiano, en el valle geográfico del Departamento Valle del Cauca, se establecieron a partir de 1977 tres estaciones experimentales para observar el crecimiento y desarrollo de la especie, propagada por el sistema de tallo delgado con su trozo de rizoma basal.

Las tres estaciones se encuentran localizadas a una altitud aproximada de 1000 msnm; precipitación anual de 1000 a 1200 mm, correspondiendo a la formación bosque seco tropical (bs-T).

Los terrenos presentan topografía plana con los siguientes suelos:

1. Estación Riopaila: suelo aluvial con profundidad moderada, drenaje moderado a bien drenado; textura franco-arcillo-limosa, pH 7,4, poca fertilidad con contenidos bajos de nitrógeno, fósforo y boro.
2. Estación El Castillo: suelo inceptisol de origen aluvial, moderadamente superficial con limitante hidromórfico, drenaje natural, textura arcillosa, pH, 5,8, poca fertilidad con contenidos bajos de nitrógeno, fósforo potasio y boro.
3. Estación La Argentina: suelo inceptisol de origen aluvial, textura franco-limosa, bien drenado, pH 5,8, fertilidad moderada con contenidos bajos de nitrógeno y fósforo.

En la Estación El Castillo, se realizó a la vez un ensayo de fertilización con siete tratamientos y dos niveles de fertilización:

Tratamiento	Nivel	Tratamiento	Nivel
1.	NoPoKoBo (testigo)	4.	N_1P_1KoBo
2.	NoPoKoBo	5.	$N_2PoKoBo$
3.	$N_1PoKoBo$	6.	N_2P_2KoBo
		7.	$N_2P_2J_2B_2$
N_1	= 30 g urea.	N_2	= 60 g urea
K_1	= 40 g KCL	K_2	= 80 g KCL
B_1	= 10 g borax	B_2	= 20 g borax
P_1	= 50 g superfosfato triple		
P_2	= 100 g superfosfato triple		

El Cuadro 1 resume el crecimiento promedio de las guaduas en cada uno de los sitios de ensayo; el Cuadro 2 presenta los resultados del ensayo de fertilización en la estación experimental El Castillo.

Cuadro 1. Crecimiento de Bambusa guadua en tres sitios del Valle del Cauca, Colombia

Sitio	Edad (meses)	No. matas	\bar{h}_x (m)*	IMA (m)	No. rebrotes /mata	Sobrevivencia (%)
Riopaila	44	25	9,0	2,4	12	67
El Castillo (T4)	12	48	0,9	0,9	20	87
La Argentina	15	8	7,0	5,6	16	90

* \bar{h}_x = Altura Total Promedio (m)

En el Cuadro 1 se aprecia cómo en la Estación La Argentina, con los mejores suelos, el incremento medio anual en altura fue el doble que en la Estación Riopaila con suelos medios, y cinco veces superior que en la Estación El Castillo con suelos más pesados. Igual relación existe con respecto a la supervivencia, con excepción de la estación Riopaila, donde por su proximidad al Río Cauca, el nivel freático alto en épocas de lluvia provocó una mortalidad del 33 por ciento. En cuanto al número promedio de rebrotes por mata, fue mayor (20 rebrotes) en El Castillo, donde se fertilizó con NPKB (tratamiento 4), con respecto a La Argentina y Riopaila donde solamente se aplicó nitrógeno.

Cuadro 2. Efecto de varios tratamientos de fertilización con N-P-K-B a los 12 meses en el crecimiento de Bambusa guadua en El Castillo, Colombia

Tratamiento	No. matas	\bar{h}_x (m)	No. rebrotes /mata	sobrevivencia (%)
1. NoPoKoBo	48	0,60	14	79
2. N ₁ PoKoBo	48	0,78	17	86
3. N ₂ P ₁ KoBo	48	0,87	23	89
4. N1P1K1B1	48	0,93	20	87
5. N2FoKoBo	48	0,53	13	82
6. N2P2KoBo	48	0,81	11	90
7. N2P2K2B2	48	1,51	28	98

Con relación al ensayo de fertilización, en el Cuadro 2 se observa que el tratamiento 7 (N2P2K2B2) fue significativamente diferente en crecimiento en altura, ($P \leq 0,05$) respecto del testigo y demás tratamientos. El tratamiento presenta mayor supervivencia (98%), mejor estado sanitario (100% de renuevos buenos), mayor cantidad de renuevos (28/mata), follaje abundante (87%) y verde. En otros tratamientos, sin boro y sin uno o varios de los elementos N-K-B, se observa follaje con amarillamiento leve a fuerte; escasa aparición de rebrotes y desarrollo en altura bajo a regular.

Por lo anterior se deduce que aplicaciones de fertilizante a base de N-P-K y B, son necesarias para el buen desarrollo de los guaduales, y que la dosis de 60 g de urea, 100 g de superfosfato triple, 80 g de KCL y 20 g de borax por árbol, aplicada en chuzo a 40 cm de radio de cada mata, son óptimas para el caso de la Estación El Castillo.

Dado que la especie nace con el diámetro definido y adquiere su altura en pocos meses, hay que tener en cuenta la fijación del turno comercial o época de primeras entresacas de guaduas comerciales. Para el caso de la Estación La Argentina este turno se ha estimado en cinco años y de ocho a diez años para las Estaciones Riopaila y El Castillo, respectivamente.

ANALISIS OPERACIONAL

La guadua al igual que cualquier plantación forestal comercial, requiere de ciertas operaciones básicas para su cultivo y desarrollo:

- la preparación del terreno puede ser manual o mecánica según las facilidades.
- normalmente se utiliza un espaciamiento de 5,0 m x 5,0 m en suelos sueltos y de 3,0 m en suelos pesados. La dimensión del hoyo por lo general de 40 cm x 40 cm y un plato de 1,5 m.
- plantar en las épocas propicias de lluvia si no se cuenta con riego.
- fertilizar al momento de la plantación según exigencias del suelo.
- mantenimiento y protección, mediante cercado de los rodales; limpiezas periódicas ya que la guadua no admite competencia de maleza o arbustos.
- control de plagas y enfermedades.
- podas y entresacas: a medida que aparecen los rebrotes se van cortando y retirando los tallos más delgados, partidos, amarillos, enfermos o torcidos y las ramas que ocasionen congestión.

El costo estimado de reforestación por hectárea es:

- sistema manual - US\$540
- sistema mecánico - US\$410

FASES DE DESARROLLO

En un guadual natural en sitio promedio se puede observar las siguientes fases de desarrollo:

- fase de renuevo, desde la aparición de los cogollos y la formación de guadas medianas a grandes, cubiertas con hojas caulinares, las cuales desarrollan su máxima altura y diámetro en un periodo de 60 a 180 días.
- fase juvenil, las guadas de color verde intenso y nudos blancos pierden su caparazón, forman hojas e inician su madurez en un periodo de 6 a 12 meses.
- fase madura, las guadas van tornándose grises con tabiques amarillo-oscuro y presencia de hongos y líquenes. Su madera se torna resistente. Periodo de uno a cuatro años (época propicia para su utilización).
- fase sobremadura, las guadas se van tornando amarillas y su madera pierde resistencia. Periodo de cuatro a seis años.

REGIMEN DE APROVECHAMIENTO

En Colombia hasta ahora se inician investigaciones sobre las técnicas de manejo y aprovechamiento de los guaduales. La mayor parte de ellos son densos o muy densos, por falta de manejo o muy intervenidos debido a una explotación poco técnica.

Los guaduales deben ser intervenidos periódicamente para regular el espacio entre los individuos y favorecer la mayor aparición de rebrotes. En este sentido es necesario determinar para cada sitio, el ciclo e intensidad de corta, éste es el plan de manejo del guadual, cuya base técnica es el inventario forestal.

El ciclo de corte, o periodo a transcurrir para dos aprovechamientos es determinado por la velocidad de madurez de las guadas, especialmente por el tiempo transcurrido entre guadua juvenil y guadua madura. En Colombia para un sitio medio este ciclo puede ser de un año.

Intensidad de corta o número y clase de individuos a extraer en cada ocasión. La intensidad de corta está determinada por la densidad del guadual (3000-8000 guadas/ha) y su grado de madurez (porcentaje de renuevos e individuos juveniles, maduros y secos). En la región de estudio la mayor parte de los guaduales, sin manejo técnico, tienen un alto porcentaje de guadas maduras y secas y muy pocas juveniles o renuevos.

Las guadas a cortar deben ser las maduras y secas respetando los renuevos y juveniles. Al extraer las guadas maduras se debe evitar producir claros en el bosque o dejar áreas muy densas. Tampoco se deben extraer un excesivo número por el peligro de volcamiento por efecto de los vientos fuertes.

ANÁLISIS DE UTILIZACIÓN

De una guadua madura con altura promedio de 18,0 m se pueden obtener las siguientes clases de material con sus posibles niveles de utilización:

- de 0 a 4,0 m: la cepa, utilizada para postes o para pulpa.
- de 4,0 a 12,0 m: la basa, de donde se obtiene por lo general estera para vivienda.
- de 12,0 a 18,0 m: la sobrebasa y varillón, que puede ser utilizada como combustible, aunque también sirve como tacos para construcción, soportes para tejados y tutores para cultivos agrícolas como el tomate.
- las guadas secas se pueden utilizar como combustible (leña).

ANALISIS DE PRODUCCION DE LEÑA

Se analiza un gradual con una densidad de 4000 guadas/hectárea, una composición de madurez de cinco por ciento de renuevos, 20 por ciento de juveniles, 60 por ciento de madurez y 15 por ciento secas, con un ciclo de corta de un año y una intensidad de corta de 30 por ciento de maduras (720 guadas) y 80 por ciento de secas (480 guadas) para un total de 1200 guadas a aprear (30 por ciento del total).

De cada guada se obtiene 6,0 m de madera para leña o sea un tercio de las guadas de 18,0 m de largo. De las secas se obtiene el 100 por ciento para leña. De esta manera se obtiene 240 guadas maduras y 480 secas para un total de 720 guadas para utilización de leña. Se considera que cada diez guadas hacen un estéreo, por lo que de cada hectárea se podrán obtener, 72 estéreos de leña.

ANALISIS ECONOMICO

El valor promedio de una pieza de guada en pie y su valor por hectárea es:

Pieza	Valor en pie (US\$)	Pieza/ha	valor/ha(US\$)
cepa	0,26	720	187
basa	0,52	720	374
sobrebasa y varillón(leña)	0,26	1 440	374
TOTAL	1,04	2 880	935

Para el ejemplo citado en análisis de producción de leña, se calcula que el propietario de dicho gradual puede aspirar a ingresos anuales de US\$935/ha por concepto de la venta en pie de 2880 piezas entre cepas, basas y sobrebasas, y de US\$374 por venta exclusiva en pie de 1440 piezas para leña (sobrebasas y varillones). Este ingreso se puede considerar alto si se tiene en cuenta que los costos de mantenimiento de un gradual son mínimos.

**EXPERIENCIAS CON Calliandra calothyrsus
EN AMÉRICA CENTRAL**

José Joaquín Campos A.
Valentín Jiménez M.
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

Las experiencias preliminares con C. calothyrsus en América Central han mostrado que esta leguminosa presenta un potencial grande para producción de leña, especialmente en sistemas agroforestales donde parece ser muy promisorio.

El mayor crecimiento se ha obtenido cuando se planta en regiones húmedas con elevaciones bajas a medianas. No es exigente en suelos, ni requiere de fertilización, sin embargo, no crece bien en suelos compactados o con drenaje impedido.

Plantaciones experimentales para leña con aproximadamente dos años de edad y densidades entre 2500 y 5000 árboles/ha, alcanzaron rendimientos entre 8,6 y 27,7 tm/ha de leña, y 11,9 y 39,1 tm/ha de biomasa total aérea (peso seco al horno a 105°C). Esto equivale a aproximadamente 50 a 160 st/ha. Se reportan incrementos de hasta 100 por ciento en la producción de los rebrotes cuando se cortan anualmente.

Se reporta variaciones genéticas entre procedencias, tanto a nivel de producción de leña y biomasa total aérea, como en la forma de los arbustos. Sin embargo, no se encontraron diferencias respecto a algunas características de la madera como combustible.

Se incluye modelos matemáticos para diferentes condiciones, los cuales permiten predecir el rendimiento de leña con base en el diámetro y el número de rebrotes principalmente.

SUMMARY

Preliminary experiences with *C. calothyrsus* in Central America have shown that this legume has a great potential for firewood production, especially in commercial forests where it appears to be very promising.

The greatest growth was obtained when the tree was planted in humid regions at low and medium elevations. It is not demanding as to soils, nor does it require fertilization. However, it does not grow well in compact soils or soils with poor drainage.

Experimental firewood plantations approximately two years of age and planted at densities of 2 500 and 5 000 trees/ha provided yields of 8.6 to 27.7 mt/ha of firewood and 11.9 to 39.1 mt/ha of total above-ground biomass (dry weight in a furnace at 105°C). This equals approximately 50 to 160 st/ha. Increases in shoot production of as much as 100 percent have been reported with annual cutting.

Genetic variations between strains have been reported, both with respect to the level of firewood and total above-ground biomass production and in the shape of the bushes. However, no differences have been encountered.

INTRODUCCION

La población centroamericana alcanzó en 1983 la cifra de 23,8 millones de habitantes (1), de los cuales más del 70 por ciento consumen un promedio de 1,5 m³ de leña por persona anualmente (6). Esto significa que ese año se consumieron en la región alrededor de 26 millones de metros cúbicos de leña para el consumo doméstico. Esta cifra debe ser muy superior al consumo total de madera en rollo utilizada para fines industriales. Por el otro lado, en esta región la leña constituye más del 50 por ciento de la energía consumida, de la cual depende la mayor parte de la población para cocinar sus alimentos (7). Estas cifras revelan que este producto forestal juega un papel muy importante no solo desde el punto de vista social, sino también económico, debido a que de otra manera la dependencia de los combustibles importados sería aún mayor.

La magnitud de este problema motivó que en 1980, se iniciara a través del CATIE/ROCAP y en coordinación con las instituciones forestales de los países centroamericanos, una serie de actividades que incluyó la investigación de especies de crecimiento rápido, aptas para la producción de leña. A la fecha se ha logrado recopilar experiencias sobre las especies que han mostrado resultados promisorios como productoras de leña. En este estudio se resume parte de las experiencias obtenidas con Calliandra calothyrsus, una leguminosa arbustiva, altamente productiva, que bajo condiciones específicas principalmente en cuanto al producto requerido, podría ser de gran utilidad, especialmente cuando se emplea en asociaciones agroforestales o cuando se requieren producciones a muy corto plazo.

Los sistemas agroforestales ya sean nuevos o tradicionales son probablemente la manera más adecuada de producir leña, principalmente para fines domésticos. Dentro de estos sistemas, las especies capaces de fijar nitrógeno y mejorar el suelo, de forma y porte adecuado al sistema, manejo fácil, y capacidad alta de producción y de rebrote, serían las más adecuadas. Todas estas características están reunidas en esta leguminosa, que sin embargo, por su aspecto arbustivo muy ramificado, no gana fácilmente la aceptación de técnicos y de agricultores.

DESCRIPCION GENERAL DE LA ESPECIE

Calliandra calothyrsus Meissn es una leguminosa de la subfamilia Mimosoideae, que se le conoce botánicamente con los sinónimos de Calliandra confusa y Calliandra similis (Sprague & Riley), y comúnmente como carboncillo, cabello de ángel, pelo de ángel y caliandra en Centroamérica y como kaliandra en Indonesia (5).

Es nativa de Centroamérica donde se encuentra desde el sur de México hasta el norte de Sur América (8°-16°N aproximadamente). Crece naturalmente en zonas húmedas hasta 1800 m de elevación. Fue introducida de Guatemala a Indonesia en 1936 donde ha sido cultivada extensamente (5,9).

Esta especie puede crecer hasta 12 m de altura y 20 cm de diámetro, sin embargo, generalmente se ha cosechado cuando la altura alcanza entre 5 y 6 m, y 4

a 7 cm de diámetro en la base. El arbusto proveniente de la fuente de semillas de Indonesia es generalmente menos ramificado y porte ligeramente mayor, que los de algunas fuentes de semillas originarias de Costa Rica (2).

Es un arbusto de alto rendimiento y con muy buena capacidad de rebrote, que permite cosechas anuales o bianuales hasta por 15 a 20 años. Por su forma de crecimiento y régimen de cosecha es adecuado para el asocio con cultivos agrícolas. Ha sido plantado espontáneamente en Indonesia con fines de producción de leña (2,11).

Los usos principales de la especie son: leña de pequeñas dimensiones; control de erosión y mejoramiento del suelo; en asociaciones agroforestales ya sea como árbol de sombra o plantada en hileras o franjas; forraje con contenido alto de proteína; apicultura y producción de carbón (2,4,8). Los rebrotes son un excelente material para la producción de varas para cultivos agrícolas.

El asocio con cultivos agrícolas es el sistema más promisorio para plantar C. calothyrsus. En Costa Rica al igual que en Indonesia, se ha plantado este arbusto como sombra para el café, donde es muy apropiado debido a que su forma, porte y capacidad de rebrote, facilitan su manejo. Además es una especie con una capacidad alta de fijación de nitrógeno y producción de hojarasca, lo que favorece las características físicas, químicas y el desarrollo de organismos benéficos del suelo. Plantada de esta manera regenera abundantemente, lo que permite obtener sin costo alguno suficientes plántulas para repoblar nuevas áreas.

Con este régimen de cosecha anual y considerando los efectos favorables que le confiere esta especie al suelo, existe la posibilidad de utilizar todos los años el mismo terreno para la producción de cultivos agrícolas de turno corto como frijol y maíz. Para una asociación de este tipo, se debe cosechar la plantación e inmediatamente efectuar la siembra, con el fin de evitar el resurgimiento de las malezas que habían sido suprimidas por los arbustos. Este tipo de asociación se practicó en Hojancha, Costa Rica, sembrando frijol en una prueba de procedencias con una densidad de 5000 plantas/ha, la cual fue cosechada a los dos años de plantada. Se observó que las parcelas que habían cerrado el dosel presentaron el suelo libre de malezas y con una capa relativamente gruesa de hojarasca, que abarató sensiblemente el costo de establecimiento del cultivo. Además bajo esas condiciones el enraizamiento del frijol fue más superficial (mayor facilidad de cosecha) y la nodulación fue más abundante. La producción bajo estas condiciones fue de aproximadamente 600 kg/na, la cual es más del doble de la producción bajo el sistema "frijol tepado", que es el más utilizado en esa región y con un costo de producción similar. Esta producción se obtuvo sin el empleo de ningún agroquímico.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La especie se encuentra con más frecuencia hasta los 1200 msnm. En estas áreas las temperaturas mínima y máxima promedio pueden alcanzar aproximadamente 12°C y 30°C, respectivamente. Los suelos generalmente son ácidos, arcillosos, de origen volcánico y algunas veces con un contenido alto de aluminio (2). El factor climático que más limita su crecimiento es la precipitación y su distribución, observándose que no crece bien si ocurren más de cinco a seis meses

con precipitaciones menores a 100 mm anuales. Las experiencias con plantaciones en América Central indican que si se satisfacen las condiciones de humedad mencionadas anteriormente, el mejor crecimiento se obtiene en zonas de baja a mediana altitud (ceros de 1000 msnm).

Se ha observado que fracasa en suelos con drenaje impedido y que su crecimiento se reduce en suelos compactados por el sobrepastoreo. Ha crecido muy bien aún en suelos pesados, ácidos (pH hasta 4,8) y con contenidos altos de aluminio (2). Por lo tanto las condiciones más apropiadas para el cultivo de caliandra son sitios húmedos con elevaciones bajas y suelos bien drenados sin problemas de compactación.

ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCION DE PLANTULAS

Se ha reproducido principalmente como plántulas completas en bolsas de polietileno, a raíz desnuda y también como pseudoestacas (2). La germinación de semilla fresca que no ha endurecido su tegumento es mayor al 90 por ciento; estas semillas generalmente se colocan en agua a temperatura ambiente durante seis horas aproximadamente. En los casos en que la semilla haya sido almacenada, se han obtenido buenos resultados (70 - 80 por ciento de germinación) colocándola en agua a 70°C durante diez minutos y 24 horas en agua a temperatura ambiente.

La nodulación natural del Rhizobium no ha hecho necesaria la inoculación, sin embargo, se ha observado que dosis altas de fertilizante (N10-P30-K10), inhiben el desarrollo de los nódulos.

La fertilización con N10-P30-K10 ha reducido considerablemente el tiempo de producción y ha aumentado la uniformidad de las plántulas, sin embargo, es necesario un período de endurecimiento para evitar la salida al campo de plántulas muy suculentas. Las dosis empleadas consisten desde uno hasta tres gramos de fertilizante por plántula, incorporándolo al momento de la preparación del sustrato.

La regeneración bajo los arbustos es abundante debido a su producción alta de semillas. Algunos agricultores en Costa Rica obtienen material de plantación mediante la regeneración natural que crece bajo los arbustos plantados como sombra del café.

ASPECTOS SILVICULTURALES

Espaciamiento

La decisión del espaciamiento a emplear en la plantación forestal debe considerar aspectos no solo del rendimiento y dimensiones de la leña, sino también el costo de las plántulas, establecimiento, mantenimiento y cosecha de la plantación. Las densidades empleadas con caliandra varían desde 2500 hasta 10 000 árboles/ha. Los resultados preliminares indican que un balance entre el rendimiento de leña y los costos de producción, favorecen densidades intermedias (aproximadamente 5000 plantas/ha). Al considerar otros aspectos relacionados con

la disposición de los árboles en el campo, de manera a favorecer principalmente el mantenimiento de la plantación, los arreglos rectangulares son los más indicados.

Como sombra para el café se ha plantado desde 3 m x 3 m hasta 5 m x 5 m. Puede plantarse en líneas o franjas asociada con cultivos anuales.

Tratamientos culturales

La fertilización no ha sido necesaria aún en suelos pobres. Requiere del control de malezas durante el primer año, a partir del cual las copas se cierran y las suprimen. Las podas han sido necesarias únicamente cuando se planta en asociaciones agroforestales que así lo requieran, como el caso de sombra de café, donde se ha realizado una poda a la altura de 1,5 m unos tres meses antes de iniciar la época seca, con el fin de evitar el exceso de floración y promover la presencia de follaje durante la época seca por parte de los rebrotes.

Es importante conocer el efecto del número de rebrotes por tocón en la producción de leña, para definir la necesidad de realizar la selección artificial de rebrotes en un taller; operación que generalmente resulta costosa y requiere de algunos cuidados. En un taller de un año de edad y con una densidad de 2500 plantas/ha, en Hojancha, Costa Rica, donde la plantación original que fue cosechada a los dos años de edad, no recibió ningún tratamiento de selección artificial de rebrotes, se encontró que la mayor parte de los tocones (75 por ciento) presentaron entre tres y seis rebrotes, con un promedio de 4,6 y una variabilidad relativamente alta (coef. variación 42 por ciento). En el mismo taller, se encontró una correlación positiva (significativa al nivel de $P \leq 0,001$) entre el número de rebrotes por tocón y el peso seco de leña y también con el área basal por planta, lo que significa que cuanto más rebrotes presentó el tocón, mayor fue la producción de leña. El mismo análisis se realizó para un ensayo preliminar que se estableció en Honduras, donde se probaron diferentes tratamientos basados en la cantidad de rebrotes a dejar por tocón; los tratamientos consistieron en dejar desde dos hasta seis rebrotes por tocón y un control el cual no recibió manejo. En este caso existió también una correlación positiva (al mismo nivel de significancia que el taller en Costa Rica) entre la cantidad de rebrotes por tocón y el área basal por planta. Esta última variable se ha comprobado estar altamente correlacionada con la producción de leña.

Estos resultados indican en forma preliminar que *C. calothyrsus* no responde positivamente a la selección de rebrotes cuando el taller es manejado para producción de leña. Esta operación será menos justificada aún si se considera el costo y cuidado de su ejecución.

Crecimiento

Desde 1980 el Proyecto Leña ha venido instalando parcelas permanentes y ensayos formales con *C. calothyrsus* en varios países de América Central. Se ha observado que el mejor crecimiento ha ocurrido en sitios de baja a mediana elevación y con menos de seis meses secos (menos de 100 mm mensuales), que corresponden generalmente a la zona de vida bosque húmedo tropical o subtropical, según la clasificación de Holdridge. En sitios más secos el crecimiento

ha sido lento y se presentó en la mayoría de los casos una mortalidad gradual después del primer año, que en los casos más extremos llevó a una mortalidad casi total. En sitios de mayor elevación (800 a 1200 m) el crecimiento fue menor, aunque no hubo diferencias en cuanto a la supervivencia. En un sitio muy húmedo y con problemas de drenaje, se observó una mortalidad muy alta; resultados similares se ha reportado para este tipo de suelos en Indonesia, donde se menciona que la especie llega a morir después de dos semanas de encharcamiento (11).

El Cuadro 1 resume algunas características de los sitios donde se ha plantado esta especie y su comportamiento. Debe anotarse que en este cuadro se presentan básicamente los sitios que por sus características edafoclimáticas, se consideran adecuados para cultivar esta especie. Los sitios menos apropiados no se presentan debido a que la supervivencia fue generalmente muy baja.

De acuerdo al Cuadro 1, se observa que las condiciones edafoclimáticas donde mejor ha crecido *C. calothyrsus* son consistentes con lo mencionado anteriormente sobre los sitios más apropiados para esta especie. Se puede observar que en Costa Rica los mejores rendimientos se dan con las densidades mayores (5000 plantas/ha). Debido a la forma arbustiva de la especie, las variables diámetro y altura deben emplearse más que todo para comparaciones del crecimiento entre los sitios y no para comparaciones con otras especies. Los rendimientos de leña y biomasa aérea total expresados en peso seco (toneladas métricas por hectárea), presentan una variabilidad mayor que la mostrada por la altura y el diámetro.

Para una mejor interpretación de los datos, se presentan a continuación los factores de conversión obtenidos para esta especie:

$$\begin{aligned} 1 \text{ tonelada métrica (tm)} &= 2,0 \text{ m}^3 \text{ (sólido)} \\ 1 \text{ tm} &= 6,0 \text{ estéreos (st)} \\ \text{peso verde leña} \times 0,53 &= \text{peso seco leña} \\ \text{peso verde follaje} + \text{ramas finas} \times 0,39 &= \text{peso seco} \\ &\quad \text{follaje} + \text{ramas finas} \end{aligned}$$

Algunos de estos valores cambian cuando se trata de rebrotes, debido a que los leños de rebrotes son más rectos y fáciles de acomodar en la estiva de leña. Los valores obtenidos para leña de rebrotes fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} 1 \text{ tm} &= 2,5 \text{ m}^3 \\ 1 \text{ tm} &= 4,5 \text{ st} \end{aligned}$$

El rendimiento en los dos primeros sitios es mejor donde la producción anual de leña fue alrededor de 12 tm/ha/año. Los demás sitios en la mayoría de los casos alcanzaron la mitad del rendimiento obtenido en esos primeros dos sitios. Las causas de estas diferencias tan grandes fueron probablemente la densidad de plantación y el control adecuado de las malezas durante el primer año. Estos dos sitios también presentaron condiciones climáticas favorables, aunque no fueron necesariamente superiores a los otros sitios. Los suelos en estos sitios tenían un contenido sumamente alto de aluminio en Turrialba y un drenaje deficiente en Hojancha. En ninguno de los dos sitios se fertilizó los árboles, a pesar que en el primero el suelo presentó contenidos muy bajos en la mayoría de los nutrientes.

Cuadro 1. Crecimiento y rendimiento de *C. calothyrsus* en nueve sitios en América Central

Sitio	Elevac. (msnm)	Precip. (mm/año)	Meses secos (<100 mm)	Suelos pH	Textura	Edad (meses)	Densidad inicial (árbo/ha)	Super- vivencia (%)	Altura (m)	Diámetro* (cm)	Producción biomasa seca leña** (t/ha)	Producción biomasa seca total (t/ha)
CATIE, Turrialba, Costa Rica	830	2637	1	5,0	arcilla	26	5000	95	6,0	7,1 (db)	27,7	39,1
Cuesta Blanca, Hojancha, Costa Rica	430	2220	5	6,1	arcilla	23	5000	83	5,4	7,0 (db)	21,8	27,9
San Rafael, Hojancha, Costa Rica	400	2220	5	6,0	--	27	2500	95	5,0	6,0 (db)	14,6	20,5
Pilangosta, Hojancha, Costa Rica	460	2220	5	6,4	franco	27	2500	95	5,1	5,3 (db)	13,5	19,7
La Libertad, Hojancha, Costa Rica	370	2220	5	6,0	arcilla	25	2500	90	5,4	5,0 (db)	12,5	18,2
San Pedro Sula, Honduras	50	1374	5	6,6	--	31	4444	90	5,3	3,4 (d)	12,0	16,6
La Maravilla, Hojancha, Costa Rica	490	2220	5	6,1	franco	27	2500	95	5,6	4,7 (db)	10,1	15,5
San Pedro Sula, Honduras	50	1374	5	6,6	--	31	2500	87	5,5	3,6 (d)	6,6	11,9
La Máquina, Suchitep., Guatemala	46	1960	6	-	--	11	4444	96	2,0	3,1 (db)	2,7	6,6

*db = diámetro a 10 cm sobre el suelo; d = diámetro a 1,3 m sobre el suelo

**diámetro mínimo 1,5 - 2,0 cm

mbc

Crecimiento de los rebrotes

La producción de leña se incrementa notablemente una vez que se inicia la cosecha de los rebrotes. El Cuadro 2 resume para una plantación en La Libertad de Hojancha, Costa Rica, los resultados iniciales de un ensayo donde se ha estado evaluando diferentes turnos de corta de rebrotes. Como comparación se ha incluido al final del cuadro el rendimiento de la plantación original. Se observa claramente que la productividad del tallar fue mayor cuando se cosechó a edades más tempranas. Las diferencias tan grandes entre la cosecha a 14 y 19 meses se explica por la mortalidad de varios rebrotes quebrados por los vientos fuertes de la época seca, cuando tenían entre 17 y 18 meses. Además los cinco meses de diferencia entre el primer y segundo turno, coincidieron con la época seca, durante la cual la caliandra detiene su crecimiento vegetativo. A los 24 meses se observa de nuevo cierto crecimiento en altura y diámetro (1,4 m en altura y 0,4 cm en diámetro en cinco meses) el cual no mejora la productividad con respecto a la cosecha a los 19 meses, aunque sí la producción total. Analizando estos resultados preliminares y tomando en cuenta únicamente el criterio de la mayor productividad de leña, no existirá ninguna duda que bajo estas condiciones la mejor edad de cosecha de los rebrotes de la primera producción del tallar de *C. calothyrsus* debería ser alrededor de un año. Sin embargo, antes de definir el turno más apropiado, debe considerarse otros aspectos como el costo de la corta (cortas anuales resultarán al final en costos de aprovechamiento mayores que las cortas bianuales) y la posibilidad de asociar con cultivos agrícolas. Los diámetros de los rebrotes no fueron prácticamente diferentes en las tres edades. Esto quiere decir que la dimensión de la leña no se verá muy afectada si se emplearan en el tallar turnos de uno o dos años.

Cuadro 2. Producción de biomasa aérea total y leña de *C. calothyrsus* a diferentes edades de los rebrotes en La Libertad, Hojancha, Costa Rica

Edad (meses)	Super-vivencia (%)	Rebrotes/planta	Altura (m)	dap* (cm)	Producción biomasa**	
					Leña (IMA) (tm/ha/año)	Total (tm/ha)
14	80	4,6	4,6	2,9	11,8	20,3
19	34	4,3	4,6	2,9	7,1	14,1
24	72	3,5	6,0	3,3	7,2	21,9
25***	90	2,5	5,4	4,1	6,0	18,2

*promedio por eje

**seca al horno a 105°C

***plantación original para comparación

Comparando la productividad del tallar a los 14 meses con la productividad del rodal original, se observa como en el primer caso esta fue prácticamente el doble, o sea el mayor potencial productivo de esta especie se obtiene con la cosecha de los rebrotes. Basuki 1977 citado por Wiersum (11), elaboró una tabla de rendimiento para plantaciones de *C. calothyrsus* cosechadas anualmente a densidades de seis, siete y ocho mil plantas/ha en Java, Indonesia. Analizando esta información se observó que la producción de la primera cosecha de rebrotes

fue también el doble de la producción del rodal original y que la producción del tallar se incrementó anualmente hasta el sexto a noveno año. Luego de este período se observó un decrecimiento gradual de la producción hasta el décimo cuarto año, donde la producción es tan baja que requeriría el establecimiento de una nueva plantación (fin de la rotación).

Turno

La primera cosecha deberá realizarse lo antes posible, con el fin de obtener el máximo provecho del potencial productivo de los rebrotes. Sin embargo, debe considerarse también las dimensiones de la leña y el efecto del diámetro del tocón sobre el crecimiento de los rebrotes. Según las experiencias preliminares en América Central, la plantación deberá ser cosechada cuando el arbusto alcanza una altura de cinco a seis metros y diámetros en la base entre 4 y 7 cm. Si la especie es plantada en condiciones adecuadas, este crecimiento deberá alcanzarse entre 18 y 24 meses después de plantada.

Según las experiencias reportadas en Indonesia (11), la cosecha de los rebrotes se podrá realizar anualmente. Las experiencias preliminares en Centroamérica parecen confirmar esto. De todas maneras, lo que podría ser más decisivo en la selección del turno de los rebrotes es la posibilidad de asociar cultivos agrícolas en el tallar. En este aspecto las cosechas anuales son las que ofrecen mayores beneficios.

Procedencia

La mayoría de las plantaciones experimentales establecidas en América Central con C. calothyrsus son de semillas provenientes de Indonesia, donde la especie ha sido cultivada desde hace casi 50 años. En 1982 el Proyecto Leña (CATIE/ROCAP) inició la identificación de rodales naturales de caliandra, principalmente en Costa Rica y Guatemala, y en 1983 se establecieron seis ensayos preliminares de procedencias en esos mismos dos países. Inicialmente se contó con ocho fuentes de semillas, que consistieron finalmente en cinco de C. calothyrsus, dos de C. houstoniana y una de Calliandra sp. El BLSF del CATIE cuenta actualmente con 11 fuentes de C. calothyrsus para fines de investigación.

El análisis estadístico de los datos determinó que las procedencias de Java, Indonesia y Puriscal de Costa Rica fueron las más productivas en los sitios más apropiados para el cultivo de caliandra. En Hojancha, Costa Rica, la producción de leña de la procedencia de Puriscal fue casi 50 por ciento superior a las restantes procedencias originarias de Costa Rica y en Turrialba, Costa Rica, la procedencia de Indonesia mostró la misma superioridad con respecto al área basal (variable altamente correlacionada con la producción de leña).

El aspecto posiblemente más decisivo para definir el empleo de una de estas dos procedencias, será las diferencias que presentan con respecto a la ramificación y al porte. La procedencia de Indonesia produce un arbusto menos ramificado y generalmente de mayor porte que la procedencia de Puriscal. Estas características afectan las dimensiones de la leña (Indonesia produce leña con diámetros un poco mayores) y debe ser considerada cuando se desea asociar con cultivos agrícolas.

Otro aspecto por considerar es en cuanto al suministro de semillas. En este respecto la procedencia de Indonesia presenta mayor ventaja, debido a que existen actualmente plantaciones experimentales y demostrativas que se convierten en áreas productoras de cantidades razonables de semilla y a un costo menor.

Para estas dos procedencias se evaluó algunas de sus características como combustible, contenido de humedad, gravedad específica, poder calórico y porcentaje de cenizas. Los resultados se resumen en el Cuadro 3. Se observa que ambas procedencias producen madera con muy buenas propiedades para combustión y que no existe superioridad de una sobre la otra.

Cuadro 3. Análisis comparativo de algunas características de la madera de dos años de *C. calothyrsus*, procedencias de Indonesia y Puriscal

Característica	P r o c e d e n c i a					
	Java, Indonesia			Puriscal, Costa Rica		
	\bar{x}	CV%	n	\bar{x}	CV%	n
Contenido de humedad (%)	47	6	20	45	6	20
Gravedad específica (g/cm ³)	0,55	7	18	0,57	13	18
Poder calórico (kJ/kg)*	18832	5	11	18769	4	11
Contenido de cenizas (%)	0,72	45	11	0,55	36	11

*1 kJ = 0,239 kilocaloría

Para la procedencia de Indonesia se encontró que no existe prácticamente diferencias en esas características, entre la leña de la primera corta y la de rebrotes.

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO

Se probaron 15 modelos matemáticos y una serie de variables de crecimiento, con el fin de obtener ecuaciones de regresión que permitan estimar el rendimiento de leña, follaje y biomasa total, con base en una o dos variables de crecimiento fáciles de medir. Este procedimiento se realizó para parcelas en sitios diferentes, para procedencias y para cosechas de rebrotes a diferentes edades.

La variable que presentó los modelos con ajustes mejores, para predecir la producción de la primera cosecha, fue el diámetro (dap promedio de los ejes, dap del eje mayor, y diámetro a 5 cm sobre el suelo). Entre estos debe destacarse el dap del eje mayor, que es el más fácil y rápido de medir, y que presentó ajustes muy buenos. Se encontró que el número de ejes (a 1,30 m ó 5 cm) asociado con el diámetro, mejoró sustancialmente el ajuste de los modelos. La altura total a excepción de dos sitios, no mejoró los modelos. Los modelos logarítmicos del tipo $\ln Y = \ln X + \ln Z$ fueron generalmente los mejores para predecir la producción de leña, follaje y biomasa aérea total. Los mejores modelos además de presentar significancia al nivel de $P \leq 0,001$, tanto para el modelo en sí, como también para las dos variables independientes, presentaron en casi todos los casos un coeficiente de determinación (R^2) superior a 80 por ciento.

Los modelos para predicción del rendimiento en la cosecha de rebrotes, presentaron ajustes superiores al caso anterior. De nuevo los diámetros fueron las variables de mayor utilidad y no hubo prácticamente diferencia entre el diámetro promedio de todos los rebrotes a 1,30 m y el diámetro promedio en la base del rebrote. Sin embargo, el dap resulta más fácil para medir que el diámetro en la base. En este caso el número de rebrotes también resultó mejor en el ajuste de los modelos que la altura total y de nuevo los mejores modelos fueron del tipo logarítmico. El coeficiente de determinación presentó valores alrededor de 95 por ciento.

El Cuadro 4 presenta los modelos matemáticos con el mejor ajuste obtenido para algunos sitios, mediante el uso del programa VOLREG del Palmer's Statistical Package (PSP).

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión para predecir la producción de leña seca de *C. calothyrsus* en algunos sitios en América Central

Sitio	Edad (meses)	Modelo de mejor ajuste	R ² (%)
San Pedro Sula, Honduras	31	$\ln Y = -5,5597 + 1,0115 \ln \text{dap} + 1,9832 \ln n$	87
4 sitios en Hojancha, Costa Rica	26	$\ln Y = -6,2-02 + 2,1337 \ln \text{dap} + 0,6358 \ln e$	82
C.B. Hojancha	Proc. Inmesta	$\ln Y = -6,4917 + 1,8601 \ln \text{ub} + 1,0394 \ln e$	70
	Proc. Puriscal	$\ln Y = -6,4603 + 1,7918 \ln \text{ub} + 1,2523 \ln e$	71
	Proc. Indolista	$\ln Y = -7,5014 + 1,9261 \ln \text{ub} + 1,0281 \ln e$	79
CATIE, Turrialba	Proc. Puriscal	$\ln Y = -7,1-39 + 2,2890 \ln \text{ub} + 1,0599 \ln e$	82
	Hojancha, Costa Rica	14 (rebotes)	$\ln Y = -7,9469 + 2,3607 \ln \text{dap} + 1,1913 \ln e$
Hojancha, Costa Rica	24 (rebotes)	$\ln Y = -2,0554 + 2,3899 \ln \text{dap} + 0,8861 e$	95

Nota: Y = producción de leña seca por árbol (kg)
 dap = diámetro promedio de los ejes a 1,30 m (mm)
 dap = diámetro del eje mayor a 1,30 m (mm)
 ub = diámetro promedio de todos los ejes a 5 cm (mm)
 n = altura total del árbol (m)
 e = número de ejes a la altura del diámetro medido

CONCLUSIONES

C. calothyrsus es una leguminosa arbustiva de uso múltiple y de rendimiento alto especialmente cuando se cosechan los rebrotes. Produce leña de dimensiones pequeñas y características buenas como combustible, apropiada para el consumo doméstico.

Los sistemas forestales son el medio más apropiado para cultivar esta especie. Destaca su cultivo como sombra para el café debido a su facilidad de manejo. El régimen de cosecha anual de los rebrotes permite el asocio permanente con cultivos como frijol, con una productividad más alta.

La regeneración natural es abundante y permite que los agricultores obtengan material de plantación para repoblar nuevas áreas sin depender del suministro de plántulas por viveros estatales o privados.

El crecimiento es mejor cuando se planta en regiones húmedas con elevaciones bajas a medianas. No es exigente en suelos ni requiere de fertilización, sin embargo, no crece bien en suelos compactados o con mal drenaje.

Los rendimientos mayores se obtuvieron con densidades de 5000 plantas/ha y la primera cosecha se debe realizar alrededor del segundo año. El tallar no requiere de selección artificial de los rebrotes y la productividad fue mayor cuando se cortaron los rebrotes al año de edad.

Existen diferencias marcadas entre procedencias en cuanto al rendimiento y a la forma del arbusto. Destacan las procedencias de Java, Indonesia, ex Guatemala y de Puriscal de Costa Rica, que fueron las de mayor rendimiento. Sin embargo, la forma del arbusto es menos ramificada en la primera respecto a la segunda. La mayor posibilidad de producción de semillas favorecen a la primera procedencia.

Las características de la madera como combustible son buenas para ambas procedencias y no mostraron diferencias entre ellas. La leña de rebrote tampoco se mostró diferente respecto a esas mismas características.

Las mejores variables para predecir el rendimiento fueron el diámetro a 1,30 m y el número de ejes o rebrotes. Los modelos que presentaron los mejores ajustes fueron del tipo logarítmico.

LITERATURA CITADA

1. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Progreso económico y social en América Latina: integración económica; informe 1984. Washington D.C., 1985. 504 p.
2. CAMPOS ARCE, J.J. Variación genética e interacción genotipo-ambiente en procedencias de *Calliandra* spp. en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1985. 87 refs.
3. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL Y CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. PROYECTO LEÑA Y FUENTES ALTERNAS DE ENERGIA. Informe técnico anual 1984. San José, 1984. 181 p.
4. INDONESIA, FOREST PRODUCTS RESEARCH INSTITUTE AND STATE FOREST ENTERPRISE. The possibility of *Calliandra* wood as a source of energy; special report. Bogor, 1977. 25 p.
5. LITTLE, E.L. Jr. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. West Virginia, Communitech Associates, 1983. 354 p.
6. MARTINEZ, H., H.A., BAUER, J. y JONES, J. Fuelwood in Central America and the Regional Fuelwood and Alternative Energy Sources Project. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 16 p. (mimeografiado).

7. REICHE C., C.E. Abastecimiento y mercadeo de la leña en América Central Estudio de Casos. Turrialba, Costa Rica, 1985. 27 p. (Presentado en IX Congreso Forestal Mundial, Sesión 11.4.4. Distribución y mercadeo de combustibles leñosos, México D.F., Junio 1985).
8. SOERJONO, R. y SUHAENDI, H. The prospect of calliandra plantations in Indonesia. Bogor, Indonesia, Forest Research Institute, 1981. 19 p.
9. U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Calliandra: A versatile small tree for the humid tropics. Washington D.C., National Academy Press, 1983. 52 P.
10. U. S. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 344 p.
11. WIERSUM, K. F. Literature review of Calliandra calothyrsus. Wageningen, S.C., 1981. 7 p.

**ANALISIS DE PLANTACIONES JOVENES DE JAUL *Alnus acuminata* (HBK) O.
Ktze., COMO UNA OPCION PARA EL SUMINISTRO DE LEÑA**

Olman Murillo Gamboa
Pablo Canacho Mora
Freddy Rojas Rodríguez
I.T.C.R.
Costa Rica

RESUMEN

Los objetivos del trabajo son: a) cuantificar la producción de leña y otros productos en plantaciones jóvenes de jaúl, b) analizar distintas alternativas de manejo para el cumplimiento de diferentes objetivos de producción en dichas plantaciones.

A partir de variables de fácil medición fueron desarrollados modelos matemáticos para predecir los rendimientos de los distintos productos de la especie. Con dicha información se podrá generar directrices preliminares para el manejo de la especie de acuerdo con los objetivos de producción.

SUMMARY

The objectives of this study are: a) to quantify the production of firewood and other products in young alder plantations; b) to analyze various management alternatives for accomplishing the various production objectives in these plantations.

On the basis of easily measured variables, mathematical models were developed to predict the yields of the various products of the species. This information can be used to generate preliminary guidelines for the management of the species in accordance with the production objectives.

INTRODUCCION

El presente trabajo se realizó en dos proyectos forestales de la zona alta del valle central de Costa Rica. El primero de ellos en Haciendas Forestales de Coronado, S. A. (Cascajales de Coronado), ubicado a 1750 msnm. Los suelos son de origen volcánico y presentan las siguientes características: textura franco arenosa; drenaje superficial regular; pH 5,5; Al 0,4 meq/100 ml; Ca 1,5 meq/100 ml; Mg 1,4 meq/100 ml; K 0,6 meq/100 ml; P 6 uq/ml; Zn 2,3 uq/ml; Mn 6 uq/ml y Cu 10 uq/ml. La precipitación promedio es de 2 081 mm.

El otro sitio de estudio corresponde a la Finca Los Lotes (San Ramón de Tres Ríos, Cartago), ubicada a 1700 msnm. Los suelos son de origen volcánico y presentan las siguientes características: textura arenosa; presencia de una capa superficial de ceniza de 5 cm; profundidad de raíces de 70 a 100 cm. La precipitación promedio es de 2392 mm, con una temperatura de 18°C.

Este trabajo pretende cuantificar la producción de leña y otros productos en plantaciones jóvenes de jaúl. Analizar diferentes alternativas de manejo para el cumplimiento de objetivos de producción con plantaciones jóvenes de jaúl.

La especie se encuentra distribuida en Costa Rica entre los 1500 y 3000 msnm. De acuerdo con el mapa ecológico de Costa Rica elaborado por Tosi(22), se ubica al jaúl en las formaciones de bosques muy húmedo y pluvial montano bajo y pluvial montano.

El jaúl es una especie de crecimiento rápido, en plantaciones puede alcanzar hasta 25 m de altura con diámetro de 20 cm, en de diez años (11). En rotaciones de 20 años, el rendimiento anual oscila entre 10 y 15 m³ por ha/año (9). Alrededor de 680 m³/ha pueden ser producidos en plantaciones de 25 años (12). Otros autores reportan un crecimiento en diámetro de 2,9 cm al año (2,6,20).

Existe poca información sobre el manejo del jaúl (*Alnus acuminata* (HBK) O. Ktze.), especialmente en lo referente a los primeros raleos (17). El manejo de plantaciones forestales requiere no solo el conocimiento biológico del crecimiento de la especie, sino que es necesario cuantificar su volumen en términos de productos con posibilidad de mercado. Las pocas experiencias reportadas coinciden en iniciar la plantación con 1600 árboles/ha (12, 19, 24) y realizar el primer raleo a la edad de tres a cuatro años, y un segundo raleo a la edad de seis a siete años. Sin embargo, todos estos planteamientos carecen de información sobre la cantidad y tipo de productos y sus dimensiones, a obtener de dichas intervenciones. En el mismo sentido, se ha planteado un manejo de la especie basado en el índice de Hart con un S entre 20 y 25 por ciento (10, 24).

Como respuesta a la necesidad de conocer la producción de plantaciones forestales, se han planteado las técnicas utilizadas en estudios biomásicos. Kira y Shizei (8) mencionan que es factible predecir la producción de un árbol en términos de tipos y cantidad de productos, por medio de la medición de partes del árbol (alometría). Donde las relaciones se basan en el análisis de regresión con variables de fácil medición como el dap y el diámetro basal, entre otros. Este ha sido el procedimiento más utilizado por el Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía en Centroamérica (5, 14, 15), con algunas adaptaciones que han logrado resultados prometedores. Con relación al tamaño de la muestra, el CATIE (5)

recomienda el montaje de parcelas de 16, 25 ó 36 árboles, dependiendo de la variación del rodal con el cuidado de establecer tres a cuatro parcelas para cada condición de sitio o plantación.

La madera de jaúl ha sido utilizada para leña en su región nativa desde hace mucho tiempo, aunque no es su uso principal. Se emplea con frecuencia en puentes, pilotes, banistería, ataúdes, cajas, hormas para zapato, palos de escoba, fósforos y papelería en general (13, 21).

La madera tiene fibras fuertes e impregnables, con un factor Runkel (R) de 0,32, colocándolas entre las especies productoras de buena calidad de papel (3, 4, 11).

La madera es moderadamente liviana y presenta valores de 0,36-0,42 g/cm, el peso específico se reporta en 380-600 kg/m³ (1, 3, 4, 7, 18, 23).

METODOLOGIA

Se utilizó como base la metodología empleada por el Proyecto de Leña y Fuentes Alternas de Energía (5) con algunas modificaciones con el fin de adaptarla a plantaciones con fines diferentes a la producción de leña.

Se seleccionaron rodales considerados como representativos de la plantación y del sitio, eliminando las zonas excesivamente afectadas por el viento y altura de los árboles dominantes principalmente. Se establecieron seis parcelas de 20 m x 20 m, dos se ubicaron en Los Lotes (34 meses) y cuatro en Coronado (42 meses). En cada parcela en forma sistemática, se seleccionaron los árboles a cuantificar uno de cada tres árboles siguiendo las hileras. A cada árbol se le midió en pie: diámetro basal (10 cm de altura) al centímetro, diámetro a la altura del pecho (dap) al centímetro y la proyección del diámetro de copa en el suelo al decímetro; altura total al decímetro, altura comercial (a 2,5 cm de diámetro) al decímetro, altura de copa al decímetro, diámetro superior e inferior de cada poste al centímetro (cada poste mide 2,10 m de largo y mayor de 6,0 cm de diámetro menor). Posteriormente se cortó el árbol en productos siguiendo el orden de postes, leña parcial (se consideró todas las secciones menores de 6 cm de diámetro y mayores de 2,5 cm de diámetro) y follaje (las hojas y ramitas inferiores a 2,5 cm de diámetro). Cada producto fue pesado (peso verde) individualmente en una balanza de campo con precisión de 0,25 kg. Los productos leña parcial y postes de todos los árboles en conjunto, fueron estibados para ser medidos en estéreos, tomándose un promedio de tres mediciones por cara para su cubicación. De cada parcela se tomaron muestras (500 g aproximadamente) de cinco árboles de su follaje y fuste, con el fin de determinarles su peso seco constante al horno y obtener una relación de peso seco/peso verde.

En la Finca Los Lotes (Tres Ríos) se midió a los 32 meses de edad un ensayo de espaciamiento de jaúl, establecido con un diseño estadístico simple aleatorio, con tres tratamientos (2,0 m x 2,0 m, 2,5 m x 2,5 m y 3,0 m x 3,0 m) y tres repeticiones. Cada parcela es de 15 m x 15 m. Las variables medidas fueron: diámetro a la altura del pecho (dap) al centímetro, altura total al decímetro, mortalidad y espaciamiento (con un promedio de tres mediciones entre hileras y otras tantas entre árboles).

Los datos de las cuantificaciones fueron procesados en el centro de cómputo del CATIE*. Mediante el análisis de datos se obtuvo varios modelos de predicción para todos los tipos de productos. Dichas funciones fueron seleccionadas en base al Índice de Furnival, R^2 , F, desviación estándar del error, número de variables y significancia de t para sus coeficientes.

Sus datos de diámetro fueron ordenados en una distribución de frecuencia, con el fin de poder establecer interrelaciones con los distintos modelos de predicción de productos biomásicos. Con base en estas combinaciones se analizaron las distintas opciones de manejo del espaciamiento inicial.

La predicción del número de postes se logró con el uso de un modelo ajustado para *Alnus* en otro estudio de la especie realizado por los autores; en donde dicha función permitió estimar la altura relativa del árbol al diámetro deseado asignado (en este caso 6,0 cm para calificar como poste).

RESULTADOS Y DISCUSION

Modelos de predicción

Con el propósito de facilitar la determinación y predicción del crecimiento y productos de posible obtención, se trató de encontrar modelos relacionados con el diámetro a la altura del pecho y la altura, por ser variables prácticas y de fácil medición.

El Cuadro 1 presenta los mejores modelos seleccionados para cada uno de los parámetros de interés. Vale aclarar que para la predicción del número de postes por árbol, no fue posible encontrar una buena relación a partir del dap, tanto individual como asociado a la altura. El número de postes que se obtuvieron para cada clase diamétrica varió para los dos sitios.

Se debe señalar que además de ser sitios diferentes, fueron plantados con distanciamientos diferentes. Lo cual influyó en forma importante en las dimensiones de los árboles y en consecuencia, en su número de postes. De esta situación, fue necesario utilizar la siguiente ecuación que sí nos permitió obtener la altura deseada (en este caso el diámetro de 6 cm) para cada clase diamétrica. Conocida esta altura comercial, se pudo determinar fácilmente la cantidad de postes para cada clase diamétrica.

$$h_c = \frac{h_t \left[1,277 - \sqrt{0,866 + 0,692 \frac{d_{cc}^2}{d_{ap}}} \right]}{0,346}$$

h_t = altura total (m)

h_c = altura comercial (m)

d_{cc} = diámetro con corteza (cm) deseado

d_{ap} = diámetro a la altura del pecho (cm)

*El análisis y procesamiento de los datos fue realizado por J.R. Palmer y H. Palmer utilizando el paquete estadístico forestal PSP (Palmer's Statistical Package).

Cuadro 1. Modelos de predicción para Alnus acuminata en Costa Rica

Parámetro	Modelos de predicción	R ² (%)	VC (%)
volumen total con corteza (m ³)	$V = 0,00296 + 0,00007 d + 0,00003 d^2 h$	92	9
volumen total sin corteza (m ³)	$V = 0,05968 + 0,00029 dn + 0,00022 d^2 + 0,00002 d^2 h$	84	10
volumen comercial (leña) con corteza (m ³)	$V = 0,00296 + 0,00007 dh + 0,00007 d^2 + 0,00003 d^2 h$	92	9
volumen comercial (leña) sin corteza (m ³)	$V = 0,05982 + 0,00029 dn + 0,00022 d^2 + 0,00002 d^2 h$	84	10
peso seco de postes (kg/árbol)	$P = 5,87268 + 0,03669 dn + 0,13851 d^2$	60	18
peso seco de leña parcial (kg/árbol)	$P = 0,26116 + 0,15928 h + 0,035 d^2 - 0,00098 d^2 h$	98	32
peso seco de follaje (kg/árbol)	$P = 0,23053 + 0,02286 h + 0,06865 d^2 - 0,00299 d^2 h$	6	42
peso seco de leña total (kg/árbol)	$\ln P = -2,7894 + 2,28203 \ln d + 0,10157 \ln h$	93	9
peso seco de biomasa total (kg/árbol)	$P = 0,67922 + 0,04464 d^2 - 0,00262 d^2 h$	99	16
relación peso seco/fresco del follaje	$\ln P = 4,8131 - 0,01298 + 0,00125 d$	90	2
relación peso seco/fresco de la leña	$\ln P = -1,36878 + 1,088941 \ln d$	1	1

De la cual se obtuvo el siguiente modelo*

$$\frac{d^2 cc}{d^2 ap} = 1,104 - 1,277 \frac{h_c}{h_t} + 0,173 \frac{h_c}{h_t}^2$$

$$R^2 = 99\%$$

El peso de los postes mostró ajustes estadísticos confiables en varios modelos probados. Algunos de ellos presentaron problemas de significancia en sus coeficientes, los que podrán mejorarse en posteriores trabajos. Se debe aclarar que la información sobre el peso es útil principalmente para estudios de extracción de los productos y para tratar de obtener algunas relaciones con volumen y otras variables.

*GUTIERREZ E., E. Informe de la asesoría en el estudio del jaúl (Alnus acuminata (HBK) O. Ktze.), realizada por el Departamento de Ingeniería Forestal del ITCR. Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica, 1985.

Con respecto a la determinación de leña seca por árbol (comprendió todas las secciones del árbol entre 2,5 cm y 6,0 cm de diámetro) no se encontró una adecuada explicación a partir de los modelos en el análisis gráfico.

La predicción del peso del follaje seco se obtuvo con resultados aceptables. Algunos de sus modelos muestran ajustes buenos en este análisis preliminar, que pueden ser mejorados en posteriores estudios. Es importante señalar que el peso del follaje es una variable de difícil determinación, que depende directamente de las dimensiones de la copa del árbol, la cual está afectada por el espaciamiento de los árboles. Además, debe recordarse que *A. acuminata* es una especie sub-caducifolia y por tanto el follaje presenta variaciones fuertes durante el año. Una aplicación importante de la predicción del peso del follaje, es la utilización para encontrar el peso de la leña a partir de la diferencia entre peso de postes + peso de follaje - peso de biomasa total. Además se sabe empíricamente de la palatabilidad del follaje y de su potencial forrajero para las zonas lecheras, con lo que se podría esperar un mayor uso de la información generada en futuros estudios silvopastoriles.

Para la transformación del peso fresco medido en el campo a peso seco, se ajustaron varias ecuaciones con muy buenos resultados, entre ellas se seleccionó el mejor modelo, tanto para el follaje como para leña.

La leña total (peso de postes + peso de leña) obtuvo buenos ajustes con la mayoría de los modelos probados. Tomando en cuenta la facilidad de su uso y los criterios estadísticos utilizados, el modelo:

$$\ln P = 2,7894 + 2,28203 \ln d + 0,10157 \ln h$$

es el más recomendable. Otro modelo más simple, pero con menos precisión, por no incluir la altura como variable y pequeñas diferencias en los estimadores estadísticos es el siguiente:

$$\ln P = -2,72140 + 2,36371 \ln d$$

La biomasa aérea total (peso de postes + peso de leña + peso de follaje) obtuvo buenos ajustes con los modelos probados. Sin embargo, en las funciones que incluyen la altura como variable se presentan valores negativos en las primeras clases diamétricas, situación que podrá mejorarse en futuros estudios. Esta variable es de especial importancia para la realización de estudios de productividad de sitio y para la evaluación de tratamientos silviculturales, entre muchas otras posibles aplicaciones. Con base en la fácil medición de la biomasa aérea se puede tener una valiosa herramienta para el manejo forestal de la especie.

Con el fin de facilitar la cubicación de los árboles se desarrollaron varios modelos para la obtención del volumen comercial (2,5 cm de diámetro) con corteza y sin corteza y volumen total con corteza y sin corteza).

La transformación de m^3 a estéreos, fue lograda por medio de un cociente obtenido por la relación de los estéreos de cada parcela y la cubicación de sus respectivos árboles. Fue así como para obtener estéreos a partir de m^3 se utilizó el factor 1.9.

PROPIEDADES ENERGETICAS DE LA ESPECIE

Como complemento del estudio, se realizaron algunos análisis de propiedades energéticas. El Cuadro 2 muestra algunos datos del análisis preliminar, que evidencia una aceptable capacidad energética para leña en árboles maduros; y un poder energético alto para carbón, especialmente de plantaciones jóvenes. Es necesario realizar estudios más amplios que incluyan diferentes edades y zonas, con el fin de obtener datos más representativos.

Cuadro 2. Propiedades energéticas del jaúl en Costa Rica*

Jaúl maduro (20-25 años):	Leña	Carbón
kcal/kg	4 600	5 980
kJ/kg	19 255	29 218
volátiles (%)	86,40	25,22
cenizas (%)	0,34	0,65
carbono fijo (%)	13,26	74,13
Jaúl joven (2,0 - 3,5 años):		
kcal/kg		7 740
kJ/kg		32 399
volátiles (%)		8,51
cenizas (%)		1,28
carbono fijo (%)		90,21

*CALDERON, E. Centro de Investigación y Energía. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1985. Informe interno escrito.

CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO PARA CADA UNO DE LOS PRODUCTOS DE LA ESPECIE

En el Cuadro 3 se nota un nivel mayor de producción y rendimiento de todos los productos en las parcelas de Coronado en relación con las de Los Lotes. Debe señalarse que la plantación de Coronado fue establecida a 2 m x 2 m y tiene 42 meses de edad en el momento de su medición, y la plantación en Los Lotes tiene un distanciamiento de 2,5 m x 2,5 m y una edad de 34 meses al momento de su medición. Conviene resaltar que el Cuadro resume los datos de los sitios y con diferencias de edades entre ellos, por lo que no es posible compararlos directamente entre sí.

Sin embargo, el objeto de tal comparación radica precisamente en el hecho de indicar la influencia del sitio, el manejo y la edad en la estimación y obtención de productos.

Cuadro 3. Rendimientos e incrementos biomásicos de Alnus acuminata en dos sitios en Costa Rica

Parámetro	S I T I O	
	Coronado	Los Lotes
área/parcela (m ²)	400	400
edad (meses)	42	34
distanciamiento (m)	2,00 x 1,96	2,42 x 2,63
árboles/ha	2 225	1 425
postes/ha	3 392	2 225
dap promedio (cm)	7,51	7,97
altura total promedio (m)	10,79	9,49
biomasa aérea seca total (t/ha)	22,17	17,89
IMA (tm/ha/año)	6,33	6,32
leña total (tm/ha)	17,77	13,72
IMA (tm/ha/año)	5,08	4,85
leña total (m ³ /ha)	53,02	39,68
IMA (m ³ /ha/año)	13,14	14,02
estéreos/ha	99,24	74,23
IMA (m ³ /ha/año)	28,35	26,23
leña (%)	80,22	76,68

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD EN LA PRODUCCION Y RENDIMIENTOS PARA CADA UNO DE LOS PRODUCTOS

Paralelamente y con el objetivo de determinar la influencia de la densidad en la producción y rendimiento de productos, fue evaluado un ensayo de espaciamientos para esta especie en Los Lotes. El análisis detectó diferencias significativas para dap, ($P \leq 0,05$). Con base en la distribución diamétrica de los tratamientos del ensayo, se realizó su análisis y posterior comparación con los modelos de predicción de biomasa obtenida.

El Cuadro 4 muestra en resumen la producción y sus respectivos incrementos de los productos más importantes para cada uno de los espaciamientos. En forma general el distanciamiento 2 m x 2 m supera a los otros dos espaciamientos en los niveles de producción e incremento para todos los productos cuantificados. Este espaciamiento permite una cantidad mayor de árboles que en los otros dos tratamientos (a razón de un 23 y 49 por ciento, respectivamente); lo cual aumenta sus niveles de producción a pesar de sacrificar el crecimiento diamétrico (significativo al cinco por ciento entre 2 m x 2 m y 3 m x 3 m). La altura no tuvo variaciones importantes como era de esperarse, por lo que no participa en la

explicación de las diferencias de producción. Es así que se puede atribuir al mayor número de árboles/ha las diferencias encontradas en todos los productos entre los distintos espaciamientos.

Cuadro 4. Rendimientos e incrementos en biomasa según tipo de espaciamiento a los 32 meses de *Alnus acuminata* en Costa Rica

Parámetro	Espaciamiento (m)		
	2,0 x 2,0	2,5 x 2,5	3,0 x 3,0
árboles/ha	1 688	1 312	849
postes/ha	1 660	1 585	1 146
dap promedio (cm)	6,86	7,39	7,72
altura total promedio (cm)	7,77	8,10	7,87
mortalidad (No. individuos/ha)	707	281	116
biomasa aérea seca total (tm/ha)	14,18	13,22	9,36
IMA tm/ha/año)	5,44	4,97	3,52
leña total (tm/ha/año)	9,34	8,72	5,89
IMA (tm/ha/año)	3,70	3,28	2,21
leña total (m ³ /ha)	31,68	28,94	19,81
IMA (m ³ /ha/año)	12,18	11,13	7,62
estéreos/ha	59,74	54,60	37,37
IMA (m ³ /ha/año)	22,97	21,00	14,37
leña (%)	67,95	65,96	62,93

El porcentaje de leña del total de biomasa aérea manifiesta el mismo patrón de superioridad del distanciamiento 2 m x 2 m hacia el distanciamiento 3 m x 3 m, debido a que mayores dimensiones de copa (propias de mayores distancias de siembra) restan leña y aumentan el peso del follaje.

Es necesario mencionar que el estudio fue realizado en la época seca del año (marzo-abril), situación que pudo afectar el rendimiento de la especie, máxime si se considera que el jaúl es sub-caducifolio y en esta época hay incrementos menores.

Dado que tanto las parcelas de rendimiento como el ensayo de espaciamiento, estaban ubicados en el mismo microambiente, ya que uno de los tratamientos (2,5 m x 2,5 m) es similar al espaciamiento de las parcelas de rendimiento, fue posible realizar un análisis comparativo entre ambos. El Cuadro 5 presenta los datos y se puede observar que en términos de leña total, estas parcelas mostraron un incremento de un 37 por ciento en la producción y un 26 por ciento en IMA, en

tan solo dos meses de diferencia de edad. Similar comportamiento presenta la maduración en estéreos. El número de postes se incrementó en un 40 por ciento y el porcentaje de leña pasó de 66 por ciento a 77 por ciento.

Cuadro 5. Comparación de rendimientos e incrementos obtenidos en el mismo sitio y densidad con dos meses de diferencia en edad

Descripción	Unidades		Diferencias	
			Unitarias	(%)
edad (meses)	32	34	2	6,25
distanciamiento	2,5 x 2,5 m	2,5 x 2,5 m	-	-
árboles/ha	1 312	1 425	113	8,6
Postes/ha	1 585	2 225	640	40,4
dap promedio (cm)	7,39	7,97	0,58	7,8
altura total promedio (m)	8,10	9,49	1,39	17,1
mortalidad (No. de árb/ha)	281	175	106	37,7
biomasa aérea seca total (tm/ha)	13,22	17,89	4,67	35,3
IMA (tm/ha/año)	4,97	6,32	1,35	27,1
leña seca total (tm/ha)	8,72	13,72	5,00	57,3
IMA (tm/ha/año)	3,28	4,85	1,57	47,8
leña total (m ³ /ha)	28,94	39,68	10,74	37,1
IMA (m ³ /ha/año)	11,13	14,02	2,89	26,0
estéreos/ha	54,60	74,23	19,63	36,0
IMA (m ³ /ha/año)	21,00	26,23	5,23	25,0
leña (%)	65,96	76,68	10,72	16,2

Tales incrementos se deben principalmente al aumento en la altura promedio de 8,1 m a 9,5 m (17 por ciento), ya que el diámetro no manifiesta mayores diferencias (de 7,4 cm a 7,9 cm).

Se puede notar que a pesar de mantener un espaciamiento de 2,5 m x 2,5 m, los valores de las parcelas cuantificadas superan aún los niveles de espaciamiento 2 m x 2 m del ensayo. Por lo que se evidencia el efecto de la edad en los niveles de producción de esta especie.

ANÁLISIS ECONOMICO

Las decisiones de manejo deben ser fundamentadas tanto en el plano biológico del crecimiento y la producción, como en el económico. A pesar de no

contarse con estudios de costos de establecimiento por hectárea para los casos en estudio, es posible comparar algunos datos conocidos; tomando como base de comparación el costo de la mortalidad versus ingresos por venta de la leña.

Cuadro 6. Comparación de costos e ingresos según espaciamiento

Distanciamiento (m)			Mortalidad n/ha	Costo (€) (mortalidad)	Estéreos/ha
2,0 x 2,0			707	2 828	59,74
2,5 x 2,5			281	1 124	54,60
3,0 x 3,0			116	464	37,37

Ingresos (€)/na			Beneficio (€)/ha		Ingreso-costo (€/ha)
€200/m ³	€300/m ³	€400/m ³	a	b	c
11 948	17 922	23 896	9 120	15 094	21 068
10 920	16 380	21 840	9 796	15 256	20 716
7 474	11 211	14 948	7 010	10 747	14 484

A pesar de que son conocidos otros costos que pueden hacer disminuir el establecimiento de una hectárea con menos árboles (jornales, fertilizantes y rodajes principalmente) queda fácilmente comprobado con el único uso de la mortalidad, que el espaciamiento de 2 m x 2 m resulta más rentable que el espaciamiento 2,5 m x 2,5 m.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el método utilizado en la determinación de la producción de leña y otros productos, con sus variaciones según espaciamiento inicial, se puede concluir que:

El estudio realizado con la especie *A. acuminata* (HBK) v. Ktze. es de carácter preliminar por tanto sus resultados deben considerarse como tales.

Las estimaciones del volumen en sus diferentes modalidades (comercial y total), peso seco de leña total y la transformación peso seco/peso fresco de follaje y leña, pueden lograrse con bastante precisión utilizando los modelos obtenidos en el estudio.

Las estimaciones del peso de biomasa aérea total, peso del follaje y peso de postes se pueden obtener con una confiabilidad aceptable, susceptible de mejorarse en análisis posteriores.

La altura relativa deseada de un árbol puede obtenerse con un buen nivel de aceptabilidad a partir del modelo de Kozak (9) ajustado para jaúl, el cual puede mejorar con la inclusión de una mayor muestra de árboles en su ajuste.

El espaciamiento 3 m x 3 m presenta diferencias superiores significativas al cinco por ciento en el diámetro con relación al espaciamiento 2 m x 2 m.

El espaciamiento 2 m x 2 m es el que logra mayores niveles de producción e incremento en todos los productos de los tres analizados, cuya superioridad está basada en un mayor número de árboles por hectárea. En situación inversa, el espaciamiento 3 m x 3 m reúne los más bajos niveles de producción e incremento.

El jaúl presenta mayores tasas de crecimiento con edades superiores a los 32 meses.

Con los resultados obtenidos se puede considerar al jaúl como una especie de uso múltiple muy promisoría para la producción de leña y otros productos en las zonas altas de Costa Rica. Será de sumo valor continuar profundizando con estudios similares en el manejo de esta especie.

Con base en los análisis realizados, el espaciamiento de 2,5 m x 2,5 m muestra ser más remunerativo que los otros dos para la producción de leña, a los 32 meses y en un sitio semejante a Los Lotes.

La decisión con respecto al manejo más rentable está sujeta al conocimiento de datos actualizados de mercado para los productos a obtener, así como a diferencias de costos de establecimiento y mantenimiento en distintas condiciones de plantación.

Es recomendable que se continúe desarrollando estudios de espaciamientos, donde se analicen las variables biológicas del crecimiento y producción, así como variables económicas.

Es importante continuar con los estudios biomásicos, probando con otras edades, sitios y perfeccionando la metodología utilizada en el presente estudio.

Los estudios biomásicos es una herramienta para la toma de decisiones, manejo, evaluación y control de tratamientos aplicados a las plantaciones forestales.

LITERATURA CITADA

1. ACOSTA, I. Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica. San José, Costa Rica, IICA, 1967.
2. ALVAREZ, V. Estudio forestal del jaúl (*Alnus jorullensis*) en Costa Rica. Tesis Mag. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1956. 87 p.
3. CAMACHO, P. y CANESSA, E. Determinación de las características macroscópicas y microscópicas, los patrones de variación de fibras de especies tropicales y su efecto en la elaboración de pulpa para papel. Cartago, Costa Rica, ITCR, 1981. Centro de Investigación de Ingeniería en Maderas. 152 p.

4. COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL Y CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Informe Técnico Anual 1983. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía DGF-CATIE. San José, Costa Rica, 1984. 180 p.
5. COSTA RICA. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Proyecto para Leña y Fuentes Alternas de Energía. Turrialba, Costa Rica. CATIE-ROCAP, 1984. 115 p
6. HOLDRIDGE, L.R. The Alder (Alnus acuminata) as a farm timber tree in Costa Rica. Caribbean Forester. p. 44-57. 1951.
7. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE LA MADERA. Informe sobre un programa de ensayos de madera realizado para el Proyecto UNDP 192, investigación y desarrollo de zonas forestales de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, 1969.
8. KIRA, T. y T. SHIDEI. Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the western Pacific. Japanese Journal of Ecology 17: 70-87. 1967.
9. KOZAK, A., MUNRO, D.D. y SMITH, J.H.G. Taper functions and their applications in forest inventory. For. Chrom. 45: 278-283. 1969.
10. LEMCKERT, D. Silvicultura Tropical. 1980.
11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES y CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Especies para leña. Arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la Edición en Inglés. Turrialba, Costa Rica, 1984. 343 p.
12. POSCHEN, P. El jaúl, árbol prometedor para fincas en zonas lecheras de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General Forestal. Boletín Divulgativo No. 30. Costa Rica, 1980. 14 p.
13. RECORD, S.J. y HESS, R.W. Timbers of the new world. New Haven, Conn. Yale University Press. 1943. 640 p.
14. ROSE, D. y SALAZAR, R. Cuantificación de la producción de leña en un rodal de Gmelina arborea Roxb, en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 17 p. (mimeograf).
15. SALAZAR, R. Lineamientos generales para el manejo y evaluación de la producción de biomasa y leña para cercas vivas de Gliricidia sepium. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1983. 3 p. (mimeograf).
16. SALAZAR, R. Monitoreo y cuantificación del rendimiento en plantaciones para leña. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1984. 5 p. (Trabajo presentado en el Curso Manejo de Bosques para Leña. Managua, Nicaragua, 1984).

17. SANCHEZ, V.M. Planificación y ejecución de un raleo en plantaciones de jaú del Proyecto Haciendas Forestales de Coronado, S.A. Anteproyecto de Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica, ITCR. Departamento de Ingeniería Forestal, 1985. 32 p.
18. SERRANO, R. Características de cepillado, taladrado, lijado y torneado de 16 especies. In Seminario de Ingeniería de Maderas, 3ro. Cartago, Costa Rica, ITCR. 1983.
19. SICCO, G. Notas silviculturales sobre el Alnus jorullensis de Caldas, Colombia. Turrialba (Costa Rica) 21:83-88. 1971.
20. SMITH, D. Silvicultura Práctica. Barcelona, Omega, 1970. 544 p.
21. SOLIS, M. Alnus acuminata (HBK) O. Ktze. Curso de Silvicultura II. Cartago, Costa Rica, ITCR. Departamento de Ingeniería Forestal, 1984. 24 p.
22. TOSI, J. Mapa Ecológico de la República de Costa Rica. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical, 1969. Escala 1:750.000.
23. TUK, J., PICADO, F. y RUJAS, V. Características dasométricas, propiedades físicas y mecánicas de 17 especies maderables de Costa Rica. In Informe final del proyecto Propiedades físicas, mecánicas, preservación, durabilidad, cepillado, taladrado, lijado y torneado de 18 especies maderables de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, ITCR.
24. VENEGAS, L. Resumen sobre algunos aspectos silviculturales del Alnus jorullensis HBK. Manizales, Colombia, s.e., 1971. 5 p. (Estudio presentado en el Seminario sobre Alnus jorullensis (HBK), durante el III Foro de Corporaciones Forestales).

POTENCIAL DE AREAS EN BARBECHO PARA PRODUCIR LEÑA EN LA PENINSULA DE NICOYA, COSTA RICA

Mariano de J. Quesada Campos
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

El estudio presenta una evaluación preliminar del potencial del sistema de barbecho para la producción de leña en la península de Nicoya, Costa Rica.

Se hace una descripción de la situación leñera en esta región, con énfasis en aspecto como disponibilidad, demanda, consumo, mercadeo, y especies más usadas. Se puntualiza la importancia de los barbechos con base en comparaciones entre este tipo de unidades y las establecidas por el hombre para producir leña. Se presenta datos de rendimiento en términos de leña y biomasa total obtenidas con base en muestreos realizados en la península de Nicoya. Los rendimientos se dan en totales por hectárea y para cada una de las especies que componen el sistema.

Se requiere investigación más profunda en aspectos como espesura, turnos, relación rendimiento, características del sitio y tamaño de las unidades de evaluación, entre otras.

SUMMARY

This study present a preliminary evaluation of the potential of the fallow system to produce firewood in the Nicoya Peninsula, Costa Rica.

The firewood situation in this region is described, with emphasis on aspects such as availability, demand, consumption, marketing and the most frequently used species. The importance of fallow lands is stressed on the basis of comparisons between this form of land use and those established for the purpose of firewood production. yield data are given for firewood and total biomass as reflected in samples taken on the Nicoya Peninsula. Yields are given in total yield per hectare and for each one of the species in the system.

More detailed study is needed for aspects such as density, rotation, the relationship between yield and site characteristics and the size of sample areas, among others.

INTRODUCCION

Los precios cada vez más altos de los hidrocarburos y de la energía hidroeléctrica plantean un reto a las instituciones nacionales dedicadas a la investigación y la extensión, para dar respuesta a las necesidades de las familias y la pequeña industria en lo referente al abastecimiento de leña.

En el Pacífico Seco de Costa Rica, el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del CATIE, ha realizado experiencias en el manejo de sistemas agroforestales y plantaciones para producción de leña. Pero también existe en el área el sistema de barbecho que ha sido muy poco estudiado. En la península de Nicoya, Costa Rica, el barbecho se torna importante como fuente productora de leña para las familias y para la pequeña industria que consume 68 509 estéreos/año (6).

El agricultor que no es propietario de tierra recurre al arriendo de terrenos para producir allí los granos básicos que su familia necesita. En muchos casos el terreno se encuentra en barbecho y el arrendatario adquiere derecho de propiedad sobre la leña. Corrientemente vende la leña a los propietarios de la pequeña industria y con el producto compensa parte de los costos de producción. El convenio de arriendo por lo general dura un año o un periodo de producción. Luego de ello el dueño de la tierra lo convierte en potrero o lo vuelve a alquilar para cultivo. Según la experiencia de los agricultores, se puede cultivar maíz, frijol o arroz en tres años para luego regresar al barbecho.

En los casos expuestos anteriormente, el aprovechamiento del charral* o tacotal** consiste en quema del sotobosque para facilitar la intervención, tala rasa, extracción, apilamiento de leña y eliminación de deshechos. Las herramientas más utilizadas son la motosierra y el cuchillo. La leña es acarreada y apilada manualmente y las dimensiones de la estiba son definidas según las especificaciones del comprador.

La mayoría de las especies presentes se usan como leña. Tradicionalmente esta cosecha de leña se realiza en los meses de febrero y marzo, con lo cual el agricultor tiene un tiempo suficiente para continuar la preparación del terreno.

Algunos de los agricultores que son propietarios de tierras han establecido relaciones con sus áreas de barbecho, y a la vez con otros agricultores y la pequeña industria de la región. Inclusive, algunos de ellos han desarrollado sistemas de manejo con el fin de generar ingresos en épocas definidas mediante la venta de leña. Normalmente este manejo incluye actividades tales como tala rasa, establecimiento de cultivos agrícolas y manejo de rebrotes; en algunos casos se practica la extracción selectiva, podas o descumbre, enriquecimiento por siembra directa y protección de brinzales de especies valiosas.

En otros casos los propietarios de fincas medianas y grandes han mantenido el barbecho como reserva energética, o lo han manejado como sistema silvopastoril del cual obtienen refugio para el ganado, alimento para el hato durante la época

*Etapa sucesional que permite ser cosechada usando cuchillo.

**Etapa sucesional que por las dimensiones de los árboles, requiere de hacha o motosierra al cosecharse.

seca y leña para consumo interno o venta. En estos casos se ha venido practicando un manejo que consiste en podas y raleos que permiten la interacción de los componentes (árboles y ganado).

Algunas familias que no son propietarias del terreno ni del barbecho, practican la extracción de pequeñas cantidades de leña; generalmente son familias de escasos recursos, cuyos ingresos no les permiten pagar el precio de la leña ni su costo de transporte. En estos casos un miembro de la familia se encarga de recoger leña suficiente para un día o dos. Aunque es común que la labor consista en la recolección de ramas secas que han caído, también se incluye el uso de cuchillo para obtener leña de podas.

Otro grupo de personas relacionadas con el uso del charral para obtener leña son los que trabajan en la pequeña industria de la península de Nicoya, como las salinas, panaderías, caleras, restaurantes, talleres de cerámica, fábricas de tortillas y de jabón. Algunas disponen de tacotales propios que abastecen parte de las necesidades de leña; otras deben comprar la totalidad de la leña a arrendatarios de tacotales. En la mayoría de los casos los propietarios de la industria tienen recursos suficientes y reciben ofertas o bien pasan por las fincas comprando la leña de los barbecos en pie.

Lemckert (4) reporta que el 52 por ciento de los hogares en Guanacaste recogen la leña de los predios cercanos y en su propia finca, o bien les regalan la mata o el corte del charral. Además, un 46 por ciento la compra a propietarios de fincas o a arrendatarios de áreas de barbecho. Zamora y Núñez (6) anotan que 71 por ciento de los tipos de industria evaluadas en la península de Nicoya, obtienen la leña por compra.

Los estudios revelan que las especies más usadas para consumo doméstico son Guazuma ulmifolia (guácimo), Byrsonima crassifolia (nancite), Enterolobium cyclocarpum (guanacaste), Lysiloma seemannii (quebracho), Alibertia edulis (madroño) y Quercus spp. (encino) (5). Las especies más usadas por la industria son: G. ulmifolia, Cassia grandis (sandal), B. crassifolia, Caesalpinia eriostachys (saíno), E. cyclocarpum, Cordia alliodora, L. seemannii, Spondias mombin (jobo), Brosimum spp. (ojoche) y como preferidas G. ulmifolia y C. grandis (6).

El 31 por ciento de las industrias obtienen la leña de árboles en potrero, 25 por ciento de terrenos que limpian para cambio de uso y un cinco por ciento la obtienen de tacotales. El factor limitante en el uso de la leña ha sido su alto costo y la dificultad para conseguirla (6).

OBJETIVOS Y METODOLOGIA

El presente estudio tiene como objetivos evaluar en forma preliminar, el potencial de áreas de barbecho en la Península de Nicoya, Costa Rica, para producir leña, así como identificar algunas variables que permitan predecir la producción de leña en esas unidades.

Para definir la situación leñera en la región, y dentro de ella, y la importancia de los barbecos, se hizo una recopilación de datos cuantitativos y

cualitativos sobre el uso doméstico de la leña en la Península de Nicoya, Guanacaste con base en estudios realizados (1,3,4,5,8).

Se realizaron estudios para cuantificar de la producción de leña y biomasa total en tres sitios (Cuadro 1) de la Península de Nicoya, Costa Rica (una por sitio) de acuerdo con la metodología descrita por CATIE (2).

El Cuadro 1 recoge los datos básicos de los sitios donde se efectuaron las evaluaciones.

Cuadro 1. Datos básicos de los sitios donde se realizaron las cuantificaciones de leña y biomasa total en Nicoya, Costa Rica

Sitio	Zona de vida	Ubicación	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Pendiente (%)
Barra Honda	bh-P	10°08'N-85°21'0	140	2 304	26	55
La Tranquera	bs-T	09°57'N-85°05'0	40	1 770	--	13
Pochote	bs-T	10°08'N-85°18'0	40	2 304	27	5

Fuentes: Mapa ecológico del Dr. Tosi Jr.
Hojas cartográficas del Instituto Geográfico
Anuario Instituto Meteorológico

Para realizar la cuantificación se establecieron parcelas de 10 m x 10 m en los sectores más representativos en cuanto a densidad y frecuencia de especies y de acuerdo con la disponibilidad de terreno. La producción de especies se determinó con base en las siguientes variables: dap, diámetro basal, altura total, diámetro de copa, peso seco de leña (fuste y ramas), peso seco del follaje y peso total. Los barbechos estudiados tenían una edad aproximada de tres años. Hubo dificultad para determinar con precisión la edad de los rodales. Además, es posible que las dimensiones y el número de las parcelas no permitan obtener datos estadísticamente concluyentes, sin embargo son valiosos como guía para trabajos posteriores.

RESULTADOS

Los Cuadros 2 y 3 resumen las características evaluadas para las especies más frecuentes. En términos generales, se puede observar que el coeficiente de variación es alto para todas las variables evaluadas. Esto indica que los rodales regenerados en estos barbechos son poco uniformes en lo referente a las variables que describen las dimensiones de los árboles, lo cual es comprensible ya que se trata de regeneración natural, en la que el espaciamiento es irregular y por ende también la disponibilidad de luz y nutrimentos.

Cuadro 2. Características de crecimiento y rendimiento de las especies más frecuentes en Barra Honda, Nicoya, Costa Rica

Variable	Lonchocarpus sp.		C. arborea		Tabebuia spp.	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
número ejes	1,8	73	1,4	50	1,2	45
altura total (m)	5,3	24	5,3	15	4,3	26
dap (cm)	4,0	42	3,0	19	3,4	38
diám. basal (cm)	5,2	36	3,7	27	4,4	30
diám. copa (m)	2,0	37	1,7	36	1,7	29
peso fuste (kg)*	5,0	89	2,2	62	2,2	100
peso follaje (kg)*	1,8	95	0,7	90	0,8	63
peso total (kg)	6,5	92	2,8	64	2,8	97

*Peso seco al horno (80°C). El peso seco de fuste incluye leña de fuste y ramas.

La Figura 1 ilustra la frecuencia con que aparecen las especies en los tres tipos de barbecho. En las parcelas uno y dos, la especie más frecuente fue chaperno que representa el 45 por ciento del total de árboles en Barra Honda y 71 por ciento en La Tranquera. En la parcela tres la única especie presente fue randal. Otras especies presentes en la parcela uno fueron Calliandra arborea (25%) y Tabebuia spp. (26%).

Cuadro 3. Características de crecimiento y rendimiento de la especie más frecuente en La Tranquera y Pochote, Nicoya, Costa Rica

Variable	La Tranquera Lonchocarpus spp.		Pochote Cassia grandis	
	\bar{x}	CV (%)	\bar{x}	CV (%)
número ejes	1,9	55	2,1	64
altura total (m)	4,7	13	7,8	13
dap (m)	3,9	22	6,9	31
diám. basal (cm)	5,5	23	9,1	35
diám. copa (m)	1,9	36	3,3	36
peso fuste (kg)*	2,9	60	12,5	85
peso follaje (kg)*	1,0	65	2,0	72
peso total (kg)*	3,9	57	14,5	82

*Peso seco al horno (80°C). El peso del fuste incluye leña de fuste y ramas.

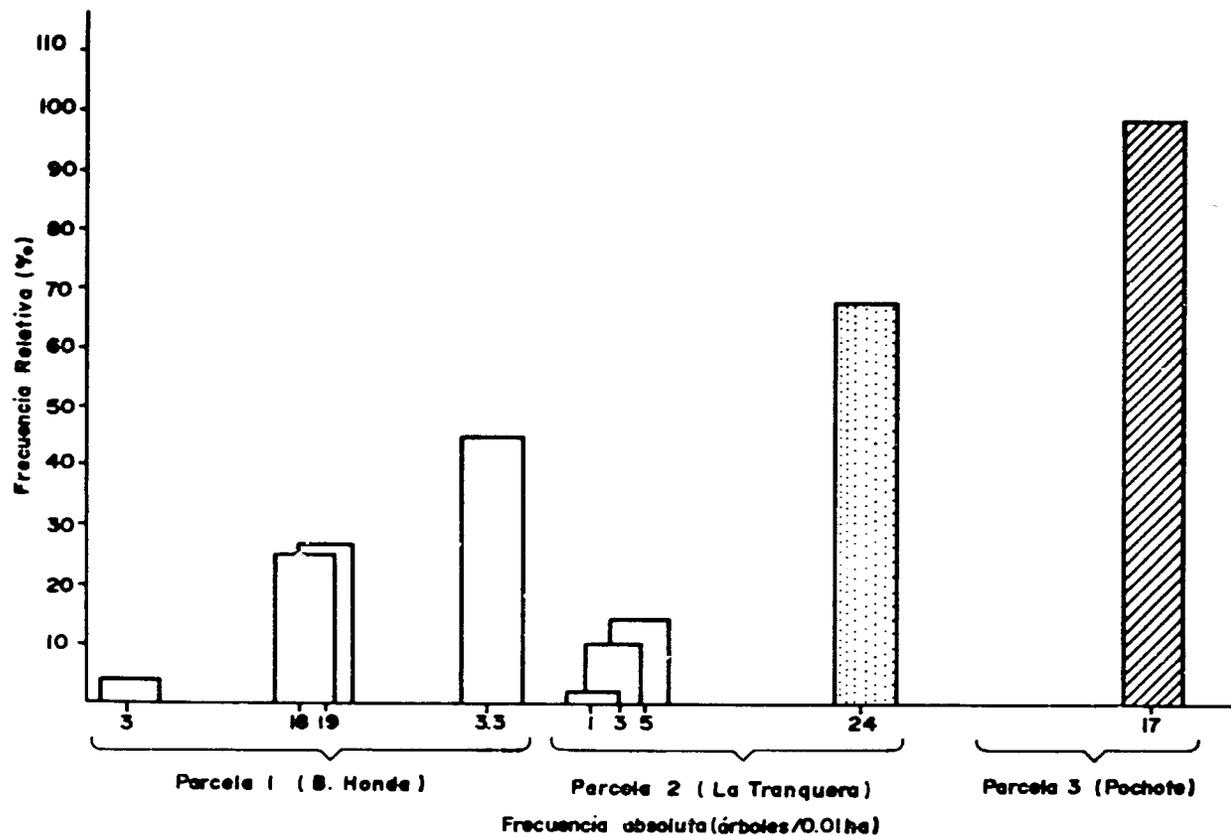


Fig 1. Frecuencia con que aparecen las especies en los sitios evaluados en la Península de Nicoya, Costa Rica.

En Barra Honda se encontró una densidad aproximada de 7300 árboles/ha y en La Tranquera 3400 árboles/ha. En el primer caso se observó una producción total de leña seca* de 27,8 tm/ha (9,3 tm/ha/año) y 35,7 tm/ha (11,9 tm/ha/año) de biomasa total. En el segundo caso se obtuvo una producción total de leña seca de 10,6 tm/ha (3,5 tm/ha/año) y 15,1 tm/ha (5,03 tm/ha/año) de biomasa seca total. En términos de leña apilada se obtuvieron 97,5 estéreos/ha (32,5 estéreos/ha/año) y 66,5 estéreos/ha (22,2 estéreos/ha/año), respectivamente.

Las Figuras 2 y 3 ilustran la distribución de cada especie en leña y biomasa total por parcela. En los sitios uno y dos la mayor producción de leña y biomasa total se obtuvo de *Lonchocarpus* spp. que aportó 65 por ciento de leña (6,9 tm/ha) y 62 por ciento de biomasa (9,4 tm/ha) en la parcela dos y 60 por ciento de leña (16,5 tm/ha) y 60 por ciento de biomasa (21,3 tm/ha) en la parcela uno. Para el caso de *C. grandis* (parcela 3) la densidad del rodal fue de aproximadamente 1700 árboles/ha. La producción total de leña seca fue de 21,2 tm/ha/año y 24,6 tm/ha (8,2 tm/ha/año) de biomasa seca total. En términos de leña apilada se obtuvieron 189 estéreos/ha (63 estéreos/ha/año).

El Cuadro 4 presenta, a manera de comparación, datos de rendimiento de leña en plantaciones y barbechos. A pesar de que se evaluó una parcela por sitio y que existen otras especies en otros tipos de barbechos, *Lonchocarpus* spp. es frecuente en dos de los tres sitios. El primero mostró un incremento anual de 1,8 m en altura y 1,3 cm en diámetro. En el segundo, el incremento anual fue de 1,6 m en altura y 1,3 cm en diámetro. En el tercer sitio, *G. grandis* mostró incremento anual de 2,6 m en altura y 2,3 cm en diámetro.

Cuadro 4. Comparación de rendimiento de leña en condiciones de plantación y de barbecho en Nicoya, Costa Rica

Tipo	Rendimiento (kg/ha/año)
plantación de <i>G. arborea</i>	10 000 a 18 000
plantación de <i>E. camaldulensis</i>	12 000 a 15 000
plantación de <i>L. leucocephala</i>	13 000 a 13 500
plantación de <i>M. scabrella</i>	13 000 a 18 000
plantación de <i>C. equisetifolia</i>	17 000 a 18 000
barbecho con predominancia de <i>Lonchocarpus</i> spp.	9 264
barbecho con <i>C. grandis</i>	7 060

Con respecto a la calidad de la madera de las especies presentes en los barbechos evaluados, el Cuadro 5 resume las propiedades de la madera de las especies más comunes.

*Peso seco al horno a 75°C hasta peso constante.

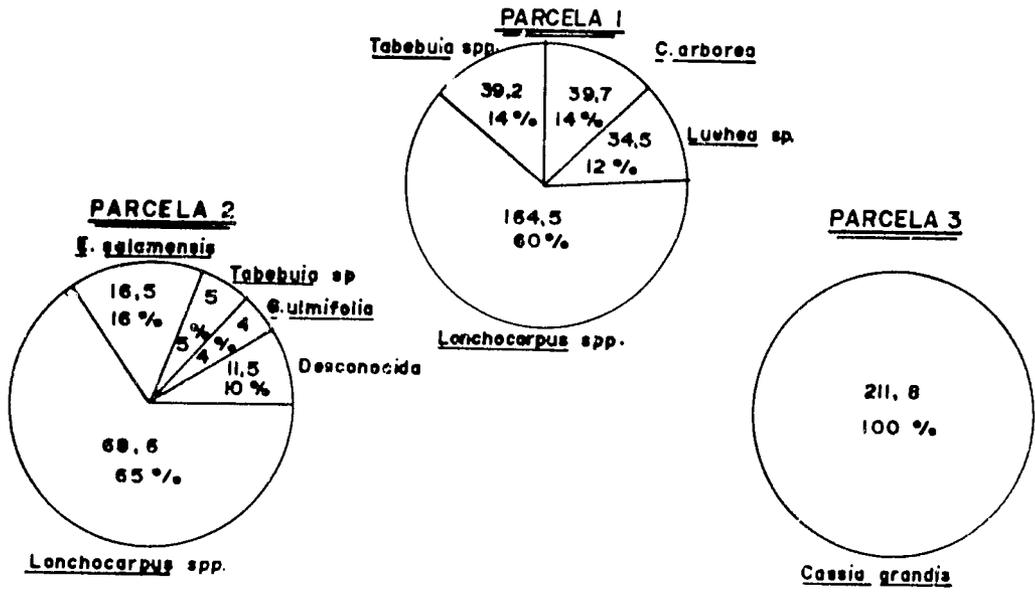


Fig 2. Contribución de las especies al peso total (kg) de leña en cada sitio

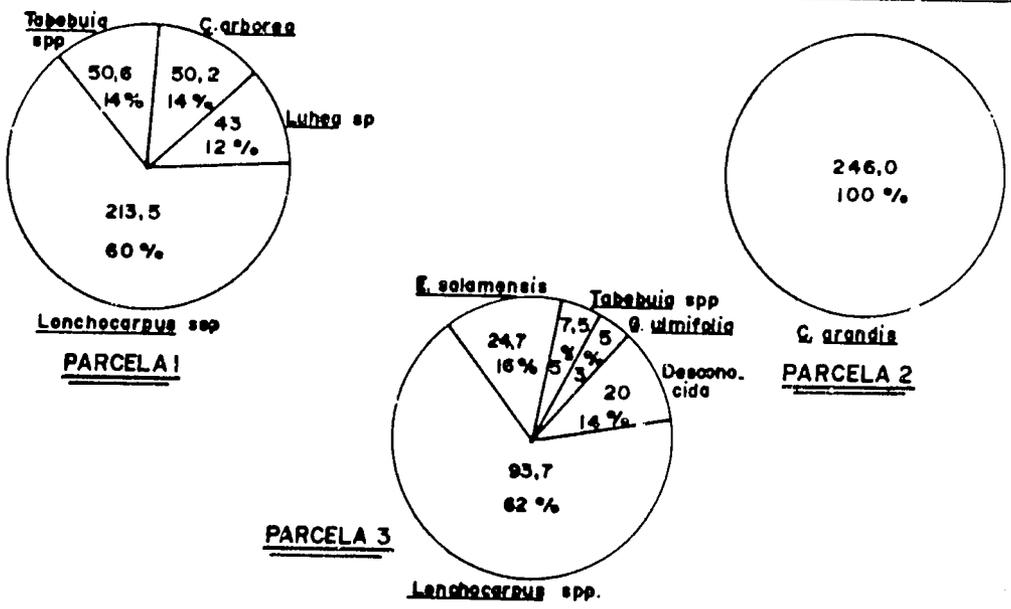


Fig 3. Contribución de las especies al peso de biomasa total (kg) por sitio.

Cuadro 5. Características de la madera de las especies más comunes en los barbechos evaluados en Nicoya, Costa Rica

Especie	Humedad			Gravedad específica (g/cm ³)	Poder calórico (kJ/kg)	Contenido ceniza (%)
	fuste (%)	ramas (%)	hojaje (%)			
Lonchocarpus spp.	39	42	51	0,78	18 451	0,91
C. arborea	35	40	59	0,63	18 493	0,75
Tabebuia spp.	41	42	45	0,60	19 455	1,02
E. salamensis	44	--	47	0,68	18 284	0,77
C. grandis	40	--	58	0,73	18 242	1,30

Con el fin de determinar la producción de leña a partir de las especies encontradas en condiciones de barbecho, se desarrollaron los siguientes modelos matemáticos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Modelos matemáticos desarrollados para predecir la producción de leña seca de especies encontradas en condiciones de barbecho en Nicoya, Costa Rica

Especie	Modelo	R ² (%)
Lonchocarpus spp.	$y = -2,493 + 4,440 \text{ dap h}$	64
Calliandra arborea	$y = -2,243 + 4,558 \text{ dap h}$	69
Tabebuia spp.	$y = -6,800 + 3,420 \text{ dap h}$	98
Cassia grandis	$y = -1,363 + 3,249 \text{ dap h}$	85

y = peso seco de leña en kg
dap (cm)
altura total (m)

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Posiblemente los propietarios de fincas medianas y grandes (más de 50 hectáreas) podrán mantener áreas de barbecho dentro del concepto de reserva energética o refugio para el ganado. Esta condición introduce elementos que a la postre podrían resultar contraproducentes para la labor de extensión forestal, por cuanto puede promover una relación con el barbecho basada en el aprovechamiento como un paso hacia el cambio de uso, sin que se piense en mantener por medio del manejo. Se corre, entonces, el peligro de relegar el concepto de utilización continua del recurso.

Es necesario recalcar que existen, aunque pocos, finqueros que están conscientes sobre los beneficios que produce el manejo de barbecho con miras a su utilización continuada. Estas personas serán una ayuda muy importante en el

trabajo de extensión forestal. No hay que dejar de lado la influencia que la industria ejerce sobre el manejo de tacotales y el mercado peninsular de leña. Las cantidades de leña que consume la industria y la urgencia con que la requiere son factores que tienen bastante peso sobre la concepción que el propietario de la finca tenga del uso del barbecho, así como sobre la tecnología aplicada y las épocas de cosecha.

La industria de la Península de Nicoya tendría serias dificultades para procesar la materia prima usando derivados del petróleo o electricidad. Ve allí que el uso de la leña representa una fuente importante de energía. Por esta razón es que algunos finqueros ven en el barbecho un recurso generador de ingresos que conviene manejar en vez de destruir.

Aún cuando los estudios realizados (5,6) no muestran una alta recurrencia de las familias y la industria al barbecho para obtener leña, se debe tener en cuenta que posiblemente esto se deba a que existen en mayor cantidad otros sistemas agroforestales como árboles en potrero, cercas vivas y sombra de cafetales. Lo cual no significaría que las comunidades lo consideren poco importante.

Ya que el barbecho constituye una etapa sucesional del bosque, cabe esperar una distribución irregular de los árboles en el sitio y variabilidad en las dimensiones de los mismos. Aunque en los casos estudiados las especies más frecuentes fueron Lonchocarpus spp. y C. grandis, también se han observado barbechos con predominancia de C. eriostachys, E. salmensis o G. ulmifolia.

De acuerdo con el estudio de Lenckert y Campos (5) el consumo promedio de leña seca por familia por día es de 15,7 kg lo cual significa 5730 kg/año. Un barbecho como el del sitio uno (Barra Honda) está en condiciones de producir 9264 kg/ha/año con una densidad de 7300 árboles/ha, lo cual indica que una hectárea de este tipo de barbecho podría abastecer las necesidades de 1,6 familias por año. El rendimiento en el sitio 3 (Puchote), con un 100 por ciento de C. grandis y una densidad de 1700 árboles/ha, es de 7060 kg/ha/año y podría proveer leña para 1,2 familias por un año.

Como se observa en el Cuadro 5, los rendimientos de leña en charrales no son más altos que los obtenidos en plantaciones. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que estos barbechos no han sido manejados. Su manejo podría incrementar rendimientos.

Lonchocarpus spp., mostró un incremento anual en diámetro de 1,3 cm sin intervención; considerando que los menores diámetros usados por la industria son de 8 a 10 cm, se puede esperar el logro de esas dimensiones en siete u ocho años. Pero además, es necesario considerar que el manejo de la densidad del rodal puede reducir el turno. C. grandis con un incremento anual en diámetro de 2,3 cm indica que con menos manejo se podría practicar aprovechamientos cada cuatro o cinco años.

La eventualidad de un hallazgo importante de petróleo y el descenso del precio del ganado podrían ejercer un efecto combinado que redunde en desestímulo de la actividad ganadera. Sería factible pensar, entonces, en la posibilidad de que ciertas áreas de fincas ganaderas fueran liberadas y se iniciara la sucesión para conformar charrales y tacotales. Ante estas circunstancias es de esperar que

el barbecho continúe siendo importante como fuente productora de leña. Igualmente importante seguirá siendo la labor de extensión forestal frente a los efectos negativos que pudieran generar otras actividades económicas.

Es necesario profundizar en la relación existente entre el comportamiento del barbecho y las características del sitio. Asimismo, es conveniente determinar la relación entre la distribución de áreas de barbecho dentro de la región y la calidad de los sitios donde se ubican. También es importante investigar lo referente al manejo de densidades y definición de turnos adecuados, y añadir en estructura y composición. Hace falta reforzar este estudio del barbecho con datos sobre costos de aprovechamiento y/o manejo; así como con información más detallada sobre el mercado. Queda pendiente determinar si los modelos matemáticos ensayados son aplicables a otros tipos de barbecho existentes en la zona.

LITERATURA CITADA

1. ADEJUWON, J. O. Fuelwood Productivity of Fallow Regrowth in Forest Areas of Nigeria. Universites des Nations Unies-Centro National de la Recherche Scientifique, 1980. 14 p.
2. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Serie Técnica. Manual Técnico No.1. 1984. 110 p.
3. DULIN, P. Situación leñera en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1984. 52 p.
4. LEMCKERT, A. Uso doméstico de la leña en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 20 p.
5. LEMCKERT, A. y CAMPOS, J.J. Producción y consumo de leña en las fincas pequeñas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No.16. 1981. 69 p.
6. ZAMORA, J. y NUÑEZ, R. Estudio sobre consumo y mercado de leña en pequeñas industrias de la Península de Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1983. 136 p.

PRERREQUISITOS SOCIO-ECONOMICOS PARA LA PLANTACION MADERERA RURAL

Gerald F. Murray
University of Florida
U.S.A.

RESUMEN

El desarrollo de nuevos insumos botánicos o de nuevas técnicas de producción constituyen solo una parte de la solución a la problemática de promover las plantaciones energéticas entre productores medianos y pequeños. A pesar de la escasez cada vez mayor de leña, la experiencia en distintos ambientes culturales parece indicar que existen ciertos prerrequisitos socioeconómicos, sin los cuales queda reducida la probabilidad de aceptación para producir leña por parte de una comunidad rural. Entre los factores a examinar están los siguientes:

1. Mercados locales para la madera. La probabilidad de aceptación aumenta cuando existe un mercado para la venta de leña o carbón. No es inconcebible que algunos productores planten árboles para leña para su autoconsumo, pero la probabilidad de que este movimiento alcance importancia cuantitativa es bastante reducida. A la gran mayoría de los productores les interesa producir para un mercado.

2. Tenencia individual de la tierra. Muchos planificadores demuestran una predilección filosófica hacia modelos colectivos o comunitarios de producción y algunos han intentado introducir la producción de leña como "actividad comunal", llevada a cabo en terrenos comunales. Los productores prefieren, en su casi totalidad, modelos individualizados de producción, restringiendo sus inclinaciones colectivas si acaso a la comercialización de lo que han producido como individuos. La rapidez de aceptación de plantaciones madereras será mayor en aquellos donde los productores gozan de acceso a sus propios terrenos y donde los planificadores no introduzcan el proyecto en el contexto de modelos colectivos de producción de impuestos.

3. Derecho a corta de madera. En varios países las leyes en contra de la corta de madera leyes creadas para proteger los bosques sirven la función pedagógica de desincentivo para plantar madera. Como la propiedad privada, los agricultores no quieren cubrir sus terrenos con vegetación para cuya cosecha necesitarán permiso gubernamental.

SUMMARY

The development of new botanical products or new production techniques constitutes only a part of the solution to the problem of promoting energy plantations among small and medium producers. In spite of the growing scarcity of fuelwood, experience in distinct cultural environments seems to indicate the existence of certain social-economic prerequisites without which the probability of enthusiasm for fuelwood production on the part of a rural community is reduced. Among the factors to be examined are the following:

1. Local markets for wood. The probability of acceptance increases when there is a market for the sale of fuelwood or charcoal. It is likely that some farmers plant trees for their own consumption, but the likelihood of that movement becoming quantitatively important is quite low. The great majority of producers is interested in production for market purposes.

2. Individual land ownership. Many planners show a philosophic predilection toward collective or community models of production and some have tried to introduce fuelwood production as a community activity, carried out on community lands. However, producers almost always prefer individual production models restricting any collective inclinations to marketing that which they have produced as individuals. Even in communities where partnerships are common, a hesitancy is noticed on planting trees as partners. The rapidity of acceptance of tree plantations will be greater where producers enjoy access to their own lands, and where planners do not introduce the project in the context of collective production models.

3. Rights to cut wood. In several nations the laws against tree cutting (laws created to protect forests) paradoxically serve as disincentives for tree planting. Under private property systems, farmers do not want to cover their lands with vegetation which they need government permission to harvest.

INTRODUCCION

Este trabajo abarca la problemática de barreras socio-económicas a la plantación de leña, empezando con la presentación de un modelo de organización que ha tenido cierto éxito preliminar en la isla de Haití. Se presenta las decisiones programáticas tomadas para la aceptación de la agroforestería entre unas 30 000 familias campesinas haitianas. Luego se identifica varios factores socio-económicos y socio-políticos que podrían impedir la implementación de un modelo de extensión parecido en otros países de América. Por último se proponen unas medidas prácticas para minimizar esas barreras.

EL PROYECTO AGROFORESTAL HAITIANO

Antecedentes socio-económicos

Cualquier proyecto debe encajar con la realidad socio-económica del país en que se realizará. Haití tiene ciertas características que determinaron el enfoque del esfuerzo para promover la plantación de árboles madereros entre los campesinos de esa isla.

Tenencia de la tierra. El sistema de tenencia de la tierra que prevalece en Haití es minifundista. La explotación promedio en muchas regiones donde existen datos cuantitativos varía entre 1,0 ha y 1,5 ha. Los campesinos (más del 80 por ciento) se describen como "propietarios" es decir dueños de por lo menos una parte del terreno que explotan.

La explotación típica haitiana se caracteriza por una heterogeneidad interna en cuanto a la tenencia de las parcelas. En primer lugar, la explotación raras veces se encuentra físicamente unificada. Al contrario, la explotación típica de una hectárea se dividirá en tres, cuatro y en algunas regiones hasta en cinco parcelas pequeñas. Además, gran parte de las explotaciones tomarán la forma de tierras alquiladas o tierras trabajadas a medias. A diferencia de muchos otros ambientes latinoamericanos, sin embargo, los terratenientes y los dueños de las parcelas alquiladas, son campesinos ellos mismos, vecinos o parientes del agricultor inquilino o mediero. La imagen general que emerge de la tenencia de tierra en Haití dibuja un campesinado dueño de su tierra. En las llanuras con riego existen latifundios, sin embargo abarcan una parte mínima de la superficie explotada en Haití, a diferencia de la gran importancia estadística del latifundio en otros países de América. Esta situación de propiedad (aunque sean pequeñas propiedades) abrió la puerta a la plantación de árboles en una escala asombrosamente grande.

Orientación comercial. La mayoría de los campesinos haitianos, a pesar del tamaño pequeño de sus explotaciones, dirigen gran parte de su energía económica hacia el mercado. En este sentido difieren, por ejemplo, de ciertos campesinados centroamericanos, quienes producen en primera instancia el maíz y el frijol necesarios para el autoconsumo familiar. Los campesinos haitianos asignan gran parte del maíz, sorgo, arroz, que producen al mercado interno, aún sabiendo que, después tendrán que comprar estos alimentos a un precio más elevado. La cosecha se considera un fracaso si el agricultor no logra obtener alguna ganancia monetaria. Como se verá, esta tendencia acaba permitiendo actividades agroforestales que de otra manera difícilmente serían posibles.

Mercado para carbón y madera barata de construcción. Otra característica del medio ambiente haitiano es la presencia de un fuerte mercado para madera, tanto a nivel interno como de exportación, y una demanda comercial extraordinaria para el carbón. En las ciudades, el combustible más común es el carbón. Y la misma tecnología de la cocina rural (anafes) utiliza en algunos lugares carbón en vez de leña.

La demanda de madera para construcción barata permite al campesino haitiano ganar un ingreso mínimo con la corta de árboles que pueden convertirse en tablas (un proceso que en Haití rural se realiza a mano). De igual manera se genera ingresos vendiendo madera redonda y palos.

Pero es el mercado del carbón el que constituye el apoyo más importante para muchas familias rurales. Durante las épocas económicas "muertas", miles de familias campesinas de los sectores más pobres y de las regiones más áridas se dedican a la corta de árboles o arbustos cuyas características físicas no son aptas para la construcción, pero de cuya madera se puede hacer un carbón con propiedades caloríficas apropiadas para la cocina normal. La especie preferida en el pasado era 'gayak' Lignum vitae. Con la desaparición de éste, el campesino se ha dirigido hacia Prosopis juliflora (en Creole, bayaonn); en República Dominicana se le llama cambrón). Pero el carbón se hace también de otras especies. El valor calorífico pobre de algunos de estos otros árboles reduce el precio que se le paga al productor. Pero aun así, el carbón resulta negocio bueno para aquellas familias que carecen de otros recursos.

Los árboles que se cortan para satisfacer la demanda nacional de carbón provienen en su gran mayoría de terrenos del Estado, ubicados en regiones áridas. Estos terrenos continúan siendo del Estado principalmente porque carecen de valor agrícola. El Estado haitiano era dueño, en una época, de la mayor parte del terreno nacional. Pero de una manera quizá única en América, se hizo vendedor de terreno en gran escala en el siglo XIX, a fin de generar dinero. Encontró compradores (en su mayoría los ancestros de los campesinos de hoy en día) solo para terrenos con utilidad agrícola. Actualmente, con excepción de ciertas regiones cafetaleras, los terrenos públicos que quedan se encuentran en regiones sumamente áridas con suelos empobrecidos. La madera que utilizan los campesinos contemporáneos para el carbón viene de estos terrenos.

Conceptualización de un proyecto de extensión agroforestal

En este contexto socio-económico nació un nuevo enfoque hacia la plantación de árboles madereros por campesinos pequeños y medianos. Al analizar las causas del fracaso de muchos proyectos forestales en Haití se hizo las observaciones siguientes:

Economía sí, ecología no. Se observó que gran parte de los proyectos de forestación empleaban mensajes ecológicos para motivar a los campesinos a plantar árboles; enfocaban las desventajas ecológicas de la deforestación (sobre todo la erosión) y las ventajas restaurativas y conservadoras de los árboles. Sin embargo, los campesinos ya se daban cuenta de estas ventajas y desventajas. Cortaban árboles, no por estupidez ecológica, sino por necesidad económica. Dicho de una manera más analítica, se ven obligados a reparar menos en los flujos orgánicos o edáficos que afectan sus parcelas que los flujos económicos que afectan más inmediatamente su bienestar alimenticio y el de sus niños.

La hipótesis que se planteó fue que la plantación de árboles sería adoptada por los campesinos solo cuando se les presentara como una actividad con fuerte repercusión positiva en el flujo de dinero hacia sus carteras. Esta actividad, claro, tendría positivos efectos ecológicos. Sin embargo, estos efectos ecológicos solo vendrían como resultado secundario de actividades que emprenden los campesinos con fines económicos. Tanto los mensajes del proyecto como las medidas programáticas concretas, deben dirigirse principalmente a las implicaciones económicas de los árboles.

No se eliminarían por completo los mensajes ecológicos, pero se les daría una importancia secundaria, la misma importancia secundaria que tienen para los agricultores. Es decir, el proyecto debe dirigirse menos a la meta de "cambiar actitudes" del campesino y más a reconocer la lógica de esas actitudes y estructurar el programa de tal manera que haga posible una solución por lo menos parcial a esas necesidades económicas.

La corta de árboles como conducta económica válida. Otro mensaje muy mal fundado que utilizaban muchos proyectos era que el cortar árboles constituía una conducta irresponsable por parte de las masas rurales. Se propuso un modelo para redefinir el problema: la madera continúa siendo un producto extraído en vez de cultivado. Hace unos doce mil años el género humano empezó a abandonar la estrategia de extraer su comida de la naturaleza, y empezó a sembrarla, pero la madera y la leña continúan siendo bienes libres. La meta no debe ser parar la extracción, sino cultivar el bien escaso que está siendo extraído, convertirlo en una cosa sembrada, igual que la comida. Una vez que la población esté plantando la madera de la misma manera que se siembra la comida, ya no habrá razón de restringir la corta. El que planta madera sobre su propio terreno (el que invierte su dinero y su labor en esta cosecha) tiene el mismo derecho de cosecharla que el sembrador de cualquier otro cultivo.

El mensaje a los agricultores no debe ser que el cortar madera es malo, el cortar madera es una conducta económica válida siempre y cuando el cortador de esa madera es el ser humano que la plantó. Este mensaje, tan lógico y sencillo, debe constituir la base conceptual de un proyecto, no aquellos mensajes restrictivos y negativos, ni tampoco aquellos mensajes altruistas tan poco convincentes, de que uno debe plantar madera para la patria o para los bisnietos. La madera es un bien económico en primera instancia, y los diseñadores de proyectos deben captar bien claramente este hecho, y estructurarlo dentro de su concepción pragmática.

La madera como cosecha comercial. La cristalización de estos conceptos toma la forma de un proyecto en que la madera se introduce como una cosecha comercial. El involucramiento de los campesinos haitianos en una economía agraria orientada hacia el mercado hace sumamente factible este enfoque. Ya existen dos patrones antropológicos que forman la base de este proyecto:

1. Orientación comercial. Los campesinos, aún los pequeños, venden gran parte de lo que producen. Dicho de otra manera, ya existe el hábito profundamente arraigado de utilizar la tierra para generar dinero.
2. Orientación comercial hacia la madera. De la misma manera, los campesinos haitianos ya saben que pueden ganar dinero cortando y vendiendo madera, sea en forma de carbón o madera para construcción.

El proyecto se propuso la meta de lograr, por primera vez en la historia de Haití, una síntesis de estas dos conductas. El proyecto trataría de hacer posible la plantación de madera de crecimiento rápido como una nueva cosecha comercial.

Organización del Proyecto

El principal financiamiento para este proyecto proviene de USAID, pero también se ha recibido apoyo de organizaciones canadienses, suizas y belgas. La planificación abarcó tres ramas:

1. Técnica. Se seleccionó especies maderables de crecimiento rápido: Leucaena leucocephala, Cassia siamea, Azadirachta indica, Casuarina equisetifolia, Eucalyptus camaldulensis. Para minimizar barreras físicas de transporte, se desechó el método de bolsas de polietileno y se adoptó una tecnología de pequeños cartuchos que producían "plántulas más pequeñas". (Una camioneta transporta 20 000 de estas plántulas, en vez de las 250 bolsas tradicionales). También, como elemento técnico, se desarrolló un paquete de cuatro posibles estrategias para colocar las plántulas de manera tal que minimizara la interferencia con la producción de comida.

2. Microeconómica. La planificación microeconómica tomó la forma de un convenio con los campesinos participantes, el cual les aseguraba que, una vez plantados, ellos serían los dueños de los árboles, podrían cosechar y vender la madera cuando les conviniera.

3. Institucional. La planificación institucional tomó la forma de un modelo de implementación no gubernamental. Se trabajó con una organización privada con oficinas en la ciudad capital. Esta organización (cuyas actividades dirigió durante los dos primeros años del proyecto), hizo contactos con otras organizaciones privadas (como agrupaciones campesinas, parroquias, etc.) en las zonas rurales de todas partes de Haití. Estas organizaciones escogieron promotores locales para explicar los objetivos y condiciones de entrada en el Proyecto. Se enfatizó que la participación era completamente voluntaria, y calculó los ingresos posibles que tocarían a los campesinos que asignaran la quinta parte de una hectárea a estos árboles, plantados de una manera que permitieran la siembra continua de comida, por lo menos hasta que la competencia con la sombra no fuera demasiado fuerte.

Resultados del Proyecto

La respuesta del campesino a este enfoque comercial ha sido extraordinaria. El proyecto se comprometió a plantar durante unos cuatro años, tres millones de árboles en los terrenos de 6000 familias campesinas. Pero la respuesta de las comunidades campesinas fue tan positiva que el Proyecto logró plantar, 15 millones de árboles en el tiempo asignado. Unas 30000 familias campesinas haitianas, ubicadas en todo el territorio nacional, ya tienen su parcela de 500 árboles maderables, con miras a la cosecha en unos cuatro o cinco años. Esta plantación de 15 millones de árboles ha sido realizada sin el desembolso de dinero para sueldo de los trabajadores. Parte del convenio era que los agricultores plantarían estos árboles bajo las mismas condiciones que siembran sus otras cosechas, es decir, sin que nadie les pague. Mientras otros proyectos en Haití muchas

veces no podían ni regalar las plántulas, este Proyecto Agroforestal tiene como problema principal el hecho de que cuesta trabajo producir todas las plántulas necesarias para satisfacer la demanda campesina.

La tasa de sobrevivencia de los árboles fue alrededor de 60 por ciento después de un año. Esta cifra es el promedio de un patrón bimodal que establece que la sobrevivencia es alta en zonas húmedas y baja en zonas áridas. La mortalidad se asocia, no con descuido (por ej., daños de animales sueltos) sino con fluctuaciones climatológicas. Es decir, los agricultores están dando a los árboles el mismo cuidado que dan a sus cultivos tradicionales: el árbol ha comenzado a ser un cultivo comercial. Esta era la meta del proyecto.

Barreras socio-económicas para la repetición en otros lugares

El Proyecto Agroforestal Haitiano necesita varias modificaciones y mejoramientos, pero ha tenido éxito por lo menos en estimular la siembra de árboles. Sin embargo el Proyecto no se puede repetir mecánicamente en otros países de América. Como se señaló antes, el Proyecto fue diseñado para "encajar" de una manera precisa con la realidad socioeconómica haitiana. Mediante la planificación o evaluación de proyectos forestales o agroforestales en otros países (República Dominicana, Costa Rica, Guatemala, Honduras y Perú) se ha identificado algunas diferencias importantes. Existen barreras que podrían impedir la ejecución de un proyecto parecido en otros ambientes.

Tenencia de tierra

El enfoque adoptado por el Proyecto Haitiano presupone un campesinado que tiene acceso a su propio terreno. En muchas regiones de América Latina, este prerequisite no existe. Hay regiones donde una gran parte de la población alquila terreno. Es muy poco probable que surjan arreglos espontáneos de aparcería cuando se trata de los árboles. La aparcería se lleva a cabo generalmente con cosechas de ciclo corto.

En varias partes del mundo se ha notado una incompatibilidad de la plantación de árboles y la prevalencia de patrones de aparcería en una región. En el caso africano, es el terrateniente quien prohíbe que sus inquilinos o medieros siembren árboles. Las tradiciones y leyes en varias partes de África dan un derecho prescriptivo sobre la tierra a quien planta un árbol. En América Latina puede existir esta renuencia o miedo por parte de un terrateniente; pero en la mayoría de los casos parece que es el inquilino mismo el que renúsa plantar árboles. Por lo general, la plantación de árboles sobre un terreno poseído por otro no le da al plantador derechos sobre el árbol ni sobre el terreno mismo. Por eso en América Latina los aparceros no se sienten inclinados a la plantación de árboles, aún cuando estos árboles pudieran generar ingresos: esos ingresos podrían ir a parar a manos del dueño de la tierra.

Si un proyecto agroforestal del tipo haitiano se introduce en una zona donde prevalece la aparcería, los terratenientes pueden plantar árboles de valor comercial y simplemente cancelar el acceso de los aparceros a la tierra. Dicho de una manera más concreta, un proyecto agroforestal, en vez de beneficiar a los pobres, puede conducir a un empeoramiento de su condición. Por éso es que el problema de la tenencia de la tierra tendrá un impacto sumamente importante sobre la factibilidad de un proyecto agroforestal. Desde un punto de vista puramente técnico o ecológico, lo que importa son los árboles, no la identidad del planta-

dpr. Pero desde un punto de vista social y socioeconómico, la convicción de los aparceros tendría que calificarse como un resultante no aceptable de un proyecto. De una manera muy paradójica, la misma desigualdad que crea tantos problemas para los pobres, también crea problemas, en algunos casos, quizás insuperables, para los diseñadores de programas de plantación de árboles.

La cuestión de terrenos ejidales o comunales

Existe en el repertorio de por lo menos algunos técnicos y planificadores, la noción de que los árboles pueden plantarse en terreno comunal. Es decir, los árboles plantados con propiedad, no de un individuo o de una familia en particular, sino de alguna entidad gerencial más grande.

La evidencia empírica en cuanto a este patrón es abrumadora. Los casos soviéticos y chinos clásicos de la imposición de modelos agrarios colectivos indican claramente la existencia de rendimientos agrícolas más altos en aquellas parcelas donde se les concede a familias particulares el derecho de sembrar o comercializar sus propios productos. En una conferencia sobre tenencia de la tierra y agroforestería, organizada en Nairobi, Kenya, en mayo de 1985, varios presentes suministraron evidencia de que existe una tendencia espontánea de plantar y cuidar árboles solo en aquellas regiones donde existe la privatización de terrenos. (Esta información se refería principalmente a África y Asia).

Existe muy poca evidencia que justificaría la implementación de modelos productivos colectivos para los árboles en América Latina. Entre los campesinos "mestizos" o "ladinos" existen patrones de propiedad individualizada. Aún entre grupos indígenas (sean de los altiplanos o de regiones selváticas) el modelo productivo agrario dominante o único es el de la producción individualizada. En el caso de grupos de los altiplanos, donde se encuentran terrenos ejidales, estos terrenos se utilizan principalmente para pastoreo común o para extracción gratuita de leña. Pero la producción agrícola se lleva a cabo por lo general en otras parcelas individualizadas. Y en aquellos casos donde se asignan terrenos ejidales para producción agropecuaria, los cultivos se producen por individuos, no por entidades colectivas.

La implementación de programas de plantación de madera por entidades colectivas, por lo general refleja más los prejuicios de los planificadores que las preferencias o costumbres de los beneficiarios. Existe el patrón curiosísimo y problemático en algunos círculos profesionales de que uno que otro planificador, que tiene su propia propiedad y carrera completamente individualizada, acude espontáneamente a modelos de producción colectiva cuando se trata del campesinado. Esta inclinación debe cuestionarse. Si el objetivo de un programa es motivar la plantación de madera de crecimiento rápido como una cosecha cualquiera, esta madera debe introducirse en el mismo contexto productivo y de propiedad que gobierna los otros componentes del régimen productivo local. En América Latina esto implica que la madera debe ser plantada bajo las mismas condiciones individualizadas en las cuales los campesinos prefieren sembrar, su maíz, frijol y otros productos.

Demanda reducida para la leña

El modelo de proyecto que se ha presentado en la primera parte de este trabajo presupone para su factibilidad la presencia de una demanda comercial para

la madera que se planta. En Haití como vimos, existen dos mercados: el de combustible (en forma de carbón) y el de madera de construcción.

Aquellos proyectos en países latinoamericanos que se definen como proyectos de leña tienen el gran inconveniente que la demanda comercial para la leña parece ser bastante reducida. El agricultor que planta una parcela de árboles para leña tiene muy poca esperanza de obtener un ingreso monetario impresionante con esos árboles. Falta un verdadero incentivo económico para tal actividad.

En vista de esto, algunos técnicos tratan de promover esta actividad con el mensaje de autosuficiencia. Si se planta leña, ya la familia podrá tener toda su leña en el patio de su casa; ya la mujer y los niños no tendrán que ir lejos en busca de leña. Tal mensaje fue en medio de los dos aspectos antes mencionados, el puramente ecológico y el económico/comercial. Sin embargo el impacto de tal mensaje en la conducta y el entusiasmo campesino se acerca más a la indiferencia provocada por mensajes ecológicos que el entusiasmo provocado en Haití por el mensaje económico. Los campesinos plantarán algunos árboles para leña (sobre todo para no ofender a los técnicos) pero dudo seriamente si tal mensaje llegue a provocar gran interés por los árboles. El flujo de árboles llegará a ser un chorrillo, no el río caudaloso de árboles que se ha desencadenado en Haití.

¿Por qué existe una demanda comercial por carbón en Haití (y en República Dominicana), pero no en la mayor parte de Centroamérica? La respuesta puede estar ligada con diferencias culturales. Sospecho, sin poder probarlo aquí, que el carbón como combustible de cocina, es mucho más aceptable entre poblaciones con un sector de derivación africana. La respuesta ciertamente está ligada con diferencias tecnológicas en la cocina. Donde se usa el comal como superficie de cocinar (como en varias partes de Centroamérica o donde se usa el sistema de tres piedras, no se puede usar el carbón. Este último presupone una tecnología de cocinar basada en un recipiente elevado como el anate antillano.

La falta de tal aparato y de tal tecnología produce en muchas partes de América una conversión al empleo de combustible importado, aún entre estos sectores pobres que en Haití o Santo Domingo seguirán empleando el carbón. Por razones logísticas y comerciales, no es "buen negocio" transportar la leña más de 20 kilómetros. El carbón, con su energía más "compacta" y por lo tanto, su precio más elevado por kilo, sí puede transportarse distancias largas. Pero donde faltan tradiciones y tecnología de cocina con carbón, la gente urbana se verá obligada a usar combustible importado.

Para resumir, la falta de demanda comercial fuerte para la leña pone a proyectos de leña en una posición un poco débil frente a los agricultores pequeños y medianos. Como ya se dijo, la plantación de árboles, con sus efectos ecológicos positivos, vendrá solo como efecto secundario de actividades en las cuales el campesino se compromete por razones económicas/comerciales. La leña en Centro y Suramérica por lo general ofrece una promesa económica débil.

El Estado, dueño de la madera

¿Por qué entonces no enfatizar la plantación de madera para la construcción? Existe en la mayor parte de los países latinoamericanos un patrón curioso y dañino para la reforestación. Los científicos sociales distinguen correctamente entre "tenencia de tierra" y "tenencia de árboles", para designar aquellos

casos culturales donde la gente puede ser dueña de árboles, sin ser dueño de la tierra en que los árboles están ubicados. Pero en América Latina pasa justo lo contrario: la gente puede ser dueña de la tierra pero no de los árboles. Esto se produce en aquellos casos donde el Estado declara ilegal la corta de cualquier árbol maderero. Tal decreto hace en efecto que el Estado sea dueño de todo árbol maderero.

La implementación de tal política puede variar de un país a otro. En algunos casos el Estado sencillamente otorga a compañías concesionarias el derecho de cortar y comercializar árboles, aunque éstos estén ubicados en propiedad privada. En otros casos el Estado no confisca la madera de esta forma, pero sí exige que el dueño del terreno consiga un permiso oficial y pague un impuesto para poder cortar árboles madereros.

El objetivo, por lo menos teórico, de estas leyes fue proteger el bosque nacional eliminando la corta de árboles. Sin embargo, las leyes no funcionan de esta manera. La corta sigue, pero en manos de actores con acceso a los centros de poder. Sea cual fuera el objetivo de las leyes, su efecto verdadero es eliminar al campesino típico de la economía maderera. Pero la tienen que vender más barata a intermediarios de afuera que han conseguido el permiso formal. (La vigilancia se lleva a cabo menos en las parcelas que en las carreteras que conducen a los mercados o a las ciudades).

El impacto negativo más importante de estas leyes es el de asegurar que nadie vaya a plantar un árbol con fines de comercialización. Al hablar con campesinos en República Dominicana, Honduras, Guatemala, El Salvador, y Perú sobre este asunto, la opinión es unánime: ¿cómo podrán atreverse a cubrir su terreno escaso con vegetación para cuya cosecha no tienen ninguna garantía? He notado que la barrera más importante en contra de la plantación de árboles no es el tamaño reducido de las explotaciones, sino la falta de garantía con respecto al usufructo de la madera. En Haití, aún los propietarios pequeños y medianos tienen terreno sobre el cual podrían plantar por lo menos algunos árboles madereros que generarían un ingreso apreciable. En muchos países latinoamericanos, sin embargo, está opción está cerrada para los agricultores por causa de las leyes que prohíben la corta de cualquier árbol, la restricción no se limita a los árboles "naturales". La restricción y los castigos rigen aunque el árbol haya sido plantado por el mismo campesino sobre su propia parcela.

En última instancia, entonces, es la conducta del Estado la que ha creado la barrera más importante en contra de la plantación de árboles. Es una barrera socio-económica, porque su impacto negativo es el de quitarle al campesino derecho de propiedad y usufructo sobre algo que siembra, pero es una barrera socio-política también, porque es muy poco probable que los cambios legislativos necesarios se realicen en el futuro inmediato. Hay intereses fuertes a los cuales conviene tener control gubernamental sobre este recurso de tanto potencial monetario: la madera.

CONCLUSION

El Proyecto Agroforestal Haitiano demuestra la factibilidad de la plantación de árboles en gran escala. Si los campesinos de esa isla, la población más empobrecida de América pueden plantar árboles, lo mismo debe ser posible aún en

mayor escala, para agricultores en otros medio-ambientes de menos escasez económica. Sin embargo hay algunas barreras que bloquean la plantación de árboles en los terrenos latinoamericanos.

El bloqueo no tiene que ser permanente, si sus causas se descubren. Hay varias recomendaciones implícitas que se derivan de lo observado.

1. Los proyectos deben enfatizar menos los mensajes ecológicos o de autoabastecimiento, y más los mensajes en cuanto a rentabilidad comercial de la madera.

2. Los proyectos de leña deben considerar la posibilidad de promover árboles cuya utilidad máxima sea la madera de construcción, y la leña una ventaja secundaria. Este mensaje tocará los nervios económicos de los agricultores mucho más eficazmente que los mensajes que enfatizan la leña en sí.

3. Cualquier proyecto que plante árboles para la venta como madera de construcción debe buscar un arreglo con las autoridades que garantice de antemano el derecho de cortar la madera. Los campesinos, con toda razón, pueden mostrarse reuentes a plantar madera, contando que en el futuro no se les otorgue el derecho a explotarla. En otras ocasiones se recomienda un programa de "certificación", mediante el cual cada agricultor participante que plante cierta cantidad de árboles sobre su terreno, recibirá en el momento de la plantación un certificado oficial, sellado por las autoridades competentes, garantizándole de antemano el derecho de propiedad sobre esos árboles y el derecho a cortar y vender esa madera sin necesidad de más permiso.

LA PROMOCION FORESTAL EN LA SIERRA PERUANA

Marco Romero Pastor
FAO/Holanda/INFOR
Perú

RESUMEN

La satisfacción de las necesidades de alimentación, salud, vivienda y en suma, de una calidad de vida digna que procure su bienestar, constituyen evidentemente, las aspiraciones más acorriantes de los pueblos. En ellas, el potencial de recursos naturales renovables que disponen las poblaciones más necesitadas, juegan un rol fundamental y su progreso están en función de la incorporación plena de estos recursos al desarrollo y bienestar integral.

Dentro de este contexto, el suelo, agua, flora y fauna silvestre presentan una opción muy importante y el modo como se conceptúa su interrelación, conlleva a formular políticas que sin duda alguna, de su integración, permitirá un desarrollo sostenido en favor de las comunidades rurales, que por lo general, albergan los sectores más oprimidos.

Un rápido análisis de las políticas que se aplican en nuestros países, nos permite evidenciar variadas formas de promoción rural, todas ellas orientadas al logro de las aspiraciones señaladas, variando entonces, en las formas como se llega al campesino y como las agencias de promoción consideran a éste en el proceso de su desarrollo.

En la Sierra Peruana el Ministerio de Agricultura, a través del Proyecto FAO/Holanda/INFOR, ha iniciado un programa de promoción forestal, fundamentado esencialmente en considerar al campesino como protagonista de su propio desarrollo y en la necesidad de integrar la forestería con la agricultura, ganadería y otras actividades productivas agrarias. En estos años, este proyecto, ha logrado reorientar las políticas y estrategias de la mayoría de los proyectos forestales, pero siendo quizás lo más importante, que ha permitido un cambio en la actitud de los profesionales forestales respecto a la problemática social campesina y en estos últimos, viene logrando, su concientización y destreza, para que hagan sus plantaciones, las cuiden y las aprovechen, de la misma manera como habitualmente se dedican a la agricultura y/o ganadería.

SUMMARY

Renewable natural resources have an important potential role in improving the quality of life for residents of the Peruvian Highlands. Proper management of those resources will allow sustainable development of rural communities, and will benefit those populations most in need of development. Success in management depends greatly on educating and convincing the rural people as to the benefits they will receive directly from management techniques.

The Ministry of Agriculture of Peru, through the FAO/Holand/INFOR Project has carried out a highly successful program directed toward the residents of highland communities. This program declares the rural person to be directly responsible for his/her own well-being, and offers options on how to manage resources for a higher quality of life. It integrates forestry, agriculture and livestock management, and has attained a reorientation of policies and strategies at several levels. The forestry profession in Peru has been reoriented toward social forestry and as a result has found their efforts to be much more effective.

This paper describes this project in detail, including incentives used, problems encountered, governmental indifference at various levels, forestry within the framework of integrated rural development, extension media used (newspapers, calendars, posters, radio programs in three languages, classroom exposure, and forestry-based literacy programs, among others), and a list of about 70 didactic materials produced by the Project.

ANTECEDENTES

La promoción de la reforestación en el Perú se inicia a partir de la década del sesenta, mediante sistemas ampliamente conocidos en América Tropical; es decir mediante el otorgamiento de créditos preferenciales, apoyo alimentario, pago de salarios y donación de plántones.

Como producto de esta actividad, actualmente existen en el Perú 180 599 ha de plantaciones forestales, establecidas principalmente en la sierra, con un ritmo de reforestación promedio de 6 000 a 10 000 ha anuales, según la estadística oficial, pues cálculos reales sobre la verdadera magnitud de la reforestación, reduce el área total a solo el 50 por ciento ó 60 por ciento de la superficie mencionada.

Son muchos los motivos que han conducido a ello, pero básicamente merece apuntar los siguientes:

- falta de preparación técnica de los profesionales responsables de la asistencia a comunidades rurales, aparejado con la "presión del sistema de control" de mostrar "hectáreas plantadas", como resultado de sus responsabilidades.
- aplicación de sistemas de promoción paternalistas y negación de adecuadas formas masivas de motivación y capacitación campesina, que ha dado lugar a sentida falta de concientización de los campesinos, respecto de los beneficios del bosque para su propio desarrollo.
- inexistencia de una demanda sostenida de productos forestales de las plantaciones a nivel local, regional y nacional; adicionándose a ello una ausencia significativa de industrias de transformación rural, lo que ha estimulado que los productores vendan su madera como árboles en pie, a precios muy bajos, y en condiciones que atentan, incluso, contra el manejo racional de los bosques.
- escasa comprensión y atención de los gobiernos sobre las posibilidades de reforestación para contribuir al desarrollo, empleo y protección de los suelos agrícolas.

En estas circunstancias puede afirmarse que el vasto potencial de tierras forestales y las plantaciones establecidas, poco ha significado en el desarrollo social y económico de las comunidades rurales y de la nación. El sector productivo forestal viene contribuyendo a generar, alrededor del 18 por ciento del producto interno bruto y frecuentemente se puede encontrar frente a comunidades que, pese a disponer de tierras forestales y/o plantaciones, aún no satisfacen sus requerimientos de leña, madera para construcción, muebles y muchos otros productos.

La actividad forestal se ha conducido, en casi la generalidad de los casos como un trabajo aislado, frecuentemente promovido por los propios forestales. Las obras de ampliación de la frontera agrícola, carreteras, plantas hidroeléctricas, irrigaciones y otros, salvo raras excepciones no consideran el planeamiento, costos y ejecución de las obras forestales, dentro de un marco de desarrollo rural integral.

Dentro de este contexto, el Ministerio de Agricultura ha reorientado su trabajo de promoción forestal en la sierra, teniendo como política fundamental el desarrollo social forestal, para que el campesino se dedique permanentemente a tareas forestales que contribuyan a su bienestar.

DESARROLLO SOCIAL FORESTAL

Definida en la aplicación de una estrategia que implica la transferencia al campesino de la responsabilidad de las actividades forestales, no solo como único modo que contribuya plenamente a su desarrollo, sino también como única solución para lograr a largo plazo, incrementar la reforestación en la sierra, como parte de una política forestal comunal autosostenida. Ello permitirá:

- satisfacer las necesidades de leña, madera y otros productos forestales
- crear industrias rurales que posibiliten el mejoramiento de la capacidad adquisitiva y reforzamiento económico de las comunidades rurales
- proteger las tierras y contribuir a la producción de aguas que asegure una actividad agraria permanente, y evite la migración de las poblaciones rurales.

Para esta política de desarrollo social forestal es imprescindible que los extensionistas posean la suficiente preparación técnica, que les permita orientar al campesino en las múltiples posibilidades que brinda la forestería, y principalmente, en su complementación con las labores agropecuarias. Además de ello, juega un papel determinante la capacidad del técnico para transmitir sus conocimientos al campesino y/o capacitarlo y ayudarlo a enfrentar la difícil tarea de gestión empresarial que exige el desarrollo de las actividades forestales.

Este requerimiento exige de la Administración Pública Forestal una real comprensión y esfuerzo para capacitar a los extensionistas, y dotarlos de la logística necesaria (personal, vehículos, equipos, material didáctico, recursos económicos para viáticos, combustibles y otros) que permita desplegar una pragmática promoción forestal en Los Andes.

El programa de extensión forestal que se ejecuta en La Sierra, sin estar exento de problemas de comprensión y atención en sus dos años iniciales va alcanzando un nivel de desarrollo adecuado. A continuación se detalla las principales características de cada una de las seis etapas de trabajo con las comunidades rurales.

INFORMACION

El principal objetivo es hacer llegar información de carácter general a la mayor cantidad de campesinos, de manera que permita despertar el interés sobre los beneficios y posibilidades de los bosques para impulsar el desarrollo rural.

Una actividad aparentemente sencilla, como es la producción de material gráfico (periódico forestal campesino, afiches, calendarios y otros, es una ardua

tarea para los profesionales, en particular debido a las diferentes formas de percepción de los componentes y vivencias forestales y al nivel cultural.

Otra tarea importante es la realización de los programas radiales matutinos a nivel nacional y local (transmitido en quechua, aymara y castellano), educación forestal en escuelas rurales y post-alfabetización con adultos.

MOTIVACION

Se pretende lograr una sensible concientización forestal del campesino. A diferencia de la anterior, en esta fase, se trabaja con una población no muy amplia, y se busca un cambio de actitud de las comunidades rurales con relación al bosque, especialmente hacia una mejor comprensión de las actividades forestales como parte del sistema productivo agrario.

Las reuniones con la comunidad, sus dirigentes y líderes forestales, constituye la forma más generalizada del trabajo del extensionista; para esto se ha elaborado rotafolios y filminas sobre diversos temas que introducen paulatinamente, conceptos básicos de la forestería andina y van desde los beneficios de la reforestación hasta el manejo y aprovechamiento de los árboles.

Asimismo, se viene desarrollando un programa denominado Intercambio de Experiencias Campesinas, que permite a los promotores forestales campesinos visitar otras zonas del país para conocer directamente las actividades que vienen ejecutándose, sus potencialidades y obstáculos. Estas vivencias son uno de los métodos más pragmáticos de motivación campesina, y se están obteniendo excelentes resultados para lograr la comprensión de las comunidades a emprender nuevas labores forestales, tal como el caso de las pequeñas industrias comunales.

Otra tarea de relevante significación representa los concursos forestales campesinos; a través del cual se permite una amplia participación de las diferentes edades de la población rural, mediante la representación de cuentos, canciones y dibujos sobre temas forestales. Aparte de lograr el interés e identificación sobre determinados temas silvícolas, dicho material permite conocer la importancia, preferencias y visualización de los campesinos sobre las variadas actividades de la forestería de la sierra. El primer concurso ha permitido la participación de 340 campesinos y con dicho material se está ejecutando un programa de información regional y nacional mediante exposiciones itinerantes, elaboración de cuentos y difusión de canciones.

ORGANIZACION

Aprovechando las diversas formas de organización de la comunidad, se están constituyendo comités forestales, integrados por líderes campesinos, denominados "promotores forestales". Estos reciben charlas y capacitación especial, a través de cuadernos forestales especialmente preparados para tal fin, los que abarcan temas generales y específicos; como por ejemplo beneficios del árbol y como elaborar un plan de trabajo del comité forestal.

Estos comités se están convirtiendo en la célula más relevante para lograr el desarrollo forestal autosostenido, lográndose la participación comunitaria en la

elaboración del Proyecto Comunal de Reforestación y el establecimiento y manejo de viveros comunales; los cuales, si bien no cumplen con todas las especificaciones técnicas, su principal resultado, es la participación más o menos autónoma de los campesinos, eliminando paulatinamente el paternalismo estatal.

CAPACITACION

La escasa tradición forestal del poblador andino limita ostensiblemente el desarrollo autosostenido. Si bien es relativamente fácil lograr que una comunidad plante árboles, lo difícil radica en obtener que ésta continúe plantándolos, cuide y aproveche el bosque luego que el estado retire su apoyo directo. Luego de una abundante información, motivación y eficaz organización, el campesino requiere de una capacitación adecuada, acorde con su realidad ecológica y tecnológica, para permitir que ellos dediquen parte de su tiempo a la actividad forestal, tal como lo hacen con la agricultura y ganadería.

Aparte del uso de rotafolios, filminas, manuales de instrucción y otros medios tradicionales de capacitación de pequeños grupos, se está usando la tecnología de video, para lo cual el extensionista es preparado en esa metodología especial; valiéndose de la guía del instructor se logra la transmisión más o menos uniforme de los conceptos técnicos, alternándose las sesiones televisivas, con clases teóricas y prácticas. Evidencia la bondad de este método, el aforismo siguiente: "Si lo oigo me olvido, si lo veo me acuerdo, si lo hago lo sé".

Inicialmente se han preparado cursos de video para producción de plántones y técnicas de plantación. Próximamente se elaborarán otros sobre manejo de plantaciones, uso de cocinas mejoradas, industrias forestales comunales, comercialización y protección forestal.

APOYO LOGISTICO

Se define como la presencia del extensionista en las comunidades rurales para permitir asistir técnicamente a los campesinos, ayudarlos a resolver los problemas iniciales y evitar que los errores se institucionalicen.

Esta etapa debe efectuarse cuidadosamente para evitar crear dependencia de la población rural del Estado, pues de lo contrario se estaría tergiversando la política misma de desarrollo social, otro conduciría a un crecimiento desproporcional de la burocracia en la Administración Pública Forestal.

El apoyo logístico que actualmente se ejecuta en la sierra es todavía excesivo y ello es comprensible, pues la política expuesta no tiene más de dos años de aplicación; pero se tiene confianza que la eficiente realización de las etapas anteriores posibilitará a brindar un apoyo extensivo, en beneficio de un mayor número de comunidades rurales.

EVALUACION

Esta fase definitivamente podrá medir el impacto de las actividades que se desarrollan en el campo, y lo más importante será la identificación de indicadores

que hagan posible la introducción permanente de medidas correctivas, para una promoción forestal rural más acorde con las necesidades comunales.

Se ha iniciado la identificación de comunidades piloto que responden a diferentes realidades ecológicas, socioeconómicas y potencialidad de recursos forestales, donde se ha evaluado el logro de las actividades que se desarrollan. Aún es muy temprano para cuantificar los resultados de esta etapa, no obstante un equipo a nivel regional y nacional ajusta permanentemente la metodología de monitoreo y evaluación.

CONCLUSION

La promoción forestal en la sierra constituye un reto para la forestería peruana y una esperanza para cerca del 40 por ciento de la población; de la actitud de los profesionales y particularmente de los extensionistas, dependerá que se logre aprovechar el potencial forestal que ostenta la región andina y participe activamente a coadyuvar el desarrollo socioeconómico de las poblaciones más oprimidas. El Estado deberá eliminar la errónea posición de pretender ser un ejecutor de la reforestación, y convertirse en un agente de promoción, pero cuidando de lograr una real participación del campesino como protagonista y responsable de su propio desarrollo.

GUIONES DE LOS PROGRAMAS RADIALES DEL PROGRAMA FAO/HOLANDA/INFOR

PROGRAMA: Tierra fecunda

SECCION: Plantemos árboles para una nueva vida

Título del Programa	Fecha Emisión
1. Antecedentes históricos del bosque de Los Andes	20 ago. 83
2. Los Incas y el bosque	27 ago. 83
3. Uso de la madera durante el incanato	03 set. 83
4. La colonia y la república y la depredación del bosque	10 set. 83
5. La colonia y la república y la depredación del bosque	17 set. 83
6. La madera como fuente de energía	24 set. 83
7. Situación energética de las comunidades campesinas	08 oct. 83
8. La leña como alternativa	22 oct. 83
9. El bosque como factor de conservación del suelo	29 oct. 83
10. La erosión en la sierra: gravedad de la situación causas y consecuencias	05 nov. 83
11. Alternativa de solución	12 nov. 83
12. Función del bosque en la recuperación del suelo	19 nov. 83

13. El bosque y el agua	26 nov. 83
14. El agua en la sierra	03 dic. 83
15. Causas de la falta de agua	10 nov. 83
16. Consecuencias de la falta de agua	17 dic. 83
17. El bosque como recurso económico importante para la comunidad	24 dic. 83
18. La madera como materia prima de bienes de consumo del campesino, vivienda, muebles, artesanía	31 dic. 83
19. La madera como recurso comercializable: aserraderos, carbonización, minería, postes	07 ene. 84
20. Otros usos del bosque	14 ene. 84
21. Alternativas: recapitulación de la importancia de la reforestación para las comunidades campesinas	21 ene. 84
22. Alternativas: recapitulación de la importancia de la reforestación para las comunidades campesinas	28 ene. 84
23. Alternativas: recapitulación de la importancia de la reforestación para las comunidades campesinas	04 feb. 84
24. Alternativas: recapitulación. La migración	11 feb. 84
25. Industrialización de la madera	18 feb. 84
26. Comunidad: uso individual y colectivo de la tierra	25 feb. 84
27. Vocación forestal de las tierras de uso comunal	03 mar. 84
28. Vocación forestal de las tierras de uso comunal	10 mar. 84
29. Consecuencias del recurso bosque sobre la organización comunal	17 mar. 84
30. El INFOR y los programas de fomento de la reforestación	24 mar. 84
31. Funcionamiento de los CENFOR, programas y modalidades	31 mar. 84
32. Programas y modalidades existentes: ¿cómo pueden las comunidades campesinas beneficiarse con estos programas?	14 abr. 84
33. Otros servicios que pueden brindar los CENFOR a las comunidades campesinas	21 abr. 84
34. La filosofía de la actividad forestal para el desarrollo comunitario: la participación de la comunidad en concebir, formular y ejecutar su propio proyecto forestal	28 abr. 84
35. Necesidad y formas de organización para realizar estos proyectos	05 may. 84
36. Necesidad y formas de organización para realizar estos proyectos	12 may. 84

37. Necesidad y formas de organización para realizar estos proyectos	19 may. 84
38. Necesidad y formas de organización para realizar estos proyectos	26 may. 84
39. La reforestación como medio para mejorar los niveles sociales, económicos y la calidad de la vida comunal	09 jun. 84
40. La integración del bosque a otras actividades agrícolas y pecuarias. Experiencias de sistemas agro-silvopastoriles	16 jun. 84
41. La integración del bosque con otras actividades agrícolas y pecuarias. Experiencias agro-silvopastoriles	23 jun. 84
42. La familia campesina y la reforestación: la familia núcleo básico de la comunidad	07 jul. 84
43. La mujer y el joven, los olvidados en la tarea del desarrollo	14 jul. 84
44. La mujer y el joven, los olvidados en la tarea del desarrollo	21 jul. 84
45. La mujer y el joven, los olvidados en la tarea del desarrollo	28 jul. 84
46. La mujer y la dura tarea de recoger leña	04 ago. 84
47. La mujer en la tarea de plantación y su mantenimiento	11 ago. 84
48. Necesidad de que la mujer sea beneficiaria del desarrollo forestal	18 ago. 84
49. La mujer y su participación en la formulación del proyecto comunal	01 set. 84
50. La familia campesina y la reforestación: la educación del niño para que conserve los recursos naturales renovables (I parte)	08 set. 84
51. La familia y la reforestación: la educación del niño para que conserve los recursos naturales renovables (II parte)	15 set. 84
52. La familia campesina y la reforestación: la alternativa de empleo que constituye la reforestación para los jóvenes	06 oct. 84
53. La familia campesina y la reforestación: necesidad de que los niños participen en la reforestación	13 oct. 84

Filminas Forestales

1. La importancia del bosque para las comunidades rurales (I y II parte)
2. Organización de la comunidad para la reforestación
3. Como hacer un vivero forestal

4. Establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana
5. Manejo y aprovechamiento de eucalipto
6. Conservemos la fauna de los bosques de nuestros Andes

Afiches

1. Plantemos árboles para una nueva vida
2. Cuidemos la plantación joven
3. Evitemos los incendios forestales
4. Desarrollo forestal comunal

Rotafolios

1. Desarrollo a través de actividades forestales
2. La importancia de la reforestación
3. Donde debemos hacer una plantación de árboles
4. Como los árboles ayudan a la agricultura y a la ganadería

Videos

1. El vivero forestal
2. Aprendamos a plantar nuestros árboles
3. Viveros escolares

Periódicos

1. El árbol No. 1
2. El árbol No. 2

Cuentos

1. El tatarabuelo
2. Esa vez del huayco
3. El árbol de las lágrimas de sangre

**COMPONENTES SOCIOCULTURALES DETERMINANTES EN UN
PROGRAMA DE REPOBLACION FORESTAL EN HONDURAS**

Rolando A. Ordóñez
Mario N. Vallejo
COHDEFOR
Honduras

RESUMEN

La necesidad de reforestación en el mundo es palpable. Honduras por ser un país de vocación forestal, con mucha más razón urge de programas de plantación más allá de lo que actualmente realiza. El uso y explotación de los bosques naturales, tanto de coníferas como latifoliados, ha provocado desde muchos años atrás una secuela de daños, que van desde los más leves hasta aquellos que en poco tiempo pueden atentar contra la misma vida humana. Durante muchos años, varios han sido los esfuerzos que se han venido realizando con el propósito de equilibrar el balance negativo que existe entre lo aprovechado y lo plantado.

Este trabajo plantea la situación general actual en lo que a reforestación se refiere; se analiza algunos factores determinantes en el desarrollo de estos programas, y se brinda algunas alternativas viables para que los proyectos de reforestación tengan los resultados esperados. La investigación realizada es producto de la experiencia de muchos técnicos en el país, documentos que al respecto se han escrito y consultas personales.

SUMMARY

There is a clear world-wide need for reforestation. Honduras, as a nation committed to forestry, has the greatest possible reason to promote forestation programs beyond those presently being undertaken. The use and exploitation of natural forests, both coniferous and broadleaf, have for several years caused a series of harmful effects, from the least serious to those which may soon threaten human life itself. For many years there have been various efforts to correct the existing imbalance between forests used and those planted.

This study outlines the present general situation with respect to forestation. Several determining factors in the development of these programs are analyzed, and several viable alternatives are offered to assure that reforestation project will have the anticipated results. The studies which have been carried out are the product of the experience of many Honduran technical personnel, documentation on the subject and personal communications.

INTRODUCCION

Honduras posee 7,4 millones de hectáreas de tierras forestales (2); 59 por ciento son bosques latifoliados y el resto corresponde a bosques de pinos. El 68 por ciento lo constituyen bosques productivos; el resto son bosques degradados por la explotación industrial, agricultura, manglares, ganadería y bosques secundarios.

Anualmente se tala 80 000 ha de bosques latifoliados, esto significa que podrían desaparecer en los próximos 25 años. El área total de coníferas no ha disminuido en forma global, pero sí el volumen de madera; en 1964 se producía 48 millones de metros cúbicos, contra 28 millones de metros cúbicos en 1980.

Entre las causas más relevantes de la destrucción de los bosques están la agricultura migratoria, ganadería, incendios forestales, explotación industrial poco controlada, nivel cultural de la población, compleja legislación forestal. Este panorama constituye un reto para usar en forma más racional los escasos recursos que aún quedan, para ello es necesario conocer a fondo la problemática forestal actual, y con base en ella formular alternativas para atenuar el desbalance entre la deforestación y la reforestación.

Este trabajo tiene como objetivo practicar un diagnóstico técnico sobre la situación actual forestal en Honduras. Para ello se determinará y analizará los factores socio-culturales que influyen en un programa de repoblación forestal, y se seleccionará alternativas que coadyuven al desarrollo de la reforestación como una actividad económica preponderante.

EXPERIENCIAS SOBRE REPOBLACION FORESTAL

La reforestación desarrollada en Honduras con diferentes objetivos, es producto de los esfuerzos siguientes:

- Convenio COHDEFOR-FAO-COHAAT, reforestación de 850 ha en la sierra de Omoa para producción y protección.
- Convenio COHDEFOR-BID, 12 000 ha en Comayagua para producción.
- Convenio COHDEFOR-Banco Mundial, 400 ha en región occidental (PRODERO) para producción.
- Convenio Unit Fruit Company, 2000 ha en diversos lugares para producción.
- Convenio COHDEFOR-CATIE-ROCAP, 250 ha en cinco zonas cítricas con fines experimentales.
- Regionales de COHDEFOR en todo el país, 3000 ha para producción y protección.
- Convenio Recursos Naturales-AID, 800 ha en la cuenca del Río Choluteca con fines de protección.
- Convenio SANAA-CARA-COMUNIDAD y COSUDE, aproximadamente 500 ha reforestadas con fines de protección de cuencas.

METODOLOGIA DE TRABAJO

La tasa anual de deforestación se estima en 80 000 ha de bosques latifoliados y un poco menor en bosques de coníferas. La población en ciertas áreas es mayor que la tierra disponible, lo que obliga al campesino a colonizar nuevas tierras en perjuicio de los bosques.

La reforestación como respuesta al problema se practica a un ritmo de 5000 ha/año, lo que representa el seis por ciento de la superficie deforestada anualmente. La actividad de repoblación es un esfuerzo de COHDEFOR que canaliza ayudas de organismos internacionales (CIDA, AID, CATIE, entre otros); de programas nacionales afines como PRODERO, manejo de la cuenca del Río Choluteca y de cooperaciones nacionales como COHAAT, MARGUAS y otros.

Agricultura migratoria

Este término incluye un amplio rango de modalidades agrícolas que si bien predominan en los trópicos húmedos no son exclusivos de éstos (3). En Honduras el carácter de la agricultura varía dramáticamente, desde el cultivo migratorio practicado por miles de campesinos, hasta las modernas fábricas dedicadas a la producción para la exportación (1). Como consecuencia hay extensas áreas desprovistas de vegetación, a merced de los fenómenos atmosféricos que los transforman en sitios inútiles para el hombre y peligrosos por la secuela de daños para el suelo, régimen de agua, vida animal, etc.

Incendios forestales

Se reporta una pérdida anual de 448 000 m³ de madera por causa de incendios forestales; solo en 1984 se combatieron 2374 siniestros con un saldo de 50 000 ha afectadas, 749 incendios no pudieron ser controlados. La intensidad en cuanto a pérdida no ha bajado desde 1974, cuando COHDEFOR asumió la responsabilidad administrativa del recurso forestal. Las causas que provocan los incendios son atribuidas a los incendiarios en un 50 por ciento y al pastoreo en un 17 por ciento.

Población

Según proyecciones del censo en 1974, en Honduras hay actualmente 4,4 millones de habitantes. Aproximadamente dos tercios de esta población es rural, pero tiende a disminuir por la constante emigración a las ciudades*. En los departamentos de Choluteca y Valle en el sur; Francisco Morazán en el centro y Cortés en el norte (45 ó más habitantes por km²) la actividad forestal se reduce aprovechamientos, protección y ciertos amagos de reforestación, que en la mayoría de los casos son incipientes, con fuerte inclinación a cumplir fines de extensión y ornato.

Los departamentos sur-occidentales (frontera con El Salvador), tienen densidad media (25 - 35 habitantes/km²); ésta es la zona con mayor explosión

*Dirección General de Estadística y Censos, Comunicación personal.

demográfica. Casi no hay actividad forestal; aparentemente la deforestación provoca escasez de agua en muchas ciudades, pero no hay programas de reforestación.

Los departamentos sur-orientales (frontera con Nicaragua), van desde escasamente poblados como La Mosquitia (1,4 hab/km²), hasta altamente poblados (51,4 hab/km²) como Choluteca, son lugares de poca emigración. En esta área es donde se da mayor énfasis al aspecto forestal, particularmente en Olancha, donde se encuentra la reserva forestal más importante de América Latina. También se practica la reforestación pero en escala pequeña.

La zona norte es foco de atracción, su densidad va de 9,8 hab/km² en Colón, hasta 106 hab/km² en Cortés. La actividad gira en torno a protección y aprovechamiento de especies latifoliadas de valor comercial. La reforestación cobró vigencia en 1974 principalmente en la Sierra de Omoa. El occidente colindante con Guatemala, es zona de transición y con densidad de población considerable. La administración de los pinares es la actividad forestal prevaleciente.

LEGISLACION FORESTAL, CREDITOS E INCENTIVOS

Los instrumentos legales que norman la actividad forestal del país son:

- Decreto Ley No.85, que constituye la ley Forestal emitida por el Congreso Nacional el 18 de noviembre de 1971.
- Decreto Ley No. 103 del 10 de enero de 1974, donde el gobierno de Honduras crea la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), con carácter de institución semi-autónoma.
- Acuerdo No. 634 del 9 de abril de 1984, Reglamento General Forestal con el objeto de desarrollar los principios contenidos en los dos instrumentos anteriores.

Estos tres documentos contienen casi todos los tópicos relativos al aspecto forestal, y declaran la deforestación como objetivo principal del Estado a través del organismo competente, para ello se establece sistemas o normas, sanciones e incentivos.

Breve análisis de algunos factores de mayor incidencia en el éxito de las plantaciones forestales.

Régimen de tenencia de la tierra. En los 112 088 km² de superficie de Honduras, tres tipos de tenencia de la tierra: privada, ejidal y nacional.

Según el Censo Nacional Agropecuario de 1974 (5), casi 2,8 millones de hectáreas forman parte de unas 20 000 fincas. Un 59 por ciento están en dominio pleno, 17 por ciento son nacionales y 15 por ciento están en la situación de terreno ejidal, el porcentaje restante pertenece a fincas en arriendo y otros.

La reforestación es una actividad casi inexistente en las fincas, no por desconocimiento de su necesidad y beneficios sino porque no representa una

solución a corto plazo para los propietarios del predio. Además de la situación de tenencia de la tierra de vocación forestal no es muy clara; a veces se encuentra ciertas contradicciones entre los organismos administradores de los recursos forestal y agrario.

En la legislación forestal se habla brevemente de plantaciones forestales; se reconoce la necesidad de reforestar pero no se plantea la forma de involucrar a la población en esta tarea. Los incentivos de tipo fiscal y otros, deberían estar incluidos en la ley, su aplicación debe ser viable en el medio para el que fue concebida; debe ser clara y precisa, con los mecanismos adecuados para lograr su cumplimiento. Debe abarcar todos los niveles de usuarios y establecer claramente la garantía que se le da a éstos sobre el aprovechamiento de los productos de la plantación.

Población

Casi la totalidad de la fuerza laboral hondureña se concentra en el sector primario (agricultura, silvicultura, caza y pesca), debido a la falta de capacitación especializada que se requiere en la mayoría de los otros niveles.

La participación en el sector forestal y básicamente en la reforestación, podría haber sido mayor de no mediar obstáculos como falta de incentivos, asistencia técnica, crédito insuficiente y problemas de tenencia de la tierra.

En la actualidad hay varios proyectos, algunos específicos para la reforestación y otros integrales con un fuerte componente en la reforestación. En éstos, el hombre es elemento fundamental para solucionar la crisis, como consecuencia de una gradual incorporación en la problemática forestal y la búsqueda de soluciones populares. Estos esfuerzos, sin embargo, afrontan el problema de la descoordinación, aflorando en ciertas ocasiones celos interinstitucionales. Teóricamente la reforestación es función prioritaria de COHDEFOR, pero en algunos casos se ha transferido la responsabilidad, lo que provoca dificultad para estandarizar patrones de trabajo.

La gran mayoría de la población hondureña desconoce aspectos fundamentales de la actividad forestal. Se sugiere que se diseñe un medio para que el hondureño tenga acceso a información sobre aspectos generales de reforestación, y que en la educación primaria o media se impartan charlas sobre actividades relacionadas con el campo forestal.

Agrosilvicultura

La práctica de la agrosilvicultura en Honduras es extensiva y producto de la acción del poblador que vive dentro o en las inmediaciones de las áreas boscosas. En las zonas tropicales húmedas y secas, la agrosilvicultura es una alternativa que da resultados buenos en la conservación del medio ambiente. En otras palabras, existen condiciones naturales y características socio-económicas determinantes para la adopción formal de las prácticas agroforestales. La participación decidida de los organismos relacionados y técnicos con capacidad de discernir sobre los sistemas más adecuados según condiciones y exigencias, es necesaria para reorientar la política agropecuaria del país.

Ordenación de plantaciones

Al planificar la reforestación, se debe plantear el objetivo que deberá cumplir la actividad. Para cumplir la ordenación, deberán tomarse en cuenta algunos factores como: aspecto socio-económico, aspecto legal, manejo de plantaciones, análisis financieros y sobre todo identificación de mercados para los productos resultantes. Este proceso es la médula para el éxito de las plantaciones.

CONCLUSIONES

La tradición agrícola del hondureño ha mermado severamente la cantidad y calidad de los bosques, ésto afecta el recurso más escaso en el país, los suelos, lo que provoca una serie de consecuencias negativas.

Los incendios forestales, la explotación irracional del bosque, las plagas y enfermedades son parte de la acción destructiva en las áreas boscosas y disminuyen notablemente su capacidad productiva.

El bajo nivel cultural de la población también contribuye a incrementar las causas que ocasionan el problema. Se recomienda una extensión forestal gradual en todos los niveles.

El ritmo de tala es incompatible con los esfuerzos de reforestación.

La legislación forestal actual tiene que incidir en la actividad del hombre sobre su medio ambiente, tratando de comprometer más su participación en la reforestación, mediante incentivos, créditos y/o financiamiento.

La reforestación no puede ser una actividad aislada; las necesidades del hombre son variadas y requieren respuestas globales. No se debe olvidar que el hombre es el beneficiario más importante en todo programa y la repoblación forestal no es la excepción.

La falta de un plan de ordenación de las plantaciones crea incertidumbre, al punto que se desconoce la utilidad de los proyectos de repoblación forestal.

La agroforestería surge como una alternativa de manejo de los suelos tropicales húmedos y secos.

LITERATURA CITADA

1. BAUER, J. Plan de manejo. Tegucigalpa, Honduras. Proyecto PNUD-HON 77/066. Documento de trabajo No. 7. 1980. 150 p.
2. CAMPANELLA, P. et al. Perfil ambiental del país. Honduras, AID, 1982. 201 p.
3. DOUROJEANNI, M.J. Recursos naturales y desarrollo en América Latina y El Caribe. Perú, Universidad de Lima, 1982. 437 p.
4. HONDURAS. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA Y CENSUS. Censo Nacional Agropecuario 1974. Tegucigalpa, 1978. 266 p.

LA LEÑA EN EL CONTEXTO SOCIO-ECONOMICO DE AMERICA CENTRAL

Carlos E. Reiche
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

En América Central la leña representa más del 50 por ciento de la energía consumida; el 72 por ciento de la población, distribuida en las áreas rurales y en los sectores de bajos ingresos del área urbana, depende de la leña como combustible doméstico. La alta dependencia de este recurso energético no solo incide en la cobertura forestal sino que genera efectos ecológicos, sociales y económicos derivados de un incontrolado aprovechamiento.

Actualmente la relativa disponibilidad del recurso forestal permite que los consumidores obtengan leña en forma gratuita; generalmente la recolectan de terrenos privados, bosques comunales, áreas de colonización y de reserva, árboles aislados en fincas y en otras fuentes. Pero el problema es la escasez de fuentes cercanas de leña, lo cual induce a las familias a caminar mayores distancias, utilizar otros recursos energéticos de inferior calidad o comprar la leña para cocinar sus alimentos.

La compra de leña ha estimulado el comercio y por ende, el mercado de la leña. La demanda comercial se concentra en el sector doméstico urbano y en la industria rural como las alfarerías, caleras, ladrilleras, salineras, panaderías y beneficios de café que generalmente utilizan leña, carbón y otros productos complementarios como fuentes energéticas.

Los aumentos de población e industrias que utilizan leña, los elevados precios de combustible alternativos y la inflación, han contribuido a una elevación de los precios a este recurso energético. El consumo per cápita actual varía entre 1,1 a 1,9 metros cúbicos estéreos por año. En términos de plantación significa que cada persona que utiliza leña debería plantar 192 árboles para autobastecerse, si el rendimiento de la especie fuera 15 metros cúbicos estéreos/ha/año. Estudios efectuados refieren que al pequeño finquero le gustaría plantar árboles, pero no solo para leña sino para otros usos. El reto institucional es hacer llegar al productor alternativas forestales viables, que encajen dentro de estos recursos, limitaciones y necesidades sentidas.

SUMMARY

In Central America firewood represents more than 50 percent of energy consumption. Seventy-two percent of the population, distributed in the rural areas and in low-income urban areas, depends on firewood as domestic fuel. The great dependency on this energy resource not only depletes our forest cover, but also generates ecological, social and economic effects as a result of uncontrolled exploitation.

At present the relative availability of forest resources makes it possible for consumers to obtain firewood for free. Generally they collect it from private plots, communal forests, tree farms and forest reserves, isolated trees on farms and other sources. But the problem is the scarcity of nearby sources of firewood, making families travel longer distances, utilize other lower-quality energy resources or buy firewood to cook their food.

The purchase of firewood has stimulated business, and therefore the firewood market. Commercial demand is concentrated in the urban domestic sector and in such rural industries as pottery makers, limekilns, brickmakers, saltmakers, bakeries and coffee roasters which generally utilize firewood, charcoal and other complementary products as energy sources.

Increases in the population and the industries that use firewood, increased prices of alternative fuels, and inflation have contributed to higher prices for this energy resource. The present per capita consumption is 1.1 to 1.9 cubic steres per year. In terms of tree growth, this means that each person who utilizes firewood should plant 192 trees in order to supply himself, if the yield of the species were 15 steres/ha/yr. Studies have indicated that the small farmer would like to plant trees, not only for firewood but for other uses as well. The institutional challenge is to make available to the grower viable forest alternatives which fit within these resources, limitations and felt needs.

PERFIL DE AMERICA CENTRAL

El istmo centroamericano* comprende Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, tiene un área territorial que cubre casi 509 000 km², y la población total en 1983 era 23,0 millones de habitantes. El 55 por ciento de la población vive en el área rural. La tasa de crecimiento poblacional varía desde 2,4 por ciento en Panamá hasta 3,2 por ciento en Honduras (Cuadro 1). Se estima que, en el año 2000, la población alcanzará 38 millones de habitantes (2), lo que provocará una mayor presión sobre los recursos que satisfacen las necesidades básicas de alimento, vivienda, vestuario, energía, salud y otras.

La topografía en América Central es montañosa en su mayor parte. El clima de la región presenta una gran variabilidad por los efectos orográficos, altitudinales y geográficos. Según la latitud, hay contrastes entre estaciones siendo mayores en los países situados más al norte. Los lugares situados en la vertiente Atlántica, hasta 600 m de elevación, presentan temperaturas superiores a 20°C y precipitaciones entre 2000 y 6000 mm por año. En las áreas centrales del istmo predominan las elevaciones montañosas con temperaturas de 10°C a 20°C. El área cercana al océano Pacífico se caracteriza por elevaciones menores de 600 m y temperaturas superiores a 20°C. La precipitación promedio es de 1000 a 2000 mm por año y el período sin lluvias, denominado seco, abarca de tres a seis meses. En esta zona y en los altiplanos hay mayor concentración de población.

La agricultura es la principal actividad económica del área. Se producen cultivos anuales básicos para consumo interno como maíz, frijol, arroz y hortalizas; cultivos comerciales perennes para la exportación, como café, banano, caña y algodón. También hay actividad ganadera.

La economía del área enfrenta serios problemas. En los últimos años, el producto interno bruto, excepto en Panamá, experimenta tasas de crecimiento negativo, lo que agrava la crisis de la región (1) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Crecimiento del producto interno bruto y datos de población por país en América Central

País	Extensión (km ²)	Población (1983)		Tasa de crecimiento poblacional	Producto interno bruto					
		Total (miles)	Porcentaje urbana Rural		Crecimiento anual promedio	Variación anual				
					1961-70	1971-75	1976-80	1981	1982	1983
Costa Rica	50 900	2 273	48,0 52,0	2,0	6,0	6,1	5,3	-2,3	-9,1	0,8
El Salvador	20 935	5 269	49,4 50,7	3,0	5,7	5,5	1,2	-9,0	-5,3	0,0
Guatemala	108 889	7 527	32,7 67,3	2,9	5,5	5,6	5,7	-3,5	-2,0	-2,5
Honduras	112 066	4 097	33,7 66,3	3,2	5,0	2,4	7,3	0,5	-1,2	-1,4
Nicaragua	139 000	2 600	55,3 44,7	2,4	7,0	5,2	-2,1	8,5	-1,4	2,9
Panamá	77 082	2 034	56,5 43,5	2,4	8,0	4,8	6,4	4,2	5,5	0,9
Total	508 894	23 866	46,7 53,3	2,7						

Fuente: (1)

*Incluye sólo los países en los cuales opera el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía.

En el aspecto forestal, América Central presenta amplias reducciones de la masa boscosa; en general, ésta no cubre ni la mitad del total del área. El ritmo de la deforestación es evidente. El problema es más palpable en zonas semiáridas de la vertiente del Pacífico y en los altiplanos donde la limitada extensión territorial, la presión demográfica y la demanda de tierras para cultivos, ganadería o urbanización contribuyen a acelerar la explotación irracional y la destrucción del recurso forestal.

CONSUMO DOMESTICO DE LEÑA

En América Central la leña representa más del 50 por ciento de la energía consumida; el 72 por ciento de la población, distribuida en las áreas rurales y en los estratos de bajos ingresos del área urbana, depende de la leña para cocinar alimentos. Estimaciones del Proyecto Leña (19) establecen que en 1983, el consumo doméstico alcanzó de 27 millones de estéreos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Población, porcentaje y usuarios de leña. Estimación del consumo con base en el consumo per cápita (estimación 1983)

País	Porcentual		Número que usa leña	Consumo per cápita estéreos/año	Total del consumo estéreos/año millones (*)
	Total (millones)	Porcentaje que usa leña			
Costa Rica	2,33	50	1,2	1,8	2,2
El Salvador	5,26	77	4,0	1,9	7,7
Guatemala	7,53	80	6,0	1,2	7,8
Honduras	4,07	78	3,2	1,7	5,4
Nicaragua	2,60	80	2,1	1,5	3,1
Panamá	2,03	36	0,7	1,1	0,8

* Densidad estimada 0,6 tm/m³ madera seca al aire.

Fuente: (14)

Los principales estratos de población que consumen leña se concentran en el área rural. En Guatemala, por ejemplo, en 1980 (3) se determinó que el 79 por ciento de las familias rurales utilizaban leña para cocinar. Sin embargo, a medida que aumentan los grados de urbanización, el porcentaje se redujo a 52 por ciento en las áreas urbanas con menos de 15 000 habitantes, y a 32 por ciento en áreas urbanas con más de 15 000 habitantes. En Nicaragua se encontró que del total de leña consumida, el 32 por ciento corresponde a consumo urbano, 49 por ciento a consumo rural y 19 por ciento a consumo industrial (22). En el caso de Guatemala, se observa que la reducción en el consumo urbano va acompañada de un proceso de sustitución de leña por otros combustibles derivados del petróleo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Uso de combustibles para cocinar en hogares de Guatemala en 1979 (por ciento del total)

Combustible	Áreas urbanas grandes	Áreas urbanas menores	Área rural	Total
leña	32	52	79	66
leña y propano	14	12	3	6
leña y kerosene	--	6	12	8
propano	35	19	3	12
kerosene	17	8	3	7
carbón	2	3	--	1
Total de hogares	100	100	100	100

Fuente: (3)

La tradición, el nivel de ingresos, los hábitos de cocina, el tipo de alimentos y la disponibilidad del recurso forestal son los principales factores que motivan utilizar leña como combustible doméstico (12).

Otros factores que favorecen el uso de leña sobre otras fuentes energéticas (kerosene o electricidad), están relacionadas con el sabor del alimento, recipientes de alfarería *ad-hoc* para fogones de leña, menor costo en uso de energía para alimentos que requieren mayor tiempo de cocimiento como el maíz, el frijol y los tamales.

La cantidad de leña utilizada por familia está en función del número de comidas durante el día, tipo de cocina o fogón, clase de alimento, especies utilizadas como leña y el número de miembros por familia. Existe amplia variabilidad en la cuantificación por razones de método, promedios, datos verbales de encuesta, ajustes, obtención del peso y subestimación o sobrestimación dada por el informante.

Con base en los datos de los Balances Energéticos (4,6,7,8,16) practicados en cada país de América Central se logró reconstruir ecuaciones representativas del consumo actual de leña en función del número de miembros por familia y las veces que cocinan (Cuadro 4).

Comparativamente se observa (Figura 1) que Panamá y Costa Rica utilizan menos leña al día que El Salvador y Honduras. El Salvador, a pesar de su reducida cobertura forestal y la alta densidad de población, presenta el mayor consumo diario. Es probable que las diferencias se deban al tipo de cocina o fogón utilizado. Por ejemplo, en Costa Rica usualmente los hogares cocinan los alimentos en estufas de hierro, pero en los otros países se utiliza el fogón a fuego abierto.

Los diagnósticos sobre consumo de leña por país revelan que la recolección es el método usual para obtenerla (9,10,11,12,13). Más del 52 por ciento de hogares de América Central se movilizan diariamente o por temporadas para obtener

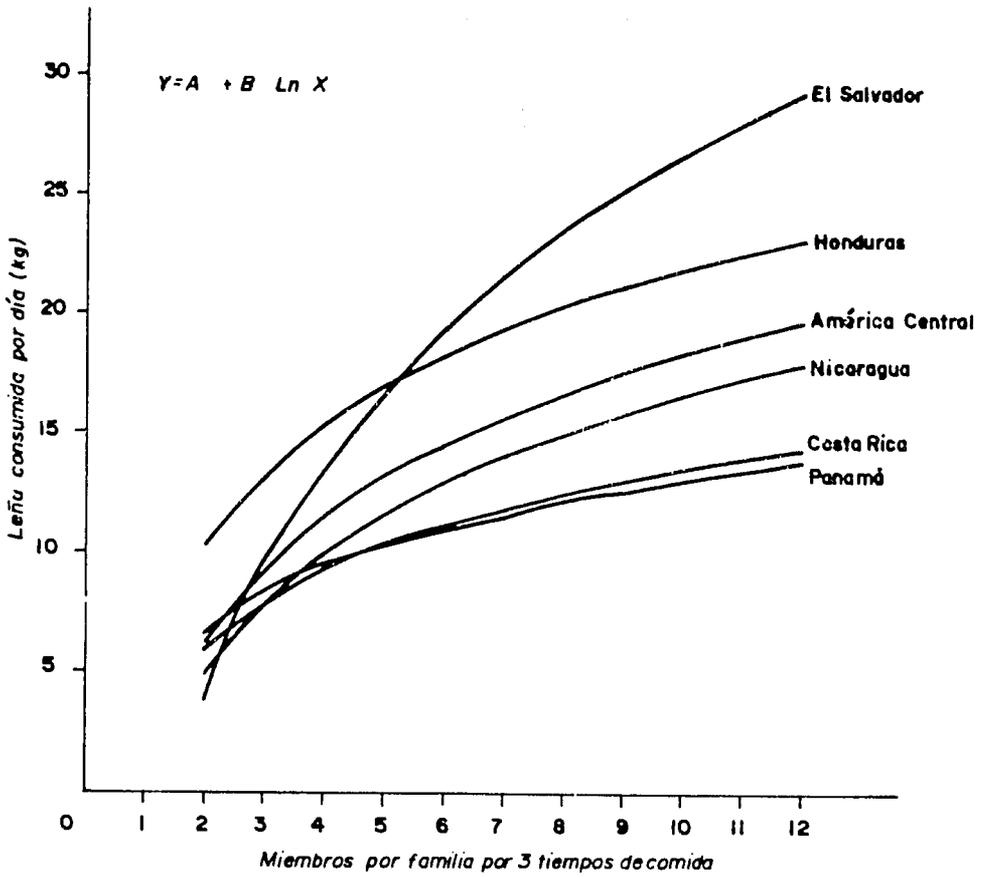


Fig 1. Consumo diario de leña y número de miembros por familia

Cuadro 4. Funciones del consumo diario de leña por número de miembros de familias y tres tiempos de comida al día

Pais	Función	R ²
Costa Rica	$Y = -2,31 + 4,64 \text{ Ln } X$	99
El Salvador	$Y = -21,79 + 14,26 \text{ Ln } X$	95
Honduras	$Y = -2,49 + 7,10 \text{ Ln } X$	99
Nicaragua	$Y = -8,10 + 7,28 \text{ Ln } X$	97
Panamá	$Y = -0,46 + 3,97 \text{ Ln } X$	99
Promedio	$Y = -7,12 + 7,51 \text{ Ln } X$	99

Cálculos con base en las funciones de consumo de los balances energéticos por país

Modelo: $Y = A + B \text{ Ln } X$

Y = kg de leña por 3 cocciones diarias de comida y número de familia

A = Constante

B = Pendiente o inclinación

X = Número de miembros de familia por 3 tiempos de comida diarios

leña en forma gratuita. La recolección se hace en pequeñas fincas, terrenos privados, tierras ejidales, bosques comunales, zonas de colonización, tierras gubernamentales, áreas de reserva, árboles aislados en fincas, cercas vivas y podas a cultivos perennes y árboles para sombra. Pero el problema es la escasez de fuentes cercanas propias, lo cual obliga a las familias a caminar mayores distancias o a utilizar otros recursos de inferior calidad como "palitos", olotes y caña seca de maíz.

Las familias que no disponen de terrenos son las que tienen mayores problemas para obtener la leña. En algunos casos las distancias para obtenerla son mayores de 5 km. Los problemas se agravan cuando la esposa y los niños son los encargados de la recolección. Por ejemplo, de las personas que recolectan leña se encontró que en Honduras 13,6 por ciento son niños y 7,1 por ciento mujeres. En Nicaragua los porcentajes fueron 23 por ciento niños y 19 por ciento mujeres. En Costa Rica, la situación es diferente: solamente los hombres y los hijos varones cortan y preparan la leña para largos periodos. Las especies recolectadas varían entre países y entre regiones. Los datos de los diagnósticos socioeconómicos sobre consumo de leña revelan las especies usadas y las preferidas. En el resumen sobre especies (Cuadro 5) se observa pocas diferencias entre lo que se utiliza y lo que se prefiere para leña. El problema de la escasez ya no permite, especialmente a los que simplemente recolectan, hacer estas diferencias. Los que compran leña sí manifiestan sus preferencias en función de tamaño, poder calórico, humedad, características de combustión y producción de fuego lento o brasas.

Dentro de la economía familiar, el número de miembros y el tiempo utilizado para recolectar y transportar la leña son significativos. Por ejemplo, en Costa Rica se emplea alrededor de 22 días-hombre anualmente en actividades de recolección; en Honduras, 1,13 hombre al día. Estas cifras en términos de sala-

Cuadro 5. Especies usadas y preferidas en América Central

Especies	Costa Rica	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
Acacia costaricensis				P	
Acacia pennatula			P		
Acacia riparoides		P			
Bumelia panamensis					U-P
Byrsonima crassifolia	P				U-P
Calycophyllum candidissimum				U-P	
Coffea spp	U-P				
Cordia dentata				P	
Diphysa robinoides		U-P		U-P	
Glinicidia sepium	U	U-P		U-P	
Guarea longipetiola			P		
Guazuma ulmifolia	U-P			U-P	U-P
Haematoxylon brasiletto		U		U-P	
Inga spp	U-P	U-P			
Lysiloma spp			U-P	U-P	
Matayba sp					P
Mimosa tenuiflora			U-P		
Pinus spp		P	U-P		
Psidium guajaba	U-P				
Quercur spp		U-P	U-P		
Terminalia lucida	P				

P = Preferidas

U = Usadas

Fuente: Diagnósticos socioeconómicos por país, Proyecto Leña, CATIE.

rio, es decir en función del valor de un jornal, significan C4493* y L0,71* respectivamente. Sin embargo, para analizar el significado económico de la leña dentro del presupuesto familiar se ha estimado el consumo diario de una familia típica de seis miembros por país. Para determinar el costo de oportunidad del consumo de leña recolectada se utiliza el precio corriente de mercado de leña y se hace la comparación con el valor de un jornal diario. Se observa, (Cuadro 6) que Guatemala y el Salvador tienen los porcentajes más altos 11,9 por ciento y 8,2 por ciento respectivamente; los otros países gastan alrededor de cuatro por ciento. Esto significa que de agudizarse la escasez de leña habrá un fuerte

*Tipos de cambio ver Cuadro 9.

impacto en el presupuesto familiar de los que sólo la recolectan. Los estratos de bajos ingresos del área urbana que adquieren leña mediante compra reciben ya este impacto en su presupuesto familiar.

Cuadro 6. Consumo diario de leña en familia típica de seis miembros, su costo de oportunidad en moneda nacional y el equivalente porcentual del salario de campo

País	Leña consumida		Salario diario (moneda local)	Porcentaje
	kg	valor o costo oportu- nidad		
Costa Rica	11,1	¢ 4,9	¢ 204,25	2,4
El Salvador	19,4	¢ 0,67	¢ 8,16	8,2
Guatemala	14,2	Q 0,38	Q 3,20	11,9
Honduras	18,2	¢ 0,29	¢ 5,00	5,8
Nicaragua	12,9	C\$ 3,53	C\$ 70,00**	5,0
Panamá	11,0	\$ 0,14		3,5

*1983

**Los cálculos se basan en el precio de mercado de leña para 1984.
Tipos de cambio en el cuadro 9.

El uso de otros combustibles implicará no sólo la inversión y compra de otro tipo de cocina y utensilio, sino una modificación en los patrones de preparación de alimentos. Una consideración importante es la tendencia hacia el alza de los combustibles derivados del petróleo y la escasez de los mismos. Esta circunstancia induce, a los que ya habían abandonado el uso de leña, a utilizar alternativamente leña y otra fuente energética (electricidad, gas propano o kerosene).

CONSUMO INDUSTRIAL DE LEÑA

A nivel de los países de América Central, el consumo de leña en la industria rural es significativo (31% del total) (14). Las principales industrias que operan con leña o carbón son alfarerías, caleras, ladrilleras, panaderías, salineras, secadoras de nojas de tabaco, trapiches y ventas de comida. Además, industrias de mayor tamaño, como los beneficios para café y los ingenios azucareros utilizan total o parcialmente leña y otros productos complementarios como la cascarilla de café y el bagazo de caña. Para fines de comparación se presenta (Cuadro 7) los indicadores del requerimiento de leña por unidad o tipo de producto producido. Con base en estos indicadores es posible estimar el consumo total de leña por empresa o a nivel nacional si se conoce la producción. Por ejemplo, si la capacidad instalada de un beneficio de café le permite secar 20 000 fanegas/año el consumo de leña será de 1720 estéreos(18).

Cuadro 7. Industrias rurales que utilizan leña e indicadores de los requerimientos por unidad de producción

Industrias	Requerimientos de leña	
	m ³ / unidad	kg/kg
beneficios para café	0,086/fanega*	0,9 café
trapiche	1/500 kg panela	1,0 panela
galera	0,082/46 kg	1,2 cal
ladrillera	0,80/millar	0,8 ladrillo
salinera	0,90/100 kg	4,6 sal
panadería	-----	0,9 harina

*258,06 kg (fruta)

Fuente: Encuestas Proyecto Leña y Balances Energéticos

Actualmente hay una creciente demanda de leña por parte de las industrias analizadas, lo cual junto con el consumo doméstico, provoca una mayor presión sobre lo que queda de la masa boscosa. Al mismo tiempo, la creciente escasez del recurso forestal provoca la elevación de los precios y la utilización de cualquier especie forestal disponible. En Costa Rica en 1982, al analizar el sistema de beneficiado de café, se determinó que el costo de secar con leña 46 kg de café fue de \$0,11; con electricidad \$0,38; con diesel \$0,53 y con gas propano \$27,84 (2).

Una característica del consumo de leña en las industrias es la preferencia por algunas especies. Las salineras generalmente prefieren especies con alta densidad y alto poder calórico como el mangle (*Rhizophora* sp). Las ladrilleras de El Tejar en Guatemala prefieren y pagan precio mayor por especies como *Grevillea robusta*, porque produce un calor moderado y llamas que ayudan a una mejor distribución del calor dentro del horno(17). Las alfarerías también prefieren especies de valor calórico menor y que produzcan llamas, ya que si utilizan especies de poder calórico alto los artículos se agrietan, se quiebran o se pegan unos con otros. Las caleras y los beneficios para café utilizan cualquier especie; el interés en estos casos es mantener un calor constante y por tiempo mayor. Otra característica es que la mayoría de las industrias obtienen la leña por compra, ya que no siempre disponen de fuentes propias o terrenos para plantar y autoabastecerse. Esta consideración, los vislumbra como mercados potenciales para la leña.

Por los elevados precios del petróleo, otras industrias como las fábricas de cemento estudian la posibilidad de utilizar carbón de leña para sustituir el búnker o diesel. Pero esta decisión provocará mayor consumo y competencia entre industrias y consumo doméstico.

COMERCIO Y MERCADO DE LEÑA

En el pasado, la relativa abundancia del recurso forestal permitió al consumidor obtener leña gratuita. Esta circunstancia hizo que el abastecimiento y consumo de leña se realizara sólo en función de las necesidades y preferencias

del consumidor. Pero actualmente hay problemas de escasez y abastecimiento, especialmente en las zonas o áreas donde el recurso forestal es considerado como muy crítico y potencialmente crítico. En América Central se estima que el 23 por ciento del área está en la categoría de abastecimiento muy crítico; 15 por ciento en la categoría crítica y 6 por ciento potencialmente crítica. Pero a nivel de cada país el panorama es diferente. En El Salvador, el 87 por ciento del área está en la categoría muy crítica, en tanto que en Panamá hay sólo un 11 por ciento de esta categoría (5).

La escasez de leña en áreas cercanas, así como el aumento de la población que la consume inducen al comercio de este recurso; es decir, se genera un mercado para leña. El proceso de comercialización se caracteriza por el paso de la simple recolección y abastecimiento en función de las necesidades y preferencias del consumidor hacia una oferta y demanda en función de su precio, del precio de otros sustitutos, del aumento en el número de consumidores, época del año, costos de extracción y fundamentalmente, de la disponibilidad de leña.

Los datos del Cuadro 8 refieren el nivel y grados de comercio en términos de los porcentajes de leña comprada. Con un 70 por ciento, Nicaragua es el país que presenta mayores niveles de compra de leña; Guatemala 44 por ciento y Honduras 30 por ciento. En los otros países, excepto El Salvador del cual no se dispone de información, alrededor del 10 por ciento obtienen la leña por compra.

Cuadro 8. Obtención de leña en América Central (porcentaje)

País	Método de obtención			
	Recolección	Compra	Recolección y compra	Otras formas
Costa Rica	58,0	10,0	21,0	11,0
El Salvador	--	--	--	--
Guatemala *	52,0	44,0	3,0	1,0
Honduras	67,0	30,0	--	3,0
Nicaragua **	30,0	70,0	--	--
Panamá (Azúero)	64,0	10,0	21,0	5,0

Fuentes: * (3, 14)

** (22)

El mercado que actualmente se ha desarrollado en cada país cubre no solo pequeñas áreas geográficas, sino otras de mayor tamaño. El ámbito del mercado depende en gran medida del tamaño de la población, del origen y destino de la leña y de la distancia que debe recorrer hasta el consumidor final (20).

Las principales características de la estructura y del flujo comercial de leña se resumen así: es un mercado imperfecto en donde el comerciante-transportista es el agente clave en el proceso comercial porque dispone, no solo de la información de los requerimientos y necesidades, sino de las fuentes disponibles

y potenciales para la extracción. Los principales sectores de demanda son la industria rural y el sector doméstico ubicado principalmente en las periferias urbanas. En cuanto a la formación del precio de la leña, el propietario del bosque recibe el menor porcentaje del precio final (entre 5 y 8 por ciento), la mano de obra recibe el 40 por ciento, por concepto de transporte 32 por ciento y una ganancia aproximada del 20 por ciento (20).

Como resultado de un mayor número de consumidores (domésticos y de pequeña industria) y del proceso inflacionario que experimenta la región se genera una elevación de precios. Los datos del Cuadro 9 revelan la tendencia al aumento en los precios.

Cuadro 9. Precios en dólares/estéreo de leña en América Central, 1974 a 1984

Años	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica	Panamá
1974	3,92	--	--	2,5	--	--
1975	--	--	--	--	--	--
1976	--	--	--	7,0	--	--
1977	--	--	--	--	--	--
1978	8,33	--	--	8,35	--	--
1979	--	--	--	11,65	--	--
1980	--	--	3,36	13,30	2,01	--
1981	--	--	3,93	13,35	2,35	--
1982	11,67	--	4,20	--	3,60	7,5
1983	15,00	--	4,52	17,10	6,17	8,0
1984	16,67	8,6	4,90	--	6,17	8,0

Tipos de cambio de \$ 1,00 en 1984

Guatemala	Q 1,00
El Salvador	¢ 2,50
Honduras	¢ 2,00
Nicaragua	C\$ 10,00
Costa Rica	¢ 44,75

Existe una proliferación de unidades locales de medición, lo cual hace considerar a la leña como un producto heterogéneo. Unidades como carga de hombre, carga de mujer, tarea, manojo, marca, carreta, pante, ciento, sesenta, camionada y otras, son corrientemente citadas por los comerciantes de este producto a lo largo de América. Las diferentes unidades de medición se dan en función de los medios de transporte, del tamaño de las unidades y del destino final (doméstico o industrial)(20).

ALTERNATIVAS FORESTALES PARA FINCAS PEQUEÑAS E INDUSTRIAS RURALES

En la actualidad es evidente que las fuentes que abastecen al sector doméstico y a las pequeñas industrias no tienen la capacidad suficiente para satisfacer la futura demanda de leña.

Las instituciones forestales públicas y algunas privadas reflexionan y hacen intentos por lograr un abastecimiento continuo. Existe convencimiento de que la futura oferta en los lugares donde ésta se extrae, dependerá del establecimiento de plantaciones energéticas. Algunas de las instituciones se apoyan en los resultados de investigación con especies de rápido crecimiento que desarrolla el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del CATIE, conjuntamente con las instituciones forestales nacionales. Al respecto, se ha comprobado que producir leña técnicamente tiene muchas ventajas, tales como la continuidad del abastecimiento a bajo costo, disponibilidad segura a distancias no limitantes, mayor independencia ante situaciones de mercado, y otros beneficios sociales e intangibles como la generación de empleo, ingresos e impacto ecológico (19).

Las experiencias del Proyecto Leña muestran que al pequeño agricultor le atrae la idea de plantar árboles, pero no solo para producción de leña, sino para otros usos. Los datos disponibles señalan que el agricultor está interesado en obtener leña, madera, postes, frutas, forraje y ornamento con especies nativas o exóticas de rápido crecimiento (15).

Pero en el cumplimiento de estos objetivos y necesidades, los agricultores pequeños encuentran limitaciones de distinto orden. El tamaño de la finca, la pendiente, lluvias erráticas, vientos fuertes, aspectos de tipo legal, tamaño de la familia, nivel educativo, nivel de ingresos, y factores culturales son algunas de las principales restricciones que frenan la decisión de plantar o manejar la vegetación natural disponible.

Dentro del amplio sector que actualmente consume leña existen algunas probabilidades de plantar árboles para autoabastecimiento, especialmente los que disponen de tierras. Las alternativas incluyen no solo plantaciones puras, sino en sistemas agroforestales.

El sector privado sería un elemento clave en la producción de leña especialmente por el creciente aumento de la demanda de este recurso energético y el mercado disponible. Sin embargo, se requiere políticas nacionales y acciones que estimulen el desarrollo de la actividad y que hagan llegar al productor las alternativas técnicas disponibles, pero acordes a sus necesidades y recursos.

LITERATURA CITADA

1. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Progreso económico y social en América Latina. Integración económica. Washington D.C., 1984. 504 p.
2. BIENVILLE. Evaluación del costo y eficiencia en el uso de varias clases de combustible para secar café. Costa Rica, 1982. (s.p.)

3. BOGACH, V.S. A fuelwood policy for Guatemala. The United Nations Development Program Project Gua/74/014. Ottawa, Canadá, Van Meurs and Associates Limited, 1981. 242 p.
4. COSTA RICA. COMISION DE ENERGIA. Balance energético nacional: resultados parciales. 1976. 116 p.
5. DULIN, P. Situación leñera en los países centroamericanos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Técnico No.51. 1984. 52 p.
6. EL SALVADOR. COMISION EJECUTIVA HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA. Balance energético nacional; Series 1970-1979. 1980. 162 p.
7. GUATEMALA. SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACION ECONOMICA. Balance energético nacional; serie histórica 1970-1979. 1981. (s.p.)
8. INSTITUTO NICARAGUENSE DE ENERGIA y PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Balance energético nacional. 1980. 161 p.
9. JONES, J. y UTAROLA, A. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.21. 1981. 69 p.
10. JONES, J. y PEREZ, G.A. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas de Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 83 p.
11. JONES, J. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas de la Península de Azuero. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 83 p.
12. LEMCKERT, A. y CAMPOS, J. Producción y consumo de leña en fincas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.16. 1981. 69 p.
13. MARTINEZ, H. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.27. 1982. 64 p.
14. MARTINEZ, H., BAUER, J. y JONES, J. Fuelwood in Central America and the regional Fuelwood and Alternative Energy Sources Project. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 16 p.
15. MULDER, A. Determinación de la aceptabilidad por algunas especies forestales productoras de leña en tres regiones de Costa Rica: Hojancha, Puriscal y San Ramón. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1985. Primera versión. 80 p.
16. PANAMA. INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION Y PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Balance energético nacional. 1981. 186 p.

17. REICHE, C.E., et al. Estudio sobre el consumo de leña en ingenios azucareros, y producción de ladrillos en Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. (documento en preparación).
18. REICHE, C.E. y CAMPOS, J.J. Consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica; problemas y alternativas forestales. Informe Técnico No.68. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1985. 72 p.
19. REICHE, C.E. Plantaciones forestales para la industria rural. Actividades en Turrialba (Costa Rica) 12(1):3. 1984.
20. REICHE, C.E. Abastecimiento y mercado de la leña en América Central; estudio de casos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1985. 27 p. (Documento especial presentado en el IX Congreso Forestal Mundial en México).
21. TRINDADE, S. Assessment of alternative liquid fuels utilization in the Central American Isthmus. Washington D.C., BID, 1983. 135 p.
22. VAN BUREN, A.y REICHE, C.E. Wood fuel commerce in Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, IIED, CATIE, IRENA, 1984. 244 p.

IMPLICACIONES SOCIALES DE LOS PROGRAMAS DE PLANTACIONES PARA LEÑA EN GUATEMALA

José Rolando Zanotti
INAFOR-CATIE/ROCAP
Guatemala

RESUMEN

El 79 por ciento de la población de Guatemala utiliza leña como combustible, tanto en el área rural como urbana, entre los sectores de bajos ingresos económicos. En el balance energético nacional de 1983 la leña representó el 63 por ciento del consumo total; es utilizada para la cocción de alimentos y en la pequeña industria artesanal.

La leña es obtenida por apropiación directa o comprada a proveedores ambulantes, depósitos y productores directos. En el primer caso generalmente es el hombre quien debe proveer este combustible, aunque la mujer también participa en forma activa en esta tarea; cuando es comprada los precios oscilan entre Q.8,00 y Q.24,00 el metro cúbico, dependiendo de la zona geográfica, especie y época del año.

Las fuentes tradicionales de abastecimiento de leña han sido los astilleros (municipales, comunales, estatales), los productos de desmonte de las fincas (café, cacao, cardamomo), los bosques naturales de propiedad particular o estatal, los cercos vivos y los pequeños bosques familiares. Las fuentes de abastecimiento han ido desapareciendo o reduciéndose, lo cual incide en una escasez energética por lo que se está trabajando en el establecimiento de bosques de comunidades rurales, cooperativas y asentamientos, para que en el futuro no carezcan de este combustible. El Instituto Nacional Forestal inició en 1981 un programa dominado "Bosques Comunales para Leña" que ha sido bien aceptado por la población. Este documento describe las estrategias y metodología de trabajo utilizadas.

SUMMARY

Seventy-nine percent of the population of Guatemala utilizes firewood as a fuel in both rural and urban areas among low-income sectors. Firewood represented 63 percent of total consumption in the national energy budget for 1983.

Firewood is obtained by direct gathering or bought from peddlars, stores or directly from producers. In the case of gathering, it is generally the man who has to supply this fuel, although the woman also participates actively in this task. When the firewood is bought, the prices vary between Q. 8.00 and Q. 24.00 per cubic meter, depending on the geographical area, species and season of the year.

The traditional sources of firewood supplies have been wood lots (municipal, communal and governmental), clearing of farmland (for coffee, cacao and cardomom), natural forests on private and government property hedge rows, and small family forest plots. Sources of supply are shrinking and disappearing, causing an energy shortage. For this reason, work is underway to establish forests in rural communities, cooperatives and settlements so that this fuel will be available in the future. In 1981 the National Forest Institute initiated a program called "Communal Forests for Firewood", which has been well received by the population. This paper describes the strategies and work methodology used.

INTRODUCCION

En Guatemala la leña es el principal y a veces único combustible en los hogares de menores recursos, este combustible participó con un 63 por ciento en el balance energético de 1983.

La concentración de la población en el altiplano, el área con mayor cobertura boscosa, crea serios problemas para el suministro de leña, combustible utilizado por aproximadamente el 79 por ciento de los hogares guatemaltecos.

El presente documento indica la magnitud del problema e identifica las acciones que para satisfacer la demandada actual y futura, están realizando las instituciones nacionales comprometidas con el recurso forestal y con las fuentes nuevas y renovables de energía. Describe algunas de las estrategias de diseminación de programas de bosques energéticos, así como los esfuerzos realizados en el pasado por parte del Instituto Nacional Forestal.

EL USO DE LA LEÑA EN GUATEMALA

Uso doméstico en la pequeña industria

La mayor parte de la población guatemalteca utiliza leña como combustible doméstico. Según el censo de 1950, 143 825 hogares (93 por ciento) utilizaban leña y/o carbón para cocinar; el censo de 1964 mostró que aunque la proporción disminuyó (86 por ciento), el total de hogares que usaban este combustible había aumentado (718 000); en el censo de 1973 se conservó la tendencia; 83,6 por ciento de los hogares, corresponde a un total de 824 000. Para 1981 fecha del último censo, la tendencia fue similar: 79 por ciento del total, correspondiente a unos 896 486 hogares. Es decir, la proporción relativa de hogares que emplean leña disminuye con los años, pero hay un crecimiento absoluto positivo, lo que en términos reales significa que la demanda está creciendo con el aumento de la población (12).

El 1984 el Proyecto Leña del acuerdo INAFOR-CATIE/ROCAP realizó una encuesta a nivel nacional (4) dirigida al sector urbano, a través de entrevistas directas a hogares, pequeñas industrias y distribuidores de leña. Los resultados indicaron que el 55 por ciento de los hogares utilizaban leña (en algunos casos carbón); las dos mayores ciudades del país mostraron una alta proporción de hogares consumidores de leña y carbón: Ciudad Guatemala 38 por ciento y Quetzaltenango 37 por ciento). El mismo estudio indicó que el 80 por ciento de los establecimientos de pequeña industria artesanal (ladrilleras, caleras, cerámica, panaderías, tortillerías y otras) usaban leña y/o carbón como combustible.

En 1981 un estudio del Proyecto Leña orientado a conocer la importancia del componente arbóreo en los sistemas de fincas de los agricultores de escasos recursos, encontró que el 88 por ciento de los hogares de estas fincas utilizaban solo leña y un seis por ciento la utilizaban combinada con otros combustibles para cocinar (5).

En cuanto a la participación de la leña, en el consumo total de energía, el Balance Energético Nacional de 1983 indicó que el 63 por ciento del total de energía consumida en el país provenía de la leña (12).

Formas de adquisición y precios de la leña

El consumo per cápita en el país varía según las condiciones climáticas (altura sobre el nivel del mar y distribución de las lluvias), la disponibilidad del recurso bosque y las formas culturales (tipo de fogón, alimentos y las tradiciones). Se ha estimado que el consumo puede oscilar entre 2,0 kg/persona/día en la zona seca oriental y 3,0 kg/persona/día en el altiplano (3).

Existen dos formas principales de obtener la leña: por apropiación directa y por compra; en el primer caso, el hombre es el responsable de proveer la leña en el hogar (5); en el segundo, pequeños comerciantes la llevan a las casas (en bestias de carga o camiones), o se vende en depósitos. En el medio urbano la proporción de hogares que compran leña puede alcanzar un 53 por ciento (1), mientras que en las pequeñas industrias la proporción puede llegar a un 80 por ciento (8); en los hogares del medio rural se indican proporciones entre 44 por ciento y 52 por ciento (1,4,11).

Para el consumidor el precio de la leña varía con la distancia a la fuente de aprovisionamiento, la forma de transporte y la especie comercializada (las especies de mayor valor pertenecen al género *Quercus* y *Gliricidia sepium* (Jacq) Staud. En 1974 el precio de un metro cúbico al consumidor oscilaba entre Q.3,00 y Q.4,00* (2,9); para 1978 los precios habían ascendido a Q.9,00 y Q.10,00, lo que representa un incremento aproximado al 300 por ciento. En el altiplano el incremento en el precio de la leña fue de aproximadamente 390 por ciento, entre 1974 y 1979 (7), cuando alcanzó un costo de Q.0,52/persona/día, lo que hizo a Guatemala el país con los mayores costos de adquisición de leña en América Central.

En la costa sur del país los precios oscilan entre Q.8,00 y Q.15,00/m³ al consumidor según la especie y la época del año (10). Actualmente, en la ciudad capital el precio oscila entre Q.18,00 y Q.24,00 el metro cúbico. Para el consumidor minorista tres leños tienen un costo de Q.0,25, por lo que muchas veces tiene mayor costo el combustible que el alimento a cocinar. El Cuadro 1 resume en parte la situación de la leña en Guatemala.

Cuadro 1. Variación de la población consumidora de leña en Guatemala 1950-1983; costos de adquisición y participación de la leña en el balance energético nacional (BEN) Guatemala, 1984

Año	POBLACION		(%)	Costo/m ³ (Q)	Participación en BEN (%)
	Total	consumidora de leña y/o carbón			
1950	2 968 979	2 752 710	93	-	-
1964	4 440 474	4 027 247	91	-	-
1973	5 699 106	4 739 370	83	3,0 - 4,0	-
1977	6 365 494	5 149 610	81	9,0 - 10,0	60
1981	7 114 509	5 625 485	80	12,0 - 15,0	61
1983	7 526 975	5 886 622	79	15,0 - 24,0	63

Fuentes: (7, 12, 14, 16)

*Q. 1,00 = US\$ 1,00 tasa de cambio oficial.

FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LEÑA

Tierras comunales para extracción de leña

Según Martínez Peláez (6), en la época colonial se distinguían tres formas de propiedad de las tierras pertenecientes a los nativos: los ejidos que de manera muy explícita suelen llamar algunos documentos "ejidos o pastos" o también "montes y pastajes". Era la tierra indispensable y de uso común en los alrededores del pueblo; ahí se recolectaba madera y otros materiales de construcción, madera y hojas secas para leña; se exponía al aire y al sol hilos y telas, y principalmente se soltaban algunos animales de propiedad particular.

En segundo lugar y con mayor importancia figuraban las tierras comunales, llamadas de muchas maneras: "comunes de comunidad, comunes de sementera, comunes de labranza, o de labranza y sementera". El origen de las tierras comunales fue la concesión por parte de la corona española de un área de uso común a todos y cada uno de los pueblos al momento de su creación. Estas tierras eran administradas por el cabildo o ayuntamiento de indios.

Además de los ejidos o tierras de labranza o de comunidad, existían las tierras que pertenecían en forma particular a ciertos indios.

Actualmente en Guatemala todos los poblados rurales poseen tierras de tipo comunal denominadas de varias maneras: tierras comunales, tierras de parcialidades o astilleros o municipales; en estos sitios, las personas que viven en los poblados cercanos, obtienen madera, leña y otros productos, además pastorean su ganado.

Otras fuentes

Además de los "astilleros", tradicionalmente se ha utilizado como fuentes de leña, los bosques naturales, de propiedad nacional o particular; los productos de los desmontes de cultivos perennes (café, cacao, cardamomo), los cercos vivos y los pequeños bosques familiares que rodean los hogares en las zonas rurales.

Sin embargo, la situación está cambiando: los bosques naturales están desapareciendo por la ampliación de la frontera agrícola; en las fincas cafetaleras solo permiten recolectar leña a sus trabajadores que en algunos casos deben identificarse mediante un carne y se les fija una cuota.

En los sectores rurales las familias que recolectan la leña para su consumo invierten entre medio día y dos días por semana en esta tarea (9,14) mientras que las zonas urbanas, al alejarse los bosques, se elevan los costos de adquisición. En todos los casos se nota que desaparece la preferencia por un tipo especial de leña, haciéndose uso de cualquier tipo de material leñoso disponible.

ACCIONES INSTITUCIONALES

Los esfuerzos nacionales por resolver el problema de abastecimiento de la leña en Guatemala se plantearon formalmente en el Plan para el Desarrollo del Recurso Forestal 1976-1986. Este plan sirvió de base para las primeras acciones del Instituto Nacional Forestal (INAFOR) en el extremo norte del departamento de Guatemala.

Posteriormente, en 1980, se firmó un acuerdo para realizar investigaciones sobre el cultivo de árboles para incrementar la producción de leña y carbón. El acuerdo fue firmado entre el INAFOR y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y está enmarcado dentro del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía que ejecuta el CATIE a nivel centroamericano con asistencia financiera de ROCAP/AID. Los objetivos generales del Proyecto son mejorar el bienestar y la productividad de grupos de bajos ingresos, e incrementar el abastecimiento de energía a bajo costo para la población rural y urbana.

Paralelamente a las acciones derivadas del acuerdo mencionado, en 1981 se pone en marcha, por parte del INAFOR, el programa Bosques Comunales para Leña, el cual pretende incrementar la disponibilidad de leña en las diferentes comunidades del país, por medio de plantaciones energéticas.

En la Política Forestal de Guatemala a mediano plazo 1983-1986, se estableció como objetivo fundamental "ampliar la superficie de bosques a través de la forestación y reforestación artificial ordenada y de la regeneración natural". Para esto se pretende crear bosques energéticos, combinados con la divulgación y construcción de estufas y hornos ahorradores de leña y otros sistemas apropiados de ahorro de energía. Para tal efecto, INAFOR ha establecido el Programa de Bosques Comunales para Leña y amplió el programa de construcción de estufas Lorena*.

Tanto dentro del Programa de Bosques Comunales como en el Proyecto Leña se ha iniciado el trabajo con las comunidades y los propietarios individuales para incrementar la plantación de bosques con fines energéticos. Existen algunas modalidades y formas de participación, lo que hace necesario diferentes enfoques por parte de los técnicos para lograr éxito en la integración de las comunidades al proceso de solución de la crisis de leña.

En 1984 el Ministerio de Energía y Minas, el INAFOR y otras instituciones crearon un grupo de carácter nacional e interinstitucional (Grupo Nacional de Bosques Energéticos), que propugna por el mejor uso de los recursos boscosos, y la ampliación en área y número de los bosques energéticos mediante la puesta en marcha de un programa nacional de bosques energéticos.

PROGRAMAS COMUNIDADES - INAFOR

Comunidad - Municipalidad - INAFOR

El INAFOR, como rector del recurso forestal del país, por medio de los encargados de reforestación y extensión, motiva a las autoridades municipales para que en los astilleros o tierras comunales se planten bosques energéticos.

La modalidad que ha tenido éxito es la plantación de árboles con cultivos básicos (taungya), pues las personas involucradas en este tipo de programas esperan obtener en forma inmediata algo a cambio de su trabajo debido a que son personas de escasos recursos. El INAFOR aporta las plántulas o semillas, el transporte y la asesoría técnica. Las municipalidades delimitan las parcelas que serán sembradas con los cultivos y con árboles y solucionan los problemas que se

*Estufa popularizada en Guatemala, construida de lodo y arena.

presenten entre los participantes. Al inicio el alcalde convoca a la comunidad a una reunión donde voluntariamente surgen los participantes en el proyecto, normalmente campesinos sin tierra; se levanta un acta de compromiso según la cual el participante se compromete a plantar y cuidar los árboles junto con el cultivo agrícola, la municipalidad se compromete a respetar y proveer nuevas tierras cuando se hayan utilizado las iniciales. El bosque resultante es propiedad de la comunidad, administrado por la municipalidad y puede aprovecharse sin licencia previa con supervisión de un técnico de INAFOR.

La primera etapa de este sistema da buenos resultados y cuando el crecimiento de los árboles no permite el desarrollo de los cultivos, la comunidad debe cambiar de tierra y el Estado debe absorber los costos de mantenimiento (limpieza) de la plantación.

Otra forma de involucrar a las comunidades en la plantación de árboles ha sido la modalidad de alimentos por trabajo, aunque al retirarse la ayuda, las comunidades dejan de participar en el programa, debido a que aunque en su escala de prioridades el combustible ocupa un lugar predominante, su situación económica los obliga a alquilar su fuerza de trabajo para conseguir el sustento diario.

Obreros - Propietarios de fincas - INAFOR

Las fincas con cultivos de agroexportación o ganadería carecen de bosques para suministrar combustible a sus trabajadores. La leña es parte del contrato de trabajo, por tanto los dueños se ven obligados a comprarla. El elevado costo ha obligado a dedicar parte de la finca al establecimiento de plantaciones con fines energéticos y de uso múltiple; a los obreros se les permite la siembra de cultivos básicos en la primera etapa de la plantación. El INAFOR brinda asistencia técnica, y en algunos casos suministra las plantas. Los propietarios, trabajadores e INAFOR de común acuerdo suscriben un acta, en la cual se indica que el aprovechamiento de la plantación puede realizarse sin licencia previa, únicamente con la supervisión de un técnico de INAFOR.

En la costa sur del país se han iniciado trabajos con una cooperativa agropecuaria para instalar cercos vivos con especies de rápido crecimiento y que producen leña (hasta ahora se han instalado 10 km y se espera instalar otros 10 km en 1985); igualmente se ha iniciado un programa de producción de forraje y leña con especies apropiadas para estos fines. Los socios de la cooperativa han realizado todos los trabajos de vivero y plantación y el INAFOR ha proporcionado semillas y asistencia técnica.

Comunidad - Municipalidad - Estado

En la ciudad capital se ha formado un cinturón de pobladores de escasos recursos, especialmente después del terremoto de 1976. Los pobladores de estas áreas marginales utilizan únicamente leña como combustible, lo que produce un fuerte impacto sobre los bosques que rodean la ciudad. En un área de 350 km² alrededor de la capital, la cubierta forestal ha disminuido en un 48 por ciento entre 1952 y 1982 Flohr 1982, citado por Martínez (4).

Ante esta situación la Municipalidad de Guatemala ha iniciado un programa de mejoramiento ambiental; para ello se firmó un acuerdo entre el Ministerio de Energía y Minas, la Municipalidad de Guatemala y el Instituto Nacional Forestal para mejorar la calidad de vida de las comunidades marginales. La municipalidad instaló una planta procesadora de basura para la producción de bioabono y reciclamiento de materiales, operada por la comunidad mediante una cooperativa. El INAFOR planta bosques energéticos en las áreas marginales adyacentes, con la participación de la comunidad, para dotar al sitio de zonas verdes y suministrar leña. El Ministerio de Energía ha iniciado un programa de difusión de estufas mejoradas entre los miembros de la comunidad.

Propietarios individuales - INAFOR

En los parcelamientos agrarios del país, especialmente en la costa pacífica, se han iniciado trabajos coordinados entre el INAFOR a través del Proyecto Leña, y los agricultores de escasos recursos. Ante la escasez y los altos costos de leña, ha surgido interés por plantar bosques con fines energéticos. Los bosques son plantados en masas puras de hasta 2,0 ha en cercos vivos o en combinación con cultivos agrícolas en rotaciones cortas de tres a cinco años. La estrategia ha sido la capacitación de los agricultores, instalación de unidades demostrativas con especies de rápido crecimiento, y días de campo donde los agricultores que aún no participan, intercambian impresiones con los participantes en la fase de diseminación. El INAFOR provee las plántulas necesarias las cuales son transportadas y plantadas por los propios agricultores; además se les asegura total propiedad sobre los árboles y sus productos pudiendo disponer de ellos al estar listos para la corta.

CONCLUSIONES

Guatemala es el país centroamericano que consume el mayor volumen de leña, lo que impacta significativamente sobre sus recursos forestales ya disminuidos por los procesos de ampliación de la frontera agrícola y colonización.

Se han iniciado acciones tendientes a crear fuentes de abastecimiento de leña mediante programas de investigación y fomento de plantaciones energéticas con participación del servicio forestal, las comunidades y agricultores particulares.

Recientemente se inició un esfuerzo con participación del Ministerio de Energía y Minas y el Instituto Nacional Forestal, para poner en marcha un Programa Nacional de Bosques Energéticos, que pretende buscar soluciones reales al problema de abastecimiento de leña en Guatemala.

BIBLIOGRAFIA

1. BOGACH, S. A fuelwood policy for Guatemala. A report to the United Nations Development Program Project GUA/74/014. Ottawa. Van Meurs and Matthews Ass. Eds. 1981. 242 p.
2. GUATEMALA. Incendios forestales y consumo de leña. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, Departamento de Socioeconomía, Boletín Informativo No. 6. 1978. 7 p.

3. MARTINEZ H., H.A. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No. 27. 1982. 64 p.
4. MARTINEZ H., H.A. Importancia del componente arbóreo en fincas de Guatemala. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1982. 63 p.
5. MARTINEZ H., H.A. El uso de leña en Guatemala: estimación del consumo anual 1960-2000. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1984. 15 p.
6. MARTINEZ P., S. La patria del criollo. San José, Costa Rica, EDUCA, 1976. pp. 167-170.
7. MENDEZ, D. A. Fuelwood use and attitudes in Guatemala, El Salvador, Honduras and Costa Rica. Guatemala, Regional Office for Central American Programs, 1979. 41 p.
8. ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA. Balances energéticos de América Latina. Quito, OLADE, 1981. 381 p.
9. WILLIS, R.M. La leña en Guatemala: un estudio de los problemas resultantes de la utilización de la leña en dos comunidades del altiplano. Tesis Mag. Agr. Brigham Young University, 1975. 82 p.
10. ZANOTTI, J.R. Ensayo de seis especies forestales leguminosas para producción de leña. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, 1983. 72 p.
11. ZANOTTI, J.R. Impacto del consumo de leña en los bosques: deforestación. Guatemala, CATIE-INAFOR, 1983. 16 p.
12. ZANOTTI, J.R. y MARTINEZ H., H.A. Panorama actual de la leña en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1984. 12 p. (Presentado en la Mesa Redonda sobre Organización y Mejoramiento de Sistemas de Producción y Uso de Leña para Utilizaciones Rurales Tradicionales, Puebla, México, 6-8 noviembre 1984).

MUESTREO DE CONSUMO DE LEÑA EN LADRILLERAS EN EL SALVADOR

Hugo Zambrana
CENREN
El Salvador

RESUMEN

Se realizó una encuesta en la ciudad de Armenia, a 40 km de la capital, donde hay una concentración de ladrilleras (hornos para producción de ladrillos de arcilla). La información obtenida de 39 ladrilleras establece que:

- El 90 por ciento de los hornos tiene una capacidad similar, sus dimensiones promedio son 5 m x 4 m x 3 m de largo, ancho y alto respectivamente.
- El precio de la leña se ha triplicado en los últimos cinco años.
- Hay escasez de leña, la cual es transportada hasta de 60 km de distancia.
- Se utiliza una gran variedad de especies para la cocción, pero tres son las preferidas: madrecaao (Glicicidia sepium), chaperno (Lonchocarpus sp.) y repetos (Inga sp.).
- Los diámetros del leño utilizados son variables, pero existe preferencia por 20 cm o 30 cm, que permiten mayor movilidad.
- Generalmente cada productor tiene su propio horno, el cual utiliza un promedio de cuatro personas por ladrillera.

SUMMARY

A survey was conducted in the city of Armenia, 40 km from the capital, where there is a concentration of brickmakers (furnaces for the production of bricks from clay). The information obtained from 39 brickmakers establishes that:

- Ninety percent of the furnaces have a similar capacity with dimensions of 5 m long by 4 m wide by 3 m high.
- The price of firewood has tripled in the last five years.
- Firewood is scarce and is transported for distances as great as 60 km.
- A great variety of species are used for baking the bricks, but three are preferred: madrecaao (Glicicidia sepium), chaperno (Lonchocarpus sp.) and repetos (Inga sp.).
- Various diameters of firewood are used, but the preferred size is 20 or 30 cm, which is more easily moved.
- Generally each producer has his own furnace which utilizes an average of four persons per brickmaker.

INTRODUCCION

La producción de ladrillo para construcción ha aumentado considerablemente debido a la demanda, principalmente para la industria de la construcción.

Existen muchas ladrilleras dispersas en todo el país, sin embargo, ésta se concentra principalmente cerca de los centros de consumo, disponibilidad de arcilla y acceso.

La leña es la fuente energética única de las ladrilleras, lo que representa un mercado real, ya que los propietarios no poseen lugares de explotación, lo cual se confirma al observar la afluencia de camiones o carretas transportando la leña, desde distancias largas. Estas empresas han comenzado a tener problemas de abastecimiento de leña, debido fundamentalmente a la poca disponibilidad en los alrededores, disminución de leña de buena calidad y los elevados costos del producto y del transporte. Es probable que esta industria se incremente, lo que representa una amenaza para la poca vegetación existente. Es necesario evaluar sus necesidades presentes y futuras, y características, con el objeto de planificar el establecimiento de bosques energéticos para suplir la demanda de esta industria.

Objetivos

- Determinar el consumo de leña por volumen (ladrillos producidos).
- Determinar especies y características de la leña utilizada.
- Caracterizar las ladrilleras por tamaño, capacidad y mano de obra utilizada.

ESTIMACIONES DEL CONSUMO DE LEÑA EN LADRILLERAS

Las estimaciones de consumo de leña en ladrilleras se realizó con base en la población consumidora, suponiendo cantidades constantes de consumo y basados en pequeñas muestras para luego extrapolar a nivel nacional (3). El caso de Guatemala y Panamá no contempla este tipo de industria en los diagnósticos socioeconómicos (2).

CEL (1) determinó para El Salvador el consumo de leña en kg/ladrillo producido, la producción de ladrillos por quema y el número de quemas al año. Los valores promedio encontrados fueron:

0,86 kg de leña/ladrillo

13 800 ladrillos/quema

12,9 quemas/año/ladrillera

Con estos datos y tomando en cuenta el producto bruto del sector de la construcción pública y privada, se estimó el consumo total y anual de leña. Sin

embargo, como no hay registro de los hornos en todo el país la estimación por esta vía resulta imprecisa.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del sitio de la encuesta

La ciudad de Armenia está ubicada al occidente de El Salvador y a 40 km sobre la carretera que conduce de San Salvador a Sonsonate. En las cercanías de la ciudad se han establecido muchos hornos para cocción de ladrillo y teja. Esto se debe a la facilidad con que se obtienen los materiales como arcilla roja y tierra blanca (originada de cenizas blancas) y la distancia relativamente corta a los sitios de venta.

En épocas anteriores, la leña también estuvo disponible principalmente de los cafetales circundantes y de los árboles y arbustos dispersos de la vegetación natural, pero se ha reducido enormemente debido a muchos factores, por ejemplo, construcción de viviendas, reducción de cafetales, aumento de consumo en ladrilleras y consumo doméstico, agricultura migratoria.

No existe un registro de las ladrilleras, ni control sobre las mismas y su producción depende de la capacidad del empresario-administrador. Para realizar la encuesta se elaboró un formulario que fue distribuido a 39 ladrilleras en el área citada. Las ladrilleras fueron seleccionadas al azar, habiéndose estimado que este número representaba un tamaño de muestra adecuado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos tabulados se muestran en el Cuadro 1, se observa que los estimadores obtenidos coinciden con otros estudios del CEL, respecto de cantidad de leña consumida por ladrillo producido, número de ladrillos por y número de quemas por año.

Cuadro 1. Resultados de la encuesta en ladrilleras de Armenia, El Salvador, 1984

Características	Valor
Número de personas/horno/día	3,4
Producción diaria promedio/persona	375 ladrillos
Dimensión del ladrillo (cm)	2,7 x 13,5 x 7,5
Promedio de días por quema	28,3
Quemas por año	12,9
Promedio de pantes*/quema	6,5
Dimensión del horno (m)	4,7 x 5,0 x 3,3
Capacidad del horno	13 800 ladrillos/quema
Pantes/1 000 ladrillos	0,47
Leña seca/ladrillo	0,86 kg
Peso seco leña por pante	1 818 kg
Hornos por propietario	1
Especies utilizadas comúnmente	<u>Gliricidia sepium</u> <u>Enterolobium cyclocarpum</u> <u>Persea americana</u> <u>Lonchocarpus</u> sp. <u>Inga</u> sp.
Respuesta más común sobre preferencia de las especies	más calor, más fina
Distancia de acarreo	máx: 60 km, mín: 5 km, prom: 18 km
Frecuencia de compra de leña	30 días
Reserva de leña	sí
Dimensiones de la leña utilizada (diámetro)	gruesa: 42 cm mediana: 19 cm delgada: 9 cm
Diámetros preferidos	19 cm, no hay necesidad de rajar
Precio promedio de compra del pante en sitio	¢ 50,00**
Precio promedio de compra/camionada en ladrillera (leña más transporte)	¢270,00**

* Pante: medida local para comercio de leña de 2,4 m x 2,4 m x 0,75 m (1818 kg)

** \$1,0 = ¢0,4

CONCLUSIONES

Las estimaciones obtenidas coinciden con los datos reportados por CEL, lo cual aumenta su confiabilidad.

A pesar de que no se calcularon límites de confianza ni se evaluó la variabilidad, se aprecia que los datos son bastante homogéneos.

Es necesario hacer un inventario (registro) de ladrilleras, que junto con los datos obtenidos permitirá estimar el consumo de leña de esta industria a nivel nacional.

LITERATURA CITADA

1. EL SALVADOR. COMISION EJECTUTIVA HIDROELECTRICA DEL RIO LEMPA, CEL Y PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Balance Energético Nacional Series 1970-1979. San Salvador, s.f. 162 p.
2. JONES, J. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de la Península de Azuero. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 83 p.
3. JONES, J. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y producción de leña en Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 80 p.

**COSTO DE ESTABLECIMIENTO DE UNA HECTAREA DE Eucalyptus
camaldulensis EN PANAMA, 1984**

Carlos Vargas Lombardo
RENARE
Panamá

RESUMEN

Se presentan los costos de establecimiento de una hectárea de Eucalyptus camaldulensis bajo dos sistemas de plantación: método manual y método semi-mecanizado.

El objetivo del trabajo es evaluar cuál de estos dos sistemas de producción es más rentable y adaptable a las condiciones agro-climáticas de la zona húmeda de Panamá. Se infiere que los parámetros utilizados para evaluar la rentabilidad de ambos métodos son los más apropiados.

El análisis de costos de los sistemas de plantación probados durante el establecimiento muestra que los costos son más bajos en el sistema semi-mecanizado; sin embargo, es importante afinar la metodología para disminuir el costo de establecimiento en el sistema manual.

El análisis de ambos sistemas con los ajustes necesarios permitirá a los agricultores interesados establecer plantaciones forestales con fines energéticos y seleccionar el método más apropiado a sus condiciones.

SUMMARY

This report presents the costs of establishing one hectare of Eucalyptus camaldulensis under two planting systems: manual and semi-mechanized.

The objective of the study is to evaluate which of these two production systems is more cost-effective and more adaptable to agriculture in the wet zone of Panama. It is concluded that the parameters used to evaluate the cost-effectiveness of the two methods are the most appropriate ones.

Cost analysis of the two planting systems studied shows that the costs are lower in the semi-mechanized system. However, it is important to refine the methodology in order to decrease planting costs in the manual system.

Analysis of both systems with necessary adjustments will permit interested growers to establish forest plantations for energy purposes and select the method best suited to their conditions.

INTRODUCCION

El estudio de los costos de establecimiento de plantaciones forestales para leña, postes para cerca, varas para construcción y tutores para hortalizas, son importantes porque permiten determinar el uso eficiente de los recursos y dejan la base para estimar la rentabilidad de estas plantaciones.

En 1982, el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía-CATIE/RENARE estableció plantaciones demostrativas de Eucalyptus camaldulensis en las provincias centrales de Coclé, Herrera y Los Santos, con el objetivo de medir los incrementos en crecimiento (altura y diámetro) y rendimiento (m^3) para leña. Ese mismo año se inició también la recopilación de costos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones, para realizar análisis financieros preliminares con los costos e ingresos derivados.

Sin embargo, en 1984 surgió la necesidad de tener informes parciales de los costos incurridos para establecer una parcela de una hectárea de E. camaldulensis. De acuerdo con la metodología correspondiente se inició el ordenamiento de la información recopilada en plantaciones localizadas en el Distrito de Antón, provincia de Coclé. La finalidad de este documento es estimar el costo de establecimiento y la rentabilidad de plantaciones de E. camaldulensis para leña y otros usos.

METODOLOGIA

La semilla de E. camaldulensis utilizada procede de León, Nicaragua lote No. 1565 y llegó a Panamá por medio del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) con sede en el CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Los plántones se produjeron en el vivero de El Caño, a 30 km del sitio de plantación; la zona corresponde al bosque seco tropical, con una precipitación entre 1100 mm y 1650 mm, estación seca de cuatro a cinco meses y temperatura media anual entre 23°C y 26°C. Los suelos presentan un pH entre 5,5 y 7,5 y ocupan zonas bajas que incluyen en proporción mayor suelos para cultivo sobre base permanente.

Los datos de costos fueron obtenidos sistemáticamente de acuerdo con la metodología de recopilación descrita por el Proyecto de Leña.

A continuación se analiza los costos de establecimiento bajo dos sistemas:

1. Costos de una hectárea de E. camaldulensis utilizando el método manual. Este sitio se ubica en Buen Retiro de Antón, su actividad principal es la producción de leña; se encuentra aproximadamente a 10 msnm, con topografía ondulada, 12 por ciento de pendiente. Esta plantación fue establecida en agosto de 1984 y presenta una altura promedio de crecimiento de 1,5 m a los 6 meses.

2. Costos de una hectárea de E. camaldulensis utilizando el método semi-mecanizado. Este sitio localizado en el Chirú de Antón se encuentra a 40 msnm, el terreno es plano con un declive de un cuatro por ciento. La producción es de uso múltiple (postes, varas). Esta plantación fue establecida en julio de 1984 y presenta una altura promedio de 1,2 m a los seis meses.

RESULTADOS

A continuación se presentan los cuadros con los resultados de la información colectada.

Los resultados del Cuadro 1 muestra que el costo inicial por hectarea es B/569,02 e indica que los renglones de mayor costo están localizados en los plantones y las limpiezas. El costo de los plantones fue cubierto por el Proyecto, y más de la mitad de las labores de limpieza fueron realizadas por el propietario de la plantación.

Cuadro 1. Costo de establecimiento de una hectárea de E. camaldulensis instalada con métodos manuales, espaciamiento 3 m x 2 m (1666 plantones)

Actividades	Jornales /ha*	Cantidad insumos	Costo unitario (B.)**	Total (B.)
Plantones	-	1666	0,12	199,92
Transporte de plantones	-	1666	0,02	24,99
Preparación del terreno limpieza inicial	10	-	5,00	50,00
Control de insectos				
insecticida (mirex-libra)	-	7	1,98	13,86
mano de obra	3	-	5,00	15,00
Plantación				
alineamiento	2	-	5,00	20,00
hoyado	3	-	5,00	15,00
distribución y plantación	5	-	5,00	25,00
Resiembra				
mano de obra	3	-	5,00	15,00
plantones	-	150	0,14	20,25
Limpieza de mantenimiento				
primera limpieza (jul)	12	-	5,00	60,00
segunda limpieza (set)	12	-	5,00	60,00
tercera limpieza (dic)	12	-	5,00	60,00
T O T A L	62	-	-	569,02

* Un jornal corresponde a ocho horas/hombre/día

** 1,0 B. = \$1,0

Los resultados del Cuadro 2 muestran un costo de B/ 454,04 por una hectárea de E. camaldulensis, sus renglones de mayor costo son limpieza, plantones y preparación de terreno.

Cuadro 2. Costos de una hectárea de *E. camaldulensis* instalada con métodos semi-mecanizados, espaciamiento de 3 m x 3 m (1111 plántones)

Actividades	Equipo	Tiempo (horas)	Insumos (cantidad)	Jorna- les/ha	Costos	
					Unitario (B.)	Total (B.)
plántones	-	-	1111	-	0,12	133,32
transporte de plántones	-	0,30	1111	-	0,02	16,66
preparación de terreno	rastra	2,00	-	-	20,00	40,00
control de insectos						
mano de obra	-	-	7 lb	3	5,00	15,00
insecticidas (mirex-libra)	-	-	-	-	1,98	13,86
plantación						
alineamiento	-	-	-	2	5,00	10,00
hoyado	-	-	-	3	5,00	15,00
abonamiento	-	-	133 lb	-	0,15	19,95
fertilizante						
mano de obra				2	5,00	10,00
distribución	-	-	-	5	5,00	25,00
resiembra						
mano de obra	-	-	-	3	5,00	15,00
plántones	-	-	150	3	0,12	18,00
transporte			150		0,02	2,25
limpieza (manual y mecanizada)						
primera limpieza (set)	rastra	2	-	-	20,00	40,00
primera limpieza (set)	machete	-	-	4	5,00	20,00
segunda limpieza (dic)	chapea	2	-	-	20,00	40,00
segunda limpieza (dic)	machete	-	-	4	5,00	20,00
T O T A L		6,30		26		454,00

La comparación de los resultados de los dos cuadros indica que los costos del método manual son más altos; sin embargo, habrá que considerar los objetivos finales de ambas plantaciones y la densidad de plantación, ya que la misma es mayor con el método manual. También se observa que los turnos en la plantación manual serán cortos y mayor el número de turnos, por lo tanto, el volumen de material de corta también será mayor, si se mantiene el objetivo primario que es la obtención de leña.

En la plantación semi-mecanizada, cuyo objetivo final el uso múltiple (posies para cerca, varas para construcción, madera para aserrío y leña) los ciclos de corta serán más largos y menor la cantidad de material obtenido; sin embargo el valor en el mercado será mayor.

CONCLUSIONES

Los análisis preliminares llevados a cabo demuestran que el sistema semi-mecanizado es de más bajo costo que el sistema manual. La leña es un producto de precio bajo y no permite que los costos de producción sean elevados, por lo tanto es necesario seguir investigando métodos nuevos con el fin de disminuir los costos de establecimiento de estas plantaciones.

Los resultados obtenidos servirán para los análisis de costo y de rentabilidad de plantaciones para leña y otros usos.

**ANÁLISIS FINANCIERO DE UNA PLANTACION FAMILIAR
DE Gliciridia sepium EN GUANACASTE, COSTA RICA**

Carlos Navarro F.
Carlos E. Reiche C.
CATIE
Costa Rica

RESUMEN

Plantar árboles en pequeñas fincas es una alternativa factible no solo para el autoabastecimiento de leña y otros productos, sino que financieramente la inversión de este tipo de actividades es rentable y provee los ingresos netos necesarios, en caso de que el campesino decida vender el producto.

Este estudio muestra el análisis financiero de una plantación familiar de Gliciridia sepium en Guanacaste, Costa Rica. Se indica los costos e ingresos y evalúa la factibilidad de establecimiento de plantaciones para leña y su importancia en el desarrollo de las comunidades rurales. Se describe el sitio, las condiciones climáticas y la fertilidad del suelo, factores que influyen en los costos de las actividades de plantación y en el crecimiento de la especie.

El análisis muestra la actualización a diferentes tasas de interés de las labores de establecimiento, mantenimiento y corta, así como los ingresos obtenidos durante el periodo de producción. Además, se dan los índices financieros relación beneficio-costos, al valor presente neto y la tasa interna de retorno, utilizando una tasa alternativa del ocho por ciento.

SUMMARY

Not only trees be planted in small farms as a feasible alternative for home production of firewood and other products, but investment in this kind of activity is financially profitable and provides the necessary net income should the farmer decide to sell his product.

This study provides a financial analysis of a family plantation of Gliciridia sepium in Guanacaste, Costa Rica. Costs and receipts are given and the feasibility of establishing firewood plantations is evaluated, along with their importance in the development of rural communities. The site, climate conditions and fertility of the soil are described, as factors which influence the costs for planting activities and the growth of the species.

The analysis gives the present value at various rates of interest of the costs of establishing, maintaining and cutting the trees, as well as the income obtained during the production period. In addition, the cost-benefit relationship of the financial indices at net present value is given, along with the internal rate of return, using an arbitrary rate of eight percent.

LA FAMILIA Y EL CONSUMO DE LEÑA

En Costa Rica hay una marcada tradición en la utilización de la leña. En la actualidad se estima que más del 50 por ciento del total de familias utilizan diariamente este recurso para cocinar alimentos. El consumo per cápita es de 1,8 estéreos por año, y el consumo medio de leña para una familia típica de seis personas (Cuadro 1) es alrededor de 10,8 estéreos por año, que, referido en términos de árboles plantados, significa que una familia tendría que plantar 1152 árboles para autoabastecerse de leña si el rendimiento de las especies fuera de 15 estéreos por hectárea por año.

Cuadro 1. Consumo de leña per cápita y familiar, número de árboles y área requerida para plantación en Costa Rica

	Consumo leña estéreos/año	Calliandra calothyrsus*		Gliricidia sepium**	
		Área (m ²)	No. árboles 2 m x 2 m	Área (m ²)	No. árboles 2 m x 2 m
per cápita	1,8	300	75	1 200	192
familiar (6,0 personas/fam)	10,8	1 800	450	7 200	1 152

*Fuente: Ing. José J. Campos. Comunicación personal. CATIE, Turrialba. 1983.
Rendimiento 10 estéreos/ha/año.

**Rendimiento 15 estéreos/ha/año (4).

En Costa Rica, como en la mayoría de los países de la región, obtener la leña se dificulta cada vez más debido a que el bosque ha sufrido un uso destructivo, y usualmente ha sido eliminado para dar paso a la producción agropecuaria. A este problema se agrega el bajo nivel de reforestación existente, producto de factores sociales, económicos e institucionales que frenan la decisión del productor de plantar árboles.

Desde el punto de vista económico, el productor necesita conocer cuánto dinero y recursos tiene que invertir y qué ganancia puede esperar de la actividad de plantación de árboles; sin embargo para dar estas respuestas se necesitan datos de costos e ingresos, los cuales corrientemente no están disponibles.

Como una respuesta a la carencia de datos económicos, el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del CATIE, ha desarrollado una metodología sencilla y práctica para obtener datos de costos e ingresos de plantaciones para la producción de leña a nivel familiar (6).

La aplicación sistemática de la metodología permite obtener la descripción técnica de cada actividad, insumos o materiales y mano de obra requerida para el establecimiento, mantenimiento y cosecha de la plantación. Posterior a la recopilación de datos, la metodología incluye el análisis financiero correspondiente.

Con el objeto de demostrar la factibilidad técnica y financiera y motivar a otros agricultores de la zona, el Proyecto Leña ha promovido el establecimiento de unidades familiares demostrativas con especies para producción de leña como Gliricidia sepium (madero negro), G. arborea entre otras.

LA PLANTACION FAMILIAR

Descripción del área

La plantación fue establecida en 1980 en Cañas, Guanacaste, Costa Rica, localizada en la zona de vida bosque seco Tropical (2). Esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 27°C; una precipitación promedio anual de 1664 mm y un déficit hídrico de cinco meses, especialmente de diciembre a abril lo cual forma una asociación climática de tipo monzónico (1).

Los suelos del área son negros con textura franca sin pedregosidad y con drenaje excelente; su profundidad es de 90 cm y se clasifica como Typic ustifluent.

Actividades de establecimiento de la plantación y sus costos.

Como una respuesta a la necesidad de abastecer a la familia de postes y leña se seleccionó la especie G. sepium, por su adaptación a una gran variedad de suelos y climas, capacidad de rebrote y ser una especie ampliamente conocida y aceptada por los campesinos de la región. La plantación fue establecida a un espaciamiento de 2,5 m x 2,5 m (1600 árboles/ha).

Establecer una plantación pequeña a nivel familiar requiere de actividades específicas. El proceso de recolección de información de campo permitió identificar las actividades siguientes:

Limpieza y protección del terreno

El sitio seleccionado para establecer la plantación estaba cubierto por maleza de tipo arbustivo y pasto, los cuales fueron eliminados manualmente con machete; posteriormente, esta maleza se acumuló en hileras para ayudar a la conservación de la humedad y fertilidad del suelo.

El cercado consistió en colocar postes cada tres metros en el perímetro de la plantación con tres hilos de alambre. Se emplearon 15 jornales* para la construcción total de la cerca y cuatro rollos de alambre de 400 m con un costo de ₡2720, más 166 postes a ₡30 cada uno, lo que dio un total de ₡7700**.

Marcación, ahoyado y rodajea

El trazado o marcación del terreno, consistió en medir y señalar los puntos donde serían plantados los árboles. En los puntos señalados se procedió a abrir hoyos con palín a una profundidad de 30 cm y un radio de 10 cm. Se emplearon seis jornales para la marcación del terreno; 6,5 para el hoyado y ocho para la rodajea; ésta consiste en eliminar maleza alrededor de la planta.

*1 jornal = hombre/día de ocho horas

**₡1,0 = \$ 0,019

Fertilización

La fertilización se realizó al momento de plantar. Se aplicó 45g de N-P-K (10-30-10) al fondo del hoyo. Se utilizó mayor proporción de fósforo porque se ha comprobado mejores resultados en cuanto al crecimiento general de las plantas para las condiciones del suelo.

Chapea y rondas

Al final del período de lluvias hubo un fuerte crecimiento de malezas. Para prevenir el efecto competitivo y permitir un desarrollo normal de las plantas, se practicó la chapea del terreno, la cual consistió en eliminar con machete el material herbáceo.

Para prevenir los efectos del fuego también se eliminó la maleza en una faja de dos metros alrededor de la plantación.

Insumos

Entre los insumos utilizados se consideraron fertilizante, insecticidas y fungicidas. Sus valores fueron constantes durante los cuatro años de duración del proyecto, en previsión de posibles ataques de plagas o enfermedades que pudieran presentarse, pero no significa que estos costos se realizaron en igual magnitud cada año.

Corta y troceo

El rápido crecimiento inicial de la especie permite obtener leña y postes a los cuatro años (3 y 5). Además, la capacidad de rebrote permitirá realizar turnos posteriores, que proveerán productos adicionales. El Cuadro 2 presenta un resumen de los costos de las actividades e insumos. Se destaca que para establecer una plantación de este tipo se requieren 67,5 jornales/ha, de los cuales un 22 por ciento corresponden a la actividad de cercado.

El precio de la leña al momento de aprovechamiento, fue de \$250 por estéreo. Este precio tiende generalmente a aumentar en el verano por mayor demanda. El precio ha venido aumentando rápidamente por la disminución de las fuentes de leña, así como por el aumento de precio de otros combustibles sustituidos en este recurso.

ANALISIS FINANCIERO

Tasa de interés

En la mayoría de los países en desarrollo la tasa de actualización fluctúa entre 8 y 15 por ciento. Para préstamos forestales en Costa Rica la tasa de interés impuesto por los bancos nacionales es del ocho por ciento. Para calcular el valor actual, la relación beneficio-costos y la tasa interna de retorno se usó una tasa de actualización del ocho por ciento.

Cuadro 2. Costos de plantación de *Gliricidia sepium* para producción de leña y postes. Cañas, Costa Rica. 1984

	Actividades o insumos	Jornales/ha	Costos (¢/ha)
año 0	cercado	15,0	3 900
	limpieza del terreno	8,0	2,080
	marcado	6,0	1 560
	hoyado	6,5	1 680
	siembra	8,0	2 080
	abonado	2,0	520
	rodajea	8,0	2 080
	resiembra	1,0	260
	chapea	10,0	2 600
	rondas	3,0	780
	plantas		8 800
	alambre		9 200
	fertilizante e insecticida		1 744
	transporte		800
total costos año 0		67,5	38 044
año 1	rodajea	8,0	2 080
	chapea	10,0	2 600
	rondas	3,0	780
	podas	10,0	2 600
	insumos		1 744
total costos año 1		31,0	9 804
año 2	chapea	10,0	2 600
	rondas	3,0	780
	insumos		1 244
total costos año 2		13,0	5 124
año 3	chapea	10,0	2 600
	corta-troceo	33,4	8 692
	insumos		1 744
	apilado	2,15	558
	depreciación de motosierra y combustible		1 707
total costos año 3		45,55	15 301

Rendimiento de la plantación

A los cuatro años la producción fue de 61,8 estéreos de leña por hectárea, y 6562 postes vivos para cerca con un valor de ₡15 cada uno. En esta zona ambos productos son necesarios y tienden a escasear (4).

Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto se define como la diferencia entre el valor actual de la corriente de beneficios menos el valor actual de la corriente de costo. En el

caso de la plantación analizada, un VAN de ¢28 028,25 se toma como el valor actual de la corriente de ingresos y gastos del campesino durante el desarrollo de todas las fases del proyecto. Este valor permite aceptar la producción de leña y postes con base en el criterio de aceptar proyectos con un VAN positivo.

La Figura 1 y el Anexo 1 presentan la tasa de actualización y el VAN con el fin de mostrar la variación de la factibilidad del proyecto y el costo de oportunidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Flujo de fondos en colones para una plantación de Gliricidia sepium en Guanacaste, Costa Rica, 1984

Costos	AÑO				TOTAL
	0	1	2	3	
cercado	3 900	--	--	--	3 900
limpieza	2 090	--	--	--	2 090
marcado	1 560	--	--	--	1 560
hoyado	1 680	--	--	--	1 680
siembra	2 080	--	--	--	2 080
abonado	520	--	--	--	520
rodajea	2 080	2 080	--	--	4 160
resiembra	260	--	--	--	260
chapea	2 600	2 600	2 600	2 600	10 400
rondas	780	780	780	--	2 340
poda	--	1 820	--	--	1 820
corta-troceo	--	--	--	10 957	10 957
plantas	8 800	--	--	--	8 800
alambre	7 700	--	--	--	7 700
insumos	1 744	1 744	1 744	1 744	6 976
transporte	800	--	--	--	800
TOTAL DE COSTOS	36 584	9 024	5 124	15 301	66 033
Ingresos					
leña	--	--	--	15 450	15 450
postes	--	--	--	98 437	98 437
TOTAL DE INGRESOS	--	--	--	113 887	113 887
ingresos netos	-36 584	-9 024	-5 124	98 586	47 854
ingresos descontados	--	--	--	90 407,25	
ingresos descontados acumulados	--	--	--	90 407,25	
costos descontados	36 584	8 355,55	4 393,01	12 146,44	
costos descontados acumulados	36 584	44 939,55	49 332,56	61 479,00	
ingresos netos descontados	-36 584	-8 355,55	-4,393,01	78,260,81	
ingresos acumulados descontados	-36 584	-44 939,55	-49 332,56	28 928,25	

Tasa interna de retorno (TIR)

Se considera la tasa interna de retorno como el interés máximo que podría pagar un proyecto si se desea que recupere no solo su inversión y los costos de operación, sino que tenga entradas y gastos iguales.

Para la plantación estudiada la tasa interna de retorno es de 28,2 por ciento, la cual se considera aceptable según el criterio de aceptar el proyecto si éste posee una TIR igual o mayor al costo de oportunidad del capital.

Relación beneficio-costo

Este indicador financiero se considera como la relación obtenida cuando el valor actual de la corriente de beneficios se divide entre el valor actual de la corriente de costos. Para el caso analizado la relación beneficio-costo es de 1,47, valor que hace aceptable la producción de leña y postes, según el criterio de aceptar los proyectos alternativos con resultados de uno o mayor, cuando las corrientes de costos se han actualizado al costo de oportunidad del capital.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En el proyecto estudiado, un análisis de sensibilidad puede ser realizado con respecto a dos rubros, especialmente en los rendimientos y en un posible ascenso de los costos de mano de obra. Hay cierta tendencia en los proyectos forestales a ser optimistas acerca de los posibles rendimientos, en especial cuando se propone un modelo nuevo de plantación o la información silvicultural se basa principalmente en pruebas experimentales. Es importante aclarar que éste no es el caso del proyecto analizado ya que los datos fueron obtenidos directamente en el campo y con las condiciones particulares del pequeño agricultor; aún así puede esperarse un descenso en los rendimientos por causas climáticas o plagas y enfermedades que afecten la especie durante el ciclo del proyecto.

Los costos de mano de obra tienen incrementos anuales de un 15 por ciento aproximadamente, por lo que puede esperarse que este rubro afecte al balance del proyecto.

En el Cuadro 4 se dan los nuevos valores presentes netos resultantes de incrementos en los costos de mano de obra y disminución de los ingresos por baja en los rendimientos.

Cuadro 4. Análisis de sensibilidad de un proyecto de reforestación de Gliricidia sepium, Cañas, Costa Rica, 1984

Aspectos por sensibilizar	Valor presente neto (¢)	Reducción respecto valor presente neto original (%)
costos de mano de obra		
10 % de incremento	25 135,25	13,1
20 % de incremento	21 340,44	26,2
disminución en los ingresos por baja en los rendimientos de plantación		
10 % de disminución	19 887,55	31,2
20 % de disminución	10 486,85	63,7

Como se observa, los costos se incrementan hasta en un 20 por ciento y los rendimientos bajan un 20 por ciento, el valor presente neto permanece positivo lo cual verifica la aceptación del proyecto por parte del agricultor.

CONCLUSIONES

El análisis financiero de la plantación se efectuó con base en datos obtenidos en la misma plantación durante los cuatro años; ésto asegura un análisis más veraz que cuando se realizó en forma teórica o con especulaciones.

La plantación familiar analizada es una alternativa rentable para el campesino ya que los índices financieros encontrados (VAN de \$28 928,25, relación beneficio-costos de 1,47 y TIR de 28,25) muestran valores aceptables.

Además de los productos obtenidos, se puede aprovechar el forraje para la alimentación de ganado; el manejo de los rebrotes en turnos posteriores predice una cantidad de leña superior a la del primer turno, lo cual presenta un ingreso no cuantificado para el campesino; además mejora la aceptación del proyecto.

La plantación de una leguminosa fijadora de nitrógeno brinda una serie de beneficios intangibles, como son la protección y mejoramiento del suelo y barreras rompevientos para la protección de cultivos.

Los recursos humanos y económicos para la realización del proyecto no presentan problemas, sobre todo con respecto a mano de obra y administración debido a que el dueño es responsable de gran parte de los trabajos de campo.

LITERATURA CITADA

1. COSTA RICA. INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. Anuario meteorológico. San José, 1980. 342 p.
2. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p. 109 ref. Libros y Materiales Educativos No.34.
3. MORA, E. Introducción al estudio de la variabilidad fenotípica de Madero Negro. Gliciridia sepium (Jacq.) Steud. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 45 p.
4. NAVARRO, C.M. y RODRIGUEZ, E. Aprovechamiento de Gliciridia sepium con fines de producción de leña y postes en Cañas, Guanacaste, Costa Rica (en preparación).
5. OTAROLA, T.A. y UGALDE, A.L. Productividad y tablas de biomasa de Gliciridia sepium (Jacq.) Steud, en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 39 p.
6. REICHE, C. Costos de producción de unidades demostrativas para leña: significado, alcances y aspectos metodológicos generales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 15 p.

Anexo 1. Valor presente neto a diferentes tasas de interés de una plantación de Gliciridia sepium, en Cañas, Costa Rica. 1984

Tasa de descuento	Valor presente neto
0,00	47 854,00
0,0200	42 543,84
0,0400	37 644,34
0,0600	33 117,32
0,0800	28 928,25
0,1000	25 046,96
0,1200	21 445,66
0,1400	18 100,32
0,1600	14 988,68
0,1800	12 091,18
0,2000	9 389,82
0,2200	6 868,87
0,2400	4 513,29
0,2600	2 310,41
0,2800	248,07
0,3000	-1 684,38
0,3200	-3 497,01
0,3400	-5 198,59
0,3600	-6 797,48
0,3800	-8 300,90

Leucaena leucocephala PARA VARAS DE HORTALIZAS EN PANAMA

Amable E. Gutiérrez
RENARE
Panamá

RESUMEN

La región de Azuero es una de las áreas donde se cultiva diferentes hortalizas en la época lluviosa, utilizando varas para el sostén de las plantas.

Debido a la deforestación del área, el horticultor ha tenido que desplazarse hacia otros sectores en busca de varas, aumentando de esa forma el costo de producción, y la deforestación en otras áreas como manglares y reserva forestales.

En la época lluviosa se plantan más de 100 ha de tomate. De acuerdo con esas necesidades se ha investigado las posibilidades de la Leucaena leucocephala para producir las varas, ya que la especie rebrota, es de crecimiento rápido, de fácil manejo y se adapta a la zona.

La densidad del tomate es de 213 899 matas/ha (1,20 m x 0,60 m); al lado de cada mata se coloca una vara de 2 m de largo y de 2,5 a 3,0 cm de diámetro centro.

El valor unitario de las varas es de B/0,05; el cultivo de una hectárea de tomate demanda B/694,45 para adquirir las varas necesarias.

Los resultados obtenidos en Loma Larga, distrito de los Santos, Panamá con L. leucocephala son muy positivos en cuanto a la producción de varas. La especie fue plantada a una densidad de 2 m x 2 m y se cortó a los 25 meses de edad con 4,0 m de altura. Se manejó los rebrotes y a la edad de 14 meses fue aprovechada nuevamente; extrayéndose en la mayoría de los casos dos varas por rebrote. Los diámetros de las varas de los tratamientos están dentro del rango requerido por los horticultores.

SUMMARY

The Azuero region is one of the areas where various vegetables are grown in the rainy season, wooden stakes being used to support the plants.

More than 100 ha of tomatoes are planted during the rainy season. Because of these needs the possibility of producing stakes from Leucaena Leucocephala has been studied, since this species reproduces from shoots, grows rapidly, is easy to manage and is well adapted to the region.

The density of the tomatoes is 213,899 plants/ha (1.20 m x 0.60 m). A stake 2 m long and 2.5 x 3.0 cm in diameter at the center is placed next to each plant. The unit value of stake is B. 0.05 (B. 1.00 = US \$1.00). It costs B.694.45 to acquire the stakes needed to grow one hectare of tomatoes. The results obtained in Loma Larga, Los Santos district, Panama, are very positive with respect to producing stakes from L. Leucocephala. The species was planted at a density of 2 m x 2 m and was cut at 25 months of age when 4.0 m high. The shoots were cultivated and at the age of 14 months this experiment was terminated. In most cases two stakes per shoot were obtained. The diameter of the stakes obtained in this way were within the range required by the vegetable growers.

INTRODUCCION

En la región de Azuero, Panamá, se cultiva el tomate durante la época seca y lluviosa. En esta última el cultivo requiere el uso de varas para sostener las plantas y evitar que el fruto se pudra al tocar el suelo. Esta región está casi totalmente deforestada, por lo que los productores de tomate deben recorrer grandes distancias para adquirir las varas, aumentando de esta forma la deforestación en otras zonas, como los manglares y reservas forestales.

Debido a esta situación la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (RENARE) ha iniciado investigaciones con la especie Leucaena leucocephala en Azuero, Panamá, con el objetivo de producir varas a corto plazo. L. leucocephala es una especie de rápido crecimiento y de fácil manejo; en otros países se utiliza para la obtención de puntales de árboles frutales, estacas para cercas y postes pequeños (4,5) también se utiliza para leña, carbón, forraje, cortinas rompevientos y como mejoradora del suelo (5,7).

Esta leguminosa, originaria de México hasta Nicaragua (6), es un árbol de 15 a 20 m de altura, siempre verde (7), con hojas bipinadas de 15 a 20 cm de largo y con cuatro a ocho pares de pinas de cinco a diez centímetros de largo; las flores son blancas, agrupadas en una cabeza globular solitaria y presenta vainas finas achatadas con 12 a 25 semillas elípticas y de color café; posee un sistema radicular profundo y bien desarrollado y rebrota fácil y vigorosamente.

REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

L. leucocephala es una especie para tierras bajas, a elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 500 msnm. La precipitación anual promedio debe ser superior a los 600 mm distribuida entre los seis a los 12 meses, y la temperatura promedio anual de 20°C (7,8). Los suelos deben ser bien drenados, con un pH entre 5,5 y 8,5 y un balance razonable de minerales, especialmente fósforo, molibdeno y zinc (1,4).

La especie no se desarrolla en áreas bien elevadas ni pantanosas, tampoco en suelos ácidos, altos en aluminio con bajo contenido de fósforo (4,5).

EL CULTIVO DEL TOMATE

De acuerdo con información obtenida de varias instituciones y directamente de los productores, durante la época lluviosa se cultiva en la Península de Azuero aproximadamente 115 ha de tomate. La mayoría de los horticultores producen dos cosechas al año; la primera de abril a julio y la segunda de setiembre a diciembre.

La densidad de plantación es determinada por la variedad de tomate, sin embargo se podría considerar un espaciamiento promedio de 1,20 m x 0,60 m, lo que representa una población de casi 13 900 plantas por ha.

Las varas requeridas para sostener las plantas de tomate tienen normalmente dos metros de longitud y diámetro que varía desde dos y medio hasta cuatro centímetros. Al lado de cada planta de tomate se coloca una vara, o sea que para

Las 115 ha de plantación se necesitará alrededor de 1,6 millones de varas. El costo promedio de las varas es de aproximadamente B/50 el millar, lo que significa que para cultivar una ha de tomate el horticultor debe invertir aproximadamente B/695 en la compra de varas (alrededor de B/80 000 en toda la región).

MANEJO DE REBROTOS DE L. leucocephala PARA PRODUCIR VARAS

La información requerida para este estudio se obtuvo de un experimento establecido en 1983 en Loma Larga, distrito de Los Santos, Panamá, con el objeto de evaluar el número de rebrotes por tocón, en la producción de biomasa de L. leucocephala. Este sitio corresponde a un bosque seco Tropical (5), caracterizado por una precipitación promedio anual de 1 210 mm distribuidos en siete meses. La temperatura promedio es de 27°C y se encuentra a 25 msnm. La topografía del sitio es plana y presenta buen drenaje, el pH que varía de 5,1 a 6,0.

La plantación se estableció inicialmente a una densidad de 2050 árboles/ha (2,0 m x 2,0 m); a los 25 meses se cortó a una altura de 40 cm y se obtuvo una producción de 33 estéreos*/ha/año de leña (12,5 tm/ha/año de leña verde) (2).

A los siete días del corte se observó la aparición de los primeros rebrotes, sin embargo hasta los cuatro meses después del aprovechamiento, se empezó a definir alguna dominancia o algunos bifurcados, y se inició la selección de los rebrotes. En este momento el número de rebrotes variaba entre 12 y 23 por tocón, y tenían una altura de hasta 2,5 m. Se estableció un ensayo de manejo de rebrotes bajo un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones y cuatro tratamientos, utilizando parcelas de 18 árboles. Los tratamientos evaluados fueron dos, tres y cuatro rebrotes por tocón y un control (testigo) el cual no recibió ninguna selección de rebrotes.

La selección de los rebrotes se hizo con machete; esta operación fue sencilla de ejecutar y se estimó que se consumieron alrededor de cuatro hombres-día/ha en el caso de seleccionar cuatro rebrotes/tocón.

A los ocho meses se realizó el aprovechamiento de los rebrotes, donde se cuantificó la cantidad de varas producidas y el peso de leña verde por tratamiento.

Cada rebrote produjo en la mayoría de los casos, dos varas con diámetro que variaron según el tratamiento. El Cuadro 1 muestra el diámetro, altura y producción total de varas por hectárea según el tratamiento.

Los resultados obtenidos muestran que con el tratamiento de cuatro rebrotes por tocón se obtuvo una producción mayor de varas por hectárea, este fue 25 por ciento superior al segundo mejor tratamiento y 30 por ciento superior al segundo. También se observa que la menor producción ocurre en el tratamiento con menos rebrotes. Tanto el diámetro como la altura de los rebrotes se redujeron

*Un estéreo (st) es igual a un metro cúbico apilado

Cuadro 1. Altura promedio de rebrotes de L. leucocephala, diámetro de las varas y producción por hectárea según tratamiento, en Los Santos, Panamá

Variables	Tratamientos (rebrotos/tocón)			
	Testigo	Dos rebrotos	Tres rebrotos	Cuatro rebrotos
diámetro promedio de las varas en el centro (cm)	3,4	3,7	3,5	3,2
altura total promedio de los rebrotos (m)	5,7	6,0	5,8	5,6
total de varas producidas por hectárea	11 528	9 723	12 224	15 002

conforme se aumenta el número de rebrotos por tocón; sin embargo, no afectó la cantidad de varas producidas, sino al contrario, esta aumentó al aumentar el número de rebrotos.

El Cuadro 2 muestra la supervivencia y la producción de leña verde por árbol y por hectárea para cada tratamiento. Se puede notar una tendencia clara donde aumentó el número de rebrotos por tocón, aumentó también la producción de leña verde por árbol. La misma tendencia se mantiene en la producción por hectárea aunque un poco afectada por la sobrevivencia de cada tratamiento. Las diferencias porcentuales entre los tratamientos fueron menores a las observadas en cuanto a la producción de varas; el mejor tratamiento (cuatro rebrotos/tocón), fue 12 por ciento superior (12,3 kg/árbol) a los segundos mejores tratamientos que fueron el testigo y tres rebrotos/tocón (11,0 kg/árbol).

Cuadro 2. Rendimientos de leña verde de L. leucocephala por tratamiento en Los Santos, Panamá

Tratamiento	Leña verde producida		
	Supervivencia (%)	(kg/árbol)	(tm/ha)
2 rebrotos	93	9,6	22,3
3 rebrotos	93	11,0	25,6
4 rebrotos	98	12,3	30,1
testigo	98	11,0	27,0

Al comparar estos rendimientos de leña verde con los obtenidos en el mismo sitio, cuando la plantación fue cortada por primera vez a los 25 meses después de plantada, se observó que el incremento medio anual (IMA) de los rebrotos, a los 14 meses fue superior para todos los tratamientos, las diferencias fueron desde 53 por ciento para el tratamiento más bajo hasta 106 por ciento para el mejor.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones reportadas es este estudio, la mayor producción de varas de L. leucocephala se obtuvo cuando se seleccionó cuatro rebrotes por tocón; sin embargo debe considerarse que éste fue el tratamiento donde se seleccionó el mayor número de rebrotes, y por tanto serán necesarios más estudios para conocer la respuesta a nuevos tratamientos seleccionando más rebrotes por tocón. Una respuesta muy similar se observó en cuanto a la producción de leña verde.

A pesar de que las respuestas a los tratamientos en la producción de varas y en la producción de leña fueron muy similares, se observó que las diferencias entre tratamientos tendieron a ser mayores en el caso de producción de varas, esto tiene implicaciones en el sentido de que al ser las varas para tomate un producto con un precio más alto en comparación con la leña, la decisión de manejar rebrotes en el primer caso tendrá una mayor recuperación económica cuando sea comparado con la leña.

Un hectárea de L. leucocephala bajo estas condiciones y manejando los rebrotes según el mejor tratamiento (cuatro rebrotes/tocón), producirá cada 14 meses la totalidad de las varas requeridas para una hectárea de tomate y un excedente superior a 1000 varas. El ingreso bruto por concepto de venta de varas sería de B/750/ha.

Las diferencias de ingreso bruto entre el mejor tratamiento y el testigo fueron de B/175/ha; diferencia que cubre el costo estimado de la operación.

El rendimiento de la plantación manejada por tallar (rebrotes) fue para todos los tratamientos superior al rendimiento de la primera cosecha desde 50 hasta 100 por ciento. Se recomienda realizar otras experiencias, estudiando además del número de rebrotes por tocón, la época de corta, la altura de tocón y edad de selección de los rebrotes.

LITERATURA CITADA

1. DULIN, P. Areas climáticas análogas para especies productoras de leña en los países centroamericanos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Manual Técnico No. 50. 1984. 41 p.
2. GUTIERREZ, A. Crecimiento y rendimiento de Leucaena leucocephala en Loma Larga, Panamá. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Silvoenergía No. 5. 1985. 4 p.
3. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. Traducido del inglés por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. Libros y Materiales Educativos No. 34, 1978. 216 p. 109 ref.
4. MINNS, G.W. Guía para el lego de Leucaena leucocephala. "Planta milagrosa del trópico". Canadá, CESO, 1979. 14 p.

5. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición inglesa por Vera Arguello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984. 344 p.
6. PEREZ GUERRERO, J. Leucaena: leguminosa tropical mexicana, usos y potencial. Tesis Inq. Agr. Universidad, Chapingo, Mexico. 1979. 80 p.
7. WEBB, D.B. Guía para seleccionar especies en ensayos forestales de regiones tropicales y subtropicales. Londres, Overseas Development Administration, 1980. 275 p.

: 408 =

Actas División 1

**UTILIZACION DE AGUA DE ESCORRENTIA PARA PLANTACION
DE ARBOLES EN TIERRAS ARIDAS EN ISRAEL**

D. Heth
División Forestal
Organización de Investigación Agrícola
Israel

RESUMEN

Cerca de 600 millones de personas viven en regiones secas con menos de 500 mm de precipitación media anual. La mayoría de las regiones secas se encuentran en los países en desarrollo, que no se benefician con la integración de programas de reforestación en sus planes regionales o nacionales. El manejo puede modificar al ambiente para crear artificialmente un balance hídrico positivo que beneficie árboles plantados y a los pobladores locales. Esta ponencia presenta los esfuerzos realizados en Israel para utilizar aguas de desagüe para regar plantaciones forestales en zonas áridas; además describe las técnicas empleadas para recoger el agua (desagüe superficial) de pequeños depósitos.

SUMMARY

About 600 million people live in dry regions with less than 500 mm mean annual rainfall. Most dry regions are found in developing countries which stand to benefit from integration of afforestation programs in their national or regional planning efforts. Management can often modify the environment to artificially create a positive water balance for the benefit of planted trees and local populations. This paper deals with attempts in Israel to utilize runoff water for planting trees in arid lands, and describes successful techniques based on harvesting water (surface runoff) from small catchments.

INTRODUCCION

Cerca de 600 millones de personas habitan las tierras secas que reciben menos de 500 mm de precipitación anual (1). Con algunas pocas excepciones, la situación geográfica de las tierras secas corresponden a países con bajo producto nacional bruto, escasez de capital público y privado para inversión y desarrollo, y una infraestructura no desarrollada. Bajo estas condiciones, la aforestación deberá ser integrada sólidamente a la planificación nacional o regional a fin de elevar el nivel de vida, incrementar el potencial agrícola y la producción de madera del área, y cumplir otras funciones productivas y de protección claramente definidas (6). Al reducirse la precipitación, la vegetación natural dispersa (excepto en suelos arenosos) se convierte en el tipo de vegetación de escasas dimensiones donde la cubierta vegetal ocupa sólo una pequeña parte de la tierra y se concentra en áreas bajas tales como planicies inundables, lechos de ríos que se secan en verano (Wadis), pequeños arroyos y depresiones que reciben tanto agua de escorrentía como de precipitación.

Mientras que los principios ecológicos generales que guían la supervivencia de árboles nativos en tierras áridas también prevalecerán para árboles plantados, una diferencia significativa será, sin embargo, la intervención del hombre en la modificación del medio ambiente, y en la creación artificial de un balance hídrico positivo para beneficio de los árboles plantados (5).

Este documento contempla los diferentes intentos realizados en Israel para utilizar el agua de escorrentía para plantación de árboles en tierras áridas.

AREA Y CLIMA

El Negev, área sur árida de Israel, es un desierto que ha sido poblado por varias civilizaciones en el pasado (3). Las condiciones climáticas del altiplano del Negev (latitud 30°N, longitud 35°E, elevación 350 m a 1000 m) son típicas de un desierto con precipitación invernal. La mayor parte de precipitación se da erráticamente entre noviembre y abril y varía entre 28 y 168 mm/año, con un promedio aproximado de 86 mm. El promedio anual, sin embargo, puede alcanzar los 200 mm en Be'er Sheva en el límite norte de esta área. Las temperaturas medias diarias, medias máximas y medias mínimas durante agosto, el mes más caliente, son, respectivamente 25, 32 y 18°C; y para enero, el mes más frío, 10, 15 y 5°C, respectivamente. En los valles pueden darse leves heladas (-5 a 0°C) durante 20 a 30 noches de invierno. Los vientos calientes y secos desérticos ("Sharav") pueden elevar las temperaturas medias diarias a 42-46°C al final de la primavera y al inicio del otoño.

APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE ESCORRENTIA PARA LA AGRICULTURA

El método más común practicado por los antiguos agricultores (los del período israelí alrededor de los años 950 a 700 A.C. y los períodos nabateo y romano bizantino de los años 300 A.C. a 630 D.C.) era basado en la recolección de aguas de pequeñas cuencas (3). Estos sistemas incluían una finca cultivada (de 1 a 3 ha de extensión) en un angosto valle, y una cuenca hidrográfica (de 20 a 60 ha) en las pendientes desérticas contiguas. La investigación hidrológica realizada en dos antiguas fincas reconstruidas -- Avdat y Shivta (4) -- muestran que

el agua recolectada en las laderas promediaba entre 150 y 200 m³/ha/año; las mediciones de antiguos sistemas agrícolas indican que una hectárea de tierra cultivada recibía agua de escorrentía de 20 a 30 ha de laderas de recolección (10).

Durante estos estudios hidrológicos se descubrió que mientras más pequeñas sean las cuencas hidrográficas, será más alto el rendimiento relativo de agua, y mayor el número de precipitaciones efectivas que resulten en escorrentía. Estos resultados llevaron al desarrollo de otra técnica que utiliza el escurrimiento superficial de microcuencas (16 m² a 1 000 m²) adaptadas para plantación de arbustos para pastoreo y árboles frutales (11).

La recolección de agua relativamente alta se debe a la formación de una costra característica de los suelos tipo loess en la región. Después de las lluvias iniciales, la tasa de infiltración de estos suelos baja a 2,5 a 3,5 mm/hora (4), y la precipitación excesiva ocasiona el escurrimiento superficial. Por lo tanto, leves tormentas pequeñas vertientes pueden producir inundaciones; ocurren de una a cinco inundaciones por año, dependiendo de los patrones generales de precipitación y de las características de las vertientes. Los antiguos agricultores utilizaban estas inundaciones para provocar un humedecimiento profundo en forma intermitente de las tierras bajas del valle y producir una gran variedad de cultivos, principalmente trigo, cebada, legumbres, aceitunas, almendras y uvas.

APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE ESCORRENTIA PARA AFORESTACION

Desde principios de los años sesenta, el Servicio Forestal de Israel ha utilizado agua de escorrentía para establecer plantaciones de árboles forestales en el Negev (15). Estos pequeños bosques son llamados "limans", palabra derivada del griego "limne" que significa laguna de agua estancada. Las especies principalmente utilizadas fueron Eucalyptus camaldulensis y E. occidentalis plantadas a 4 m x 5 m. Subsecuentemente, Acacia, Tamarix y otras especies de rápido crecimiento también fueron utilizadas. La técnica usada para el establecimiento de la plantación de "liman" era similar a la del aprovechamiento de escorrentía para la agricultura: concentración de agua escurrida en una pequeña área: el "liman". La relación entre el "liman" y el área de cuencas también era entre 1:20 y 1:30. La mayoría de los "limans" creados con esta técnica estaban localizados a lo largo de las carreteras del Negev y fueron establecidos principalmente por razones estéticas y para actividades recreativas. Debido a la menor inversión requerida para trabajos de tierra, se prefirió los "limans" pequeños (0,1 - 0,5 ha) en vez de los grandes. La preparación del "liman" consiste en nivelar el terreno para asegurar una distribución uniforme de agua de inundaciones, y la construcción de una represa de tierra baja para reducir el flujo de agua fuera del área de la represa (con un vertedero para controlar el desbordamiento). El crecimiento más rápido de árboles en los "limans" se obtiene con Eucalyptus occidentalis. En un "liman" de siete años, el dap y altura del árbol medio alcanzaron 28 cm y 15 m respectivamente (8).

Investigaciones recientes (12, 13, 14) del balance hídrico en los "limans" y de las características climáticas regionales relacionadas con aguaceros fuertes, han contribuido significativamente a la comprensión del crecimiento de los árboles plantados. Se estudió un "liman" (2,8 ha) con recolección de agua de

escorrentía de una cuenca de 46,9 ha, localizada a 8 km al sur de Be'er Sheva. Se definió empíricamente un aguacero productor de escurrimientos, con un mínimo continuo de días de lluvia, de los cuales al menos uno consistía de un aguacero de 10 mm por día o más.

Los resultados muestran que en la ruta sur de Be'er Sheva a Sede Boqer la reducción en la cantidad anual de agua escurrida de pequeñas cuencas es aparentemente causada más por una aguda disminución del número promedio de aguaceros causantes de escurrimientos por año (4,6 a 1,9 aguaceros/año) y del número promedio de días lluviosos por año con 10 mm por día y más (6,0 a 2,4 días/año), que por la cantidad promedio de lluvia diaria (23,1 a 17,3 mm/día). Un análisis de la topografía de la cuenca y del escurrimiento estacional permite el cálculo de la producción de agua (área x escurrimiento) que llega al "liman".

Los resultados muestran que las cimas y laderas son las principales áreas productoras de agua de escorrentía en la cuenca, mientras que las pérdidas de transmisión ocurren en las planicies inundables antes de que el agua escurrida sea recolectada en el "liman". De acuerdo al estudio antes mencionado, durante el buen año lluvioso de 1973/74 (289 mm), la producción fue de 12 270 m³/ha.

Después de un aumento de la humedad del suelo, debido a inundaciones invernales ocasionales, la relación entre evapotranspiración (ET) y evaporación del suelo (Eo) en un "liman" de 12 años con *E. occidentalis* subió hasta 1,35 por el "efecto de oasis". Como resultado del humedecimiento profundo del perfil del suelo, se mantuvo una relación relativamente alta de 0,48 durante el caluroso y seco verano (13). La relación anual de ET/E requerida para el establecimiento de árboles en el Negev se estima a 0,4. Tomando en cuenta una evaporación anual de aproximadamente 2400 mm para la región de Be'er Sheva, el recargamiento de agua necesaria del "liman" debería ser de 9 600 m³/ha/año.

La relación entre "liman" y cuenca deberá ser aumentada en 1:30 para una precipitación anual promedio de 200 mm en este sitio, y el "liman" deberá ser establecido más cerca de la ladera, siempre y cuando la profundidad del suelo sea suficiente para árboles de eucalipto.

Un estudio diferente de la utilización del "liman" fue realizado por Karschon y Kaplan (8), el cual trataba sobre la capacidad de producción de combustible del "liman", una importante utilización para muchos países en desarrollo. Se proporcionó información sobre determinaciones de valor calorífico de varios componentes de biomasa para *E. camaldulensis* y *E. occidentalis* (7). Las tasas de producción deben ser medidas contra el consumo anual per cápita de combustible en países en desarrollo 1,27 m³ o 12,48 GJ (2).

Un experimento realizado en un "wadi" cercano a Be'er Sheva (9) con el fin de aumentar la producción de agua de escorrentía, es de gran interés para un posible incremento en la producción de biomasa para combustible en tierras áridas. Además de la construcción de una represa de tierra (4 m de alto, 100 m de largo) para la recolección de agua de escorrentía de una cuenca hidrográfica de 12 km², se contuvo el flujo del subsuelo insertando, en la base de la represa, una lámina plástica a una profundidad de 3,5 m sobre 50 m del ancho del valle. Aun este cierre parcial del flujo subterráneo incrementó en varios meses la cantidad y tiempo de almacenamiento del agua. De esta forma, durante los diez años desde la construcción de la represa se estableció en forma natural un mato-

rral de galería de Tamarix de 2 km de largo, y un nuevo manantial comenzó a fluir lecho del valle unos 1700 m río arriba. Futura investigación en esta dirección parece muy prometedora para el incremento de la producción del agua y biomasa de árboles en tierras áridas.

LITERATURA CITADA

1. ANON. Desertification: its Causes and Consequences. U. N. Conference on Desertification, Hairobi, Kenya. Oxford Pergamon Press, 1977.
2. CHITTENDEN, A. E. y BREAG, C. R. Wood for energy in developing countries. *Commonw. For Rev.* 59:193-199. 1980.
3. EVENARI, M., SHANAN, L. y TADMOR, N. H. Runoff farming in the desert. I. Experimental layout. *Agron. J.* 60:29-32. 1968.
4. EVENARI, M., SHANAN, L. y TADMOR, N. H. Runoff farming in the Negev Desert. Progress Reports Avdat Shivta Farm Projects. I. 1958-62 II. 1962-63. III. 1963-64. IV. 1964-67. Spec. Publ. Nat. Univ. Inst. Agric. Rehovot; 393-A, 1963; 811 -E, 1964; 999-E, 1965. 1962-1967.
5. HETH, D. Planting trees for the reclamation of desert lands. *Arbor. J.* 5: 81-105. 1981.
6. KARSCHON, R. Trends in the choice of species in afforestation when moisture is a limiting factor. *In* World Forestry Congress, Buenos Aires, 1972. Proceedings. p. 1525-1531.
7. KARSCHON, R., ZDHAR, Y., y TISCHLER, K. Eucalyptus as an Energy Source. Report to German-Israel, haQiriya, Tel Aviv, Fund for International Research and Development, s.e. 1980.
8. KARSCHON, R., y KAPLAN, J. Tree ponds for recreation and fuel-wood. *Arid Lands Newsl.* 13: 16-21. 1981.
9. OREV, Y. Underground storage of flood water in the Negev. Hassadeh, 58:1412-1417. (Heb.). 1978.
10. SHANAN, L., TADMOR, N. H. y EVENARI, M. The ancient desert agriculture of the Negev. II. Utilization of runoff from small watersheds in the Avdat region. *Israel J. Agric. Res.* 9:107-128. 1958.
11. SHANAN, L. et al. Runoff farming in the desert range. *Agron. J.* 62:445-449. 1970.
12. STIBBE, E. Hydrological Balance During the Winter Season. Israel, Div. Soil Physics, Agric. Res. Orgn. Bet. Dagan, 1974.
13. STIBBE, E. Hydrological Balance of Limans in the Negev. II. Soil Moisture Depletion in Summer by a Eucalyptus Grove. Div. Soil Physics. Agric. Res. Orgn., Bet Dagan, Israel, 1975.

14. STIBBE, E. Hydrological Balance of Limans in the Negev. III. The Regional Pattern of Annual Extreme Precipitation Events and the Characterization of Rainstormn Causing Runoff in Small Watersheds on the Negev Plateau. Israel, Div. Soil Physics., Agric. Res. Orgr., Bet Dagan, 1976.
15. WIRZBERG, B. The utilization of runoff water in desert afforestation. La-Yaaran 13:10-12. 1963.

MEJORAMIENTO MECANICO DE LAS CONDICIONES FISICAS ADVERSAS DEL SUELO EN LA SILVICULTURA

Henry A. Froehlich
Universidad de Oregon
U.S.A.

RESUMEN

Se ha demostrado que las condiciones adversas del suelo que ocurren naturalmente y como resultado del manejo forestal, han reducido la productividad forestal en muchas áreas del mundo. Los esfuerzos silviculturales realizados a fin de mejorar suelos adversos empezaron hace varias décadas, pero la actividad en este campo ha sido grandemente expandida en los últimos 20 años. Se cuenta ahora con una gran variedad de herramientas para aplicación a condiciones forestales. La mayoría de las medidas correctivas en las cuales se utilizan estas herramientas pueden ser agrupadas en seis clases: rastreo con discos, preparación de camas de plantación, construcción de montículos, picado de la vegetación, desfonde y subsuelado, y surcado.

Se revisa el trabajo de investigación de cada una de estas clases, y se anotan sus ventajas y desventajas. Casi todos los informes de la investigación muestran un marcado mejoramiento en el establecimiento de plántulas. No siempre se obtiene una reacción mejorada del crecimiento de plántulas a los tratamientos, y una buena reacción inicial puede no mantenerse tanto como se espera. Existen aún muchas preguntas respecto a cómo obtener la condición de suelos deseada al más bajo costo. La gran variación en el efecto del mismo tratamiento sobre el crecimiento en diferentes sitios realza la necesidad de equiparar cuidadosamente el tratamiento con el problema del suelo. Se necesita investigación adicional para determinar combinaciones efectivas de tratamientos mecánicos con el uso de sustancias tales como material orgánico, fertilizante y otros químicos.

SUMMARY

Adverse soil conditions that occur naturally and as a result of forest management have been shown to reduce forest productivity in many areas around the world. Forestry-related efforts to ameliorate adverse soil began several decades ago, but activity in this field has greatly expanded within the last 20 years. A wide array of tools for application to forest conditions is now available. Most of the corrective measures employing those tools can be grouped into six types: disking, bedding, mounding, ripping/subsoiling, chopping, and furrowing. Research work from each of these types is reviewed, and advantages and disadvantages are noted. Nearly all of the research reports show marked improvement in seedling establishment. Improved seedling growth response to the treatments is not always achieved and a good initial response may not persist as long as expected. Many questions remain as to how to obtain the desired soil condition at the lowest cost. The large variation in growth response to the same treatment at different sites highlights the need to carefully match the treatment to the soil problem. Additional research is very much needed to determine effective combinations of mechanical treatments with soil amendments such as organic material, fertilizer and other chemicals.

INTRODUCCION

Los forestales y especialistas en suelos generalmente reconocen que la productividad sostenida de las tierras forestales requiere de la conservación de la mejor combinación de las propiedades químicas y físicas del suelo. La interacción de las propiedades químicas y físicas es compleja, y resulta difícil discutir cada propiedad por separado. El propósito de este documento, sin embargo, es enfocar los métodos para el mejoramiento de las propiedades físicas adversas del suelo y así aumentar o mantener la productividad inherente del suelo. Este énfasis en las propiedades físicas no implica que la tierra puede ser manejada sin la debida consideración de las propiedades químicas.

El estudio de la conservación de las propiedades físicas ideales del suelo para un crecimiento sostenido de los bosques tiene una corta historia en comparación con el de la investigación acerca de suelos agrícolas. La investigación en la preparación de sitio para el establecimiento de bosques nuevos se ha concentrado en el control de la vegetación y ha puesto relativamente poca atención a la comprensión del suelo como un medio para el enraizamiento del nuevo cultivo. En la región sureste de los Estados Unidos, se inició por lo menos hace 55 años la investigación en métodos de preparación de sitio, incluyendo alguna modificación del suelo (7). En otras regiones de los Estados Unidos, sin embargo, la investigación intensiva sobre métodos para mejorar las propiedades físicas adversas del suelo empezó en los últimos 30 años. Mucho del progreso en el desarrollo de aperos de labranza de suelos forestales se atribuye a los investigadores que trabajan con suelos agrícolas. En realidad, muchas de las herramientas acá discutidas son simplemente adaptaciones de herramientas agrícolas convencionales.

La voluminosa literatura sobre suelos agrícolas, sin embargo, proporciona pocas respuestas que puedan aplicarse directamente a las inquietudes de los forestales respecto a propiedades ideales del suelo. Kuipers (21) indicó que la pasada investigación agrícola histórica perseguía dos objetivos paralelos: (1) mejoramiento del rendimiento de los cultivos y (2) mejoramiento de las prácticas de labranza. Al enfatizar la necesidad de combinar esos objetivos, Kuipers observó que hace tan sólo 20 años "... la intuición influirá fuertemente los consejos prácticos sobre cultivo de suelos basados en la idea de que se podrá obtener una mayor producción de los cultivos".

Aún después de más de un siglo de investigación de suelos agrícolas, quedan preguntas por contestar. Por ejemplo, Wingate-Hill (47) asevera que aún no es posible especificar los requerimientos cuantitativos de labranza para el cultivo de cereales. La labranza de suelos forestales está todavía en su etapa inicial y por lo tanto no es sorprendente que exista poca información cuantitativa para orientar a los forestales en la selección de métodos apropiados para el mejoramiento de las propiedades físicas adversas del suelo. Una revisión de esfuerzos extensivos para modificar los suelos forestales indicará que la mayor parte de la investigación ha tenido un enfoque de "prueba y ajuste". En ausencia de una meta específica --por ejemplo, porosidad-- el sitio es simplemente labrado con alguna herramienta hasta que parezca lo suficientemente "flore". El efecto inicial sobre el crecimiento de plantas del tratamiento del suelo casi siempre es usada como el indicador de éxito o fracaso del tratamiento. Trabajos más recientes incluyen una evaluación más detallada del problema antes del tratamiento, y algunos investigadores informan sobre un aumento en el mejoramiento

de las condiciones del suelo. Esta evaluación previa al tratamiento, en conjunto con la reacción inicial de plantas, hace posible una mejor explicación del éxito o fracaso de determinado tratamiento y permite ajustar el tratamiento si es necesario.

OBJETIVOS DE LOS TRATAMIENTOS DE MEJORAMIENTO

Se dan muchas razones para tratar el suelo forestal después del aprovechamiento, pero los dos objetivos fundamentales son establecimiento y crecimiento mejorados de plántulas. Las metas inmediatas incluyen:

- a) mejorar el acceso para plantar
- b) mejorar la facilidad de plantar
- c) reducir la competencia de especies no deseadas
- d) mullir el suelo compacto
- e) reducir la dureza del suelo rompiendo el duripán existente
- f) mejorar el anclaje de raíces y por ende la resistencia al viento
- g) mejorar la capacidad de retención de agua
- h) mejorar el drenaje
- i) incorporar materia orgánica
- j) restaurar la porosidad del suelo superficial compactado

Un sitio determinado puede sufrir de más de una condición adversa, y los objetivos múltiples son comunes. Sin embargo, son escasos los informes de investigación que especifican condiciones adversas que requieren tratamiento. Aun el objetivo esencial (o sea, incrementar el rendimiento de productos forestales) no siempre está claramente indicado. La investigación de suelos forestales podría avanzar por medio de análisis más cuidadosos y precisos de las condiciones que favorecen el establecimiento y crecimiento de una determinada especie forestal y de las modificaciones de suelos necesarias para hacer posibles esas condiciones.

TRATAMIENTO DE MEJORAMIENTO

Los tratamientos que directamente modifican el suelo y controlan la vegetación son de primordial interés acá. La mayoría de los tratamientos de condiciones adversas del suelo se inician con varias formas de control vegetativo, tales como herbicidas, quemas, eliminación del césped o rastreo de raíces. Algunos métodos de control de la vegetación en realidad pueden empeorar las condiciones físicas adversas del suelo y también extraer o desplazar nutrientes, reduciendo así severamente la fertilidad del sitio.

Los tratamientos que serán discutidos aquí son esencialmente varias formas especializadas de labranza. Moehring (27) describe la labranza como el arte de manejar la condición física del suelo para proporcionar un ambiente favorable

para el enraizamiento y el crecimiento de las plantas. Esta revisión cubre seis categorías de tratamientos que se definen en términos del tipo de aperos utilizado. Existe aparentemente, una interminable variedad de cada tipo de apero. Los seis grupos de métodos mecánicos para el tratamiento de las propiedades adversas de suelos son: 1) rastreo con discos (trillado), 2) preparación de camas para plantación, 3) construcción de montículos, 4) picado de la vegetación, 5) sajado el suelo y subsuelado, y 6) surcado.

Revisión de los principales tipos de tratamientos

¿Cuál es el mejor tratamiento? La respuesta, por supuesto, depende del problema que debe ser corregido y de la habilidad o minuciosidad con que los tratamientos sean aplicados. La literatura sobre los esfuerzos realizados a fin de mejorar las condiciones físicas adversas del suelo indica que la mayoría de los tratamientos produce algún mejoramiento en el establecimiento y crecimiento inicial de las plantaciones. No es siempre claro, sin embargo, si un tratamiento es mejor que los otros. Shiver y Forston (38), por ejemplo, compararon varios tratamientos en algunos tipos diferentes de suelo plantados con Pinus elliotii Engelm. Mientras que se obtuvo un mejor rendimiento en plantaciones con preparación de sitio que en tierras deforestadas no preparadas, se encontró muy poca diferencia en rendimiento entre los métodos de preparación de sitio en sí.

La siguiente sección revisará los resultados de estudios diseñados para evaluar el efecto de varios tratamientos mecánicos ya sea sobre propiedades físicas del suelo o para supervivencia y crecimiento de plántulas.

RASTREO CON DISCOS

Los aperos de rastreo utilizados en la silvicultura son adaptaciones de una herramienta agrícola convencional; el apero es reforzado para soportar las condiciones encontradas en la mayoría de los sitios forestales. El rastreo con discos ha sido utilizado en la silvicultura por algún tiempo. El término "rastreo plano con discos" se usa generalmente para distinguir el tratamiento de la preparación de camas para plantación, la cual también emplea una herramienta con discos. El rastreo con discos también es conocido como gradeo o arado en algunas regiones. El apero es efectivo en el control de la vegetación no deseada, especialmente plantas de poca altura.

El principal interés está en el uso del rastreo con discos para modificar las propiedades del suelo. Este método es utilizado para mejorar el drenaje del suelo en sitios moderadamente húmedos, incorporar la materia orgánica del suelo y mejorar la ventilación. Es ampliamente usado en la región de pinos en el sur de los Estados Unidos, y es utilizada cada vez más en las tierras forestales del oeste estadounidense (1). Leer (22) indica que el rastreo de discos está siendo utilizado exitosamente en la regeneración forestal en Dinamarca. Haywood et al (19) compararon siete tratamientos de preparación de sitio en cinco tipos de suelos. Los resultados comprenden altura y volumen de Pinus taeda L. de siete años de edad. Se reportó que el rastreo con discos, como tratamiento secundario después del corte y el amontonamiento de los residuos en franjas, aumentó la altura y el rendimiento. El aumento se atribuye a una ventilación y fertilidad mejoradas por la mezcla de materia orgánica con el suelo a causa del rastreo. En

otro estudio, Haywood (18) observó que el rastreo con discos no mejoró en forma marcada el crecimiento de Pinus elliottii Engelm. en sitios con un drenaje deficiente.

Cain (8) descubrió que el rastreo plano con discos de un sitio con drenaje deficiente era seguido de algún mejoramiento en la supervivencia en el primer año de Pinus tarda L. Esta supervivencia más elevada resultó en un rendimiento mayor a los 15 años, pero las diferencias en crecimiento fueron menores. El mismo estudio también indicó solamente diferencias menores en el rendimiento de Pinus elliottii Engelm. bajo las mismas circunstancias. Esto se asemeja a los resultados presentados por Pritchett (33) sobre el crecimiento en altura de esta especie ocho años después del rastreo plano con discos en un suelo húmedo de sabana; Pritchett también indicó que las alturas en parcelas rastreadas con discos eran solamente 30 cm mayores que las de parcelas sólo quemadas. En contraste con estos resultados, May et al (24) reportaron un gran éxito con rastreo doble con discos después de la quema. El volumen en las parcelas plantadas con Pinus elliottii Engelm. resultó ser casi el doble del volumen de fustes en las parcelas de control no tratadas. El doble rastreo plano con discos proporcionó, aparentemente, suficiente control de la vegetación e incorporó la materia orgánica. Un tratamiento en el cual se hizo un raspado antes del rastreo con discos produjo un rendimiento aproximadamente 10% más bajo que el producido solamente de rastreo con discos.

El rastreo con discos puede ser mucho más valioso cuando la condición adversa del suelo se encuentra principalmente en la superficie. Snirley (37) descubrió que el rastreo con discos bajo un bosque de Pinus resinosa Ait. en el norte de Minnesota (E.E.U.U.) produjo cinco veces más plantulas que las obtenidas en suelo no tratado. Los surcos en suelo mineral picado proporcionaron sombra contra la excesiva insolación además de protección contra aves y roedores.

El rastreo con discos generalmente produce un tratamiento poco profundo a menos que los suelos tengan una baja resistencia. Andrus y Froehlich (1) encontraron que el rastreo con disco no aliviaba adecuadamente el endurecimiento del suelo en vías de saca o apiladeros. Las pruebas de rastreo con tres diferentes rastras de discos sobre vías de saca endurecidas mostraron que la penetración de los discos era de alrededor de 10 cm solamente. En un sitio, las rocas grandes dentro del suelo hicieron imposible la penetración de los discos. Fueron necesarias dos o tres pasadas para aflojar el suelo hasta una profundidad de 20 cm. Aún un disco grande recargado para proporcionar aproximadamente 568 kg por hoja no fue capaz de penetrar eficazmente un suelo franco arcilloso endurecido en el oeste de Oregon (E.E.U.U.).

Terry (41) también indica que los tocones y los residuos de maderero pesado limitan el uso del rastreo con discos. Recomiendan su uso en terrenos ligeramente ondulados de los "flatwoods" del interior de Mississippi (E.E.U.U.).

PREPARACION DE CAMAS DE PLANTACION

Esta técnica es ampliamente utilizada en sitios con drenaje moderado y deficiente a lo largo del sur de los Estados Unidos, desde el este de Texas hasta

Florida. Pocos estudios, sin embargo, han examinado el efecto de la preparación de camas de plantación sobre las propiedades físicas del suelo; por el contrario, los resultados abarcan más que todo tasas de crecimiento inicial.

Gent et al (13) informan sobre los resultados de uno de los pocos estudios que incluían mediciones de las propiedades del suelo en condiciones previas y posteriores a la cosecha. Las mediciones del suelo fueron tomadas tanto antes como después de la preparación intensiva del sitio que incluía corte, quema, trituration y preparación de camas de plantación. Densidades aparentes en las vías de saca eran 27% más altas en la capa superficial de 30 cm que antes de la cosecha. El impacto sobre las áreas aprovechadas alejadas de las vías de saca fue grandemente limitado a los 15 cm superiores del suelo. La preparación de camas de plantación resultó muy efectiva para contrarrestar el endurecimiento del suelo en las áreas cosechadas por la formación de una nueva superficie de 19 cm de profundidad sobre la capa afectada por el equipo de madereo y preparación del sitio. La preparación de camas de plantación sobre las áreas más severamente endurecidas hizo posible la formación de montículos de suelo fijo sobre la capa dura, la cual puede impedir el crecimiento radicular mientras se desarrollan las plántulas. Esto explica en parte por qué la respuesta en el crecimiento durante el primer año es a menudo mayor que la de los años siguientes. En la planicie baja de la costa de Carolina del Norte (E.E.U.U.), Terry y Hughes (42) encontraron que las camas creadas en los suelos de texturas media a fina tenían un volumen de poro mucho mayor y un volumen de microporo menor que el suelo adyacente sin camas de plantación. Se registró un incremento particularmente alto en el volumen de macroporos en sitios dañados por el tráfico durante tiempos de lluvia antes de la preparación de las camas de plantación.

Desafortunadamente, aún una intensa preparación del sitio con camas de plantación y fertilizantes puede no contrarrestar los efectos del aprovechamiento. Terry (41) muestra que la altura de Pinus taeda L. de seis años de edad en parcelas con camas de plantación y fertilizadas que habían sufrido un gran daño por madereo (con surcos de más de 20 cm de profundidad), era 37.5% menor que en parcelas tratadas en forma similar que habían tenido un tráfico que ocasionó surcos de 0-10 cm de profundidad.

La preparación de camas de plantación ha sido de mucha ayuda en el establecimiento y crecimiento inicial en sitios con una capa freática alta periódica. Pritcnett (33) reporta supervivencia y crecimientos en altura mejorados de Pinus elliotii Engelm. ocho años después de la plantación en parcelas con camas en sitios húmedos. Las parcelas con camas produjeron casi el doble del volumen que rindieron las parcelas sólo quemadas. El incremento en la supervivencia en las parcelas con camas fue el triple de las parcelas sólo quemadas. Haywood (18) también descubrió que la preparación de camas de plantación mejoró el crecimiento de Pinus elliotii Engelm. La preparación de camas sin fertilización incrementó el volumen por árbol en un 65 por ciento sobre parcelas sólo quemadas y sin fertilizantes. El tratamiento de preparación de camas con fertilizantes aumentó el volumen por árbol en un 45 por ciento sobre quema más fertilización. Cain (8) observó que los aumentos iniciales en el crecimiento en altura de Pinus taeda L. en un suelo franco limoso con drenaje deficiente y preparado con camas de plantación, disminuyeron algo a la edad de 15 años. Gran parte del aumento en volumen por parcela fue atribuida a la aumentada supervivencia durante el primer año.

Un esfuerzo intensivo de preparación de sitio reportado por McMinn (25) muestra que la mayor parte del aumento en crecimiento cinco años después de la plantación fue debido al incremento en el crecimiento durante la primera época de crecimiento después de la plantación. La preparación de camas de plantación brindó condiciones más favorables para el crecimiento inicial de Pinus elliotii Engelm que las que dieron el picado de la vegetación en fajas, de dos pasadas o chapea intensiva seguida de rastreo plano con discos.

Lennartz y McMinn (23) examinaron las mismas parcelas cinco años más tarde y descubrieron que el crecimiento del quinto al décimo año había incrementado también en forma significativa por la preparación del sitio. Las parcelas con camas de plantación llevaban una ventaja en altura sobre los otros tratamientos. Los autores advirtieron que era aún muy temprano para predecir cómo se desarrollaría la plantación hasta el final del turno.

Schultz (36) también descubrió que la supervivencia en el primer año del Pinus elliotii Engelm plantado en parcelas con camas de plantación era mayor (72%) que la de las parcelas de control no tratadas (55%), pero solamente un poco mejor que para el rastreo plano con discos (79%). Dos años y medio después del rastreo con discos y de la preparación de camas de plantación, la densidad aparente y el espacio en poros había regresado a los niveles previos al tratamiento. Además, el tratamiento con camas produjo más sequedad que el rastreo con discos o la quema. Cuatro años después del rastreo con discos y la preparación de camas de plantación, los pinos sobre las camas eran solamente 0.2 m más altos que aquellos en sitios no preparados con camas. La supervivencia mejorada pareció contribuir más que el crecimiento aumentado al volumen de las parcelas. Sarigumba y Anderson (35) también observaron que la preparación de camas de plantación en suelos con drenaje moderado podría ser ligeramente perjudicial en comparación con el rastreo con discos únicamente. Además, la calidad de las camas podría haber limitado el efecto de la preparación de camas sobre el rendimiento.

Shoulders y Terry (29) también mencionan la calidad de las camas. Observan que el efecto de las camas de plantación sobre el crecimiento de pino está estrechamente relacionado con el incremento en profundidad hasta llegar a agua libre en el suelo producido por el tratamiento. Los tratamientos deben realizarse cuando el suelo está lo suficientemente seco para resistir el endurecimiento, pero lo suficientemente húmedo para permitir una labranza al menos en los 30 cm superficiales.

Baker (3) informa sobre uno de los más exitosos esfuerzos para mejorar las condiciones de sitio a través de camas de plantación. Se registró un incremento de 76 por ciento en el volumen de los fustes de Pinus elliotii Engelm. de seis años sobre el control no tratado, por medio del uso de camas de plantación y fertilizantes. Se atribuye aproximadamente 83 por ciento de este incremento a los fertilizantes. En este ensayo se dio una supervivencia igualmente buena en todos los tratamientos. Se previno que era aún demasiado pronto para determinar si el tratamiento proporcionaría un retorno apropiado para los costos de tratamiento. Varios autores sugieren que la preparación de camas de plantación debe ser realizada únicamente en sitios muy húmedos (donde la capa freática está en o cerca de la superficie por varias semanas consecutivas); además, indican que las camas deben ser orientadas de tal manera que faciliten el drenaje para evitar la acumulación de agua entre camas.

CONSTRUCCION DE MONTICULOS

La construcción de montículos está orientada hacia el mejoramiento del drenaje y de tal manera éstos podrían ser considerados como camas de plantación discontinua. Los aperos utilizados para la construcción de montículos incluyen arados, cucharones y una variedad de máquinas especializadas. Zehetmayr (48) describe este tratamiento en el Reino Unido y países escandinavos. Se construyeron pequeños montículos individuales al excavar un hoyo y amontonar el material extraído. Montículos de una altura de 23 cm produjeron un mejor crecimiento en altura y una mortalidad más baja a los 15 años que los montículos menos altos o la plantación sin montículos. Wilde y Voight (46) realizaron un estudio del efecto de la construcción de montículos o camellones producidos por dos cuchillas de surcado volteadas hacia adentro. El crecimiento de Pinus strobus 14 años después del establecimiento fue 21 veces más alto en los montículos que en las parcelas raspadas. El incremento de volumen por parcela con la construcción de montículos se debió en parte a un aumento de 54% en la supervivencia. Otro estudio de Wilde y Voight (46), realizado a lo largo de cinco años, demostró que la supervivencia en parcelas sin preparación de sitio era solamente 7 por ciento en comparación con 70 por ciento en las parcelas con montículos. El rastreo con discos previo a la construcción de montículos no mejoró significativamente el volumen por parcela. Los autores observaron que un horizonte B compactado en el suelo franco limoso arcilloso ofrece una seria resistencia a la penetración de las raíces. Se sugiere que un arado profundo antes de la construcción de montículos podría ser más provechoso que el rastreo con discos y el uso de un fresador previo a la construcción de montículos en el suelo.

La construcción de montículos ha sido ampliamente practicada en el Reino Unido utilizando varios arados grandes para desaguar áreas con capas freáticas altas. Montículos discontinuos también han sido utilizados en suelos gley con turba (43).

Se realiza en Suecia una intensiva investigación de reforestación, particularmente en el desarrollo de métodos económicos para la construcción de montículos de varios tipos. Backström (2) informa sobre varios de estos métodos. Algunos ejemplos de su informe incluyen el descubrimiento de que las tasas de supervivencia tres años después de la plantación de Pinus sylvestris L. eran solamente 0% y 21 por ciento para ningún tratamiento y escarificación por plazas, respectivamente. Además, pequeños montículos de suelo mineral, construidos manualmente en suelo escarificado con máquina, tuvieron una supervivencia de 58 por ciento, mientras que los montículos grandes (conteniendo alrededor de 15 litros de suelo) resultaron en tasas de supervivencia de 87 por ciento.

PICADO DE LA VEGETACION

El picado de la vegetación, a veces conocido como trituración con rodillos es principalmente utilizado como una medida previa al rastreo con discos y preparación de camas de plantación, o para acondicionar la cubierta vegetativa para la quema. Burns y Hebb (7), en una excelente revisión de un número de tratamientos mecánicos para preparación de sitio en arenas áridas y ácidas en el sureste de los Estados Unidos, describen el picado doble con un triturador pesado virtualmente como el método más efectivo para estimular la supervivencia y el crecimiento de pino en estos suelos. Se informó que mientras que la superviven-

cia es igual con picado sencillo y doble, al Pinus eliottii Engelm en plantación resultó ser 1,3 m más alto y 1 cm más grueso en diámetro con el tratamiento de doble picado. El crecimiento en altura en los sitios con doble picado fue 5 m mayor que en los sitios que sólo habían sido quemados. El triturador tiene la ventaja de incorporar una gran cantidad de materia orgánica a la capa superficial del suelo.

Gent et al (13) concluyeron que la preparación de sitio con uso de corte con cuchilla y picado no mejoró las condiciones del suelo, "y podría en realidad deteriorar más las propiedades físicas de la superficie original no tratada bajo la cama". El impacto en el suelo registrado en estos sitios húmedos hace contraste con los resultados en arenas áridas reportadas por Burns y Hebb (7). Los suelos más secos y textura gruesa podían ser más fácilmente alterados, pero aparentemente no se endurecían tan pronto como los suelos húmedos. Pehl (30) observó algún endurecimiento del suelo en el primer y tercer año después de los tratamientos de preparación de sitio que incluían corte con cuchilla, apilamiento y picado. Un bosque joven de Pinus taeda L. fue establecido en un sitio en el este de Texas (E.E.U.U.). No se encontró, en el quinto año, ningún incremento estadísticamente significativo en densidad aparente. El autor atribuyó esta reducción en densidad aparente a la influencia mejoradora de la microflora y microfauna del suelo y las raíces de plantas.

DESFONDE Y SUBSOLADO

Estos términos se utilizan a menudo en forma intercambiable. El proceso de desfonde, sin embargo, comprende generalmente tratamientos menos profundos que los del subsolado. El apero típico para desfonde es un arado de desfonde normal similar a los utilizados en canteras y construcción de caminos para romper material compacto. Los sub-soladores utilizados en la silvicultura son los desarrollados en la agricultura para un aflojamiento sustancial de capas profundas de suelo compacto o endurecido. Se hacen grandes esfuerzos para desarrollar aperos más efectivos para desfonde o subsolado (1,11).

Al igual que con otros tipos de tratamientos mecánicos del suelo, los resultados de desfonde y subsolado son mixtos. Berry (5) informa desde Australia que el subsolado a una profundidad de 0,6 a 0,8 m aumentó significativamente el incremento en volumen de Pinus echinata Mill y de Pinus taeda L. cinco años después de la plantación a lo largo de los surcos. El volumen de fustes de Pinus taeda L. fue incrementado en un 19% y el de Pinus echinata Mill en un 38% en cinco años. Minko (26) observó resultados similares al encontrar que las plántulas de Pinus radiata D. Don plantadas a lo largo de surcos profundos eran 60% más altas que las que no se encontraban en los surcos. El considera que la reducción de la densidad aparente era el factor principal en el mejoramiento. Guild (14) encontró que el crecimiento en altura de Pinus radiata D. Don en sitios desfondados en Nueva Zelandia no era muy diferente del de los sitios no desfondados, pero la supervivencia era alrededor de 1,8 veces más alta que en los sitios no desfondados. Uno de los objetivos principales de este proyecto fue fomentar el desarrollo de un sistema radicular más fuerte y profundo que resultara en un rodal más resistente a los vientos.

Potter y Lamb (31) observaron que el desfonde hasta una profundidad de 30 cm en los suelos pedregosos del Bosque Eyrewell en Nueva Zelandia resultó en

una excelente supervivencia de *Pinus radiata* D. Don (> 90%). La plantación mecanizada se realizó a lo largo de los surcos. Los vientos derribaron algunos árboles en los cuatro años después de la plantación. Somerville (40), también trabajando en el Bosque Eyrewell, observó que el desfonde hasta 120 cm produjo árboles significativamente más resistentes a los vientos. Encontró que un desfonde más profundo aumentó el número de las raíces verticales desarrolladas y que las raíces estaban bien alineadas con los surcos. Sin embargo, once años y medio después de la plantación, el efecto del tratamiento sobre las tasas de crecimiento todavía no era claro. Ritchie (34) observó que el desfonde a una profundidad de 46 cm en áreas de Australia de poca precipitación (63,5 cm) aumentó sustancialmente la supervivencia (96% vs. 58% para sitios no desfondados). Dos años y medio después de la plantación, las plántulas en los surcos eran 1,7 veces más altas que las plántulas en sitios no desfondados.

Un ensayo para estimular la floración en un huerto semillero de *Pinus taeda* L. por medio de subsolado cerca de árboles existentes no tuvo éxito (44). Los árboles también disminuyeron en vigor, como lo indicaron las significativas reducciones en la tasa de crecimiento anual en diámetro. Estas reducciones fueron atribuidas al incremento de la aridez del suelo arenoso. Aparentemente, se tuvo más éxito con tratamientos similares en suelo más fino.

Norman (28) describe una púa de desfonde especializada que es tirada sola o en par por un tractor grande de oruga. Este apero ha sido utilizado para sitios de *Pinus contorta* Doug. ex Loud y *Picea glauca* (Moench) Voss. en la región central de Alberta, Canadá. Las cabezas tienen un ancho de 46 cm y una profundidad de 51 cm. Mientras que el tractor pasa sobre los residuos forestales en el sitio, los tritura y crea un efecto de zanjado con el desfondador montado detrás del tractor. Los dientes del desfondador mezclan el suelo en una zona de cerca de 50 cm de profundidad y 45 a 90 cm de ancho. La germinación y supervivencia de plántulas en el primer año fueron fomentadas por el suelo suelto mezclado, el cual retenía la humedad y estimulaba el desarrollo radicular. Norman registró buenos resultados aún en suelos congelados.

Fourt (12) describe la exitosa restauración de canteras en el Reino Unido. Para alcanzar un aflojamiento total fueron necesarias dos pasadas de un desfondador de rocas de tres dientes trabajando a una profundidad de 80 cm. La adición de aletas colocadas a 25 y proyectadas a 35,5 cm a cada lado del pértigo del desfondador produjo el mismo resultado en una sola pasada. Terry y Hughes (42) también indican que el desfonde en suelos rocosos de Arkansas y Oklahoma y en suelos áridos en Mississippi y Alabama (todos en los Estados Unidos), ha mejorado significativamente el establecimiento de *Pinus taeda* L. En un sitio en Alabama, la supervivencia en el primer año en sitios desfondados a una profundidad de 60 cm fue de 92 por ciento y de 76 por ciento en parcelas no desfondadas. El crecimiento en altura en los sitios desfondados fue 17 por ciento mayor que en los no desfondados.

Andrus y Froenlich (1) observaron el efecto de labranza de cinco desfondadores de rocas diferentes utilizadas para aflojar vias de saca endurecidas en el oeste de Oregon. Los aperos resultaron muy efectivos para aflojar suelos pedregosos sin cohesión. La profundidad de la labranza fue a menudo inadecuada y tendía a romper solamente 20 a 25 por ciento de la capa endurecida, especialmente en suelos coherentes. Los sitios estudiados parecen retener la humedad, y el suelo se rompe en terrones grandes. Sin embargo, el comportamiento pudo

mejorarse significativamente al adaptar una zapata con aletas de 48 cm de ancho y un elevador de 6 cm a un pértigo curvado de subsolado; el mejoramiento fue especialmente alto en suelos húmedos o finos. Un subsolador de tres dientes con aletas aflojó 80 a 90 por ciento la capa endurecida de las vías de saca en una sola pasada. Las plántulas de Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco en las vías aradas mostraron una excelente supervivencia, pero las observaciones preliminares dos años después de la plantación no revelaron ningún marcado mejoramiento en el crecimiento en altura o diámetro.

Whitaker (45) observó que las plántulas desarrolladas de semillas de Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco y Abies concolor crecieron significativamente mejor en muestras cilíndricas de vías de saca labradas que en las de las vías no labradas. La prueba fue realizada en una cámara de crecimiento por 226 días con plántulas que crecían en muestras cilíndricas de 15 cm por 32 cm. El peso de tallo de Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco fue 44 por ciento mayor en muestras cilíndricas labradas, mientras que el de Abies concolor resultó ser 64 por ciento más alto. Los incrementos en el peso de las raíces de ambas especies fueron similares.

El desfonde o subsolado parece incrementar significativamente las tasas de supervivencia excepto en suelos finos relativamente húmedos. Los resultados mixtos en crecimiento pueden atribuirse a la calidad de la labranza (profundidad, grado de rompimiento, tamaño de los terrones) y a la necesidad de labranza en algunos de los sitios de prueba. En general, mientras peor sea la condición del suelo, mayor será la respuesta a la labranza. No es nada claro que la productividad pueda ser totalmente restaurada únicamente con el desfonde o el subsolado. Moenring (27) cita un comunicado personal de E.C. Steinbrenner en el que describe un desfonde realizado con un desfondador de rocas de dos o tres dientes montados sobre un tractor de oruga grande. Se asumió que el desfonde de apiladeros y vías de saca cuando los suelos estaban en su condición más seca resultaría en una recuperación de cerca del 50% de la productividad perdida debido al endurecimiento y la cimentación. La adición de fertilizante al tratamiento de labranza puede incrementar el crecimiento en altura de 17 a 69% comparado con sitios fertilizados no desfondados (5,10,33).

SURCADO

El establecimiento de plántulas en sitios muy secos puede ser promovido por medio de la plantación o siembra en el fondo de los surcos o pequeños hoyos. Los objetivos del cercado incluyen la reducción de la competencia de gramíneas y otras hierbas, proporcionamiento de sombra, retención de agua de escorrentía o nieve soplada para incrementar la disponibilidad de humedad.

Prior (32) descubrió que la plantación de plántulas en el fondo de los surcos y en huecos preparados producía una tasa de supervivencia significativamente más alta de lo que resultaba al plantar las plántulas en la superficie original del suelo. Los huecos tenían una profundidad de 20 cm a 36 cm de largo y de ancho. Los surcos eran de una profundidad de 15 a 25 cm y eran formados por una hoja inclinada de un tractor de oruga. Tanto Pinus radiata como Pinus nigra Larico respondieron a este tratamiento en suelos franco-arenosos. Las pruebas fueron realizadas en el Bosque Balmoral de Nueva Zelanda en un área que había sido ocupada por pastizales.

El surcado en las colinas arenosas del sureste de los Estados Unidos produjo una tasa de sobrevivencia en las plantaciones de Pinus elliottii Engelm. de 71% en comparación con 47% en las parcelas no tratadas. La eliminación de la vegetación puede ser la mayor contribución del surcado ya que la supervivencia de plántulas en parcelas preparadas con tractor tipo "bulldozer" fue de 85%.

Hallman (16) describe varios tipos de aperos utilizados para modificar las superficies de mines en las tierras semiáridas del oeste de Estados Unidos. Dos de los aperos, una cuchilla excavadora y el "Rodder gouger", han sido diseñados para ser tirados por un tractor de oruga o un tractor articulado de llantas de hule. Estos aperos tienen cuchillas que caen a intervalos determinados para formar depresiones de aproximadamente 3 m de ancho para la cuchilla excavadora y de 38 a 56 cm para el "gouger". Las depresiones son de más o menos un metro de largo. Se recomienda una profundidad de 15 a 25 cm para los huecos. La cuchilla excavadora puede hacer huecos de 91 cm de profundidad.

Wilde y Voight (46) observaron un gran contraste en la supervivencia y crecimiento de Pinus strobus al ser plantado en surcos en vez de parcelas raspadas o en camellones hechos por dos cuchillas de surcado volteadas hacia adentro. Catorce años después de la plantación, la supervivencia en los surcos era de menos del 10% y la altura era solamente de 1,40 m. Los sitios raspados y las parcelas con montículos tenían tasas de supervivencia de 52% y 80%, respectivamente. El crecimiento en altura de las parcelas raspadas y de aquellas preparadas con montículos fue de 3,2 m y 5,1 m, respectivamente. Los autores consideran las plantaciones de prueba con surcos "un fracaso total".

El surcado redujo la competencia de la vegetación pero no resolvió el problema del drenaje impedido en los suelos arcillosos. Durante los periodos húmedos, el suelo altamente coloidal se saturó de agua, y la falta de ventilación pudo haber causado la mortalidad de las plántulas.

CONCLUSION

Los resultados mixtos de los seis tipos de prácticas de mejoramiento muestran la importancia de la prescripción del tratamiento adecuado para la condición del suelo que requieren mejoras. También es evidente que los tratamientos de labranza por sí solos no mejorarán inmediatamente la productividad. Craig et al. (10) concluyeron que la preparación del sitio en sí no brindaba una gran ventaja; sin embargo, el arado o el desfonde combinado con fertilización proporcionaron un aumento de más del 60% del crecimiento en altura. La fertilización sin tratamiento del suelo resultó en un aumento del 40%.

Thompson (43) observó que aún una minuciosa labranza realizada para romper el alfo de un suelo produjo solamente un reducido mejoramiento en el crecimiento ya que otras deficiencias resultaban demasiado limitantes. Un interesante experimento de Hatchell (17) reveló que el más cuidadoso aflojamiento de un suelo endurecido no restauraba totalmente la productividad y el aflojamiento de un suelo no endurecido al pasarlo por un cedazo de 6,2 mm redujo el crecimiento en altura de Pinus taeda L. Un estudio similar realizado por Clark (9) reveló una tasa mucho más alta del crecimiento de plántulas de Liriodendron tulipifera L. en suelos forestales no alterados de textura franco limosa que la del crecimiento en

el mismo suelo pasado por un cedazo de 9,52 mm. La destrucción de la macroestructura creó condiciones menos favorables para las raíces de las plántulas. El drenaje y la ventilación disminuyeron al asentarse los suelos pasados por el cedazo, y se supuso que esto reducía el crecimiento de las plántulas. Los resultados de estos estudios previenen contra una aplicación generalizada de la labranza de suelos forestales. A fin de corregir una deficiencia específica del suelo se debe hacer uso de métodos de labranza específicos.

Es estimulante ver que actualmente los forestales y especialistas en suelos tienen la capacidad de mejorar eficazmente muchas condiciones adversas del suelo. Se han registrado éxitos sobresalientes. Sin embargo, es sumamente necesario especificar mejor las prescripciones, considerando todos los factores que influirán en el resultado del tratamiento. Nutter y Douglas (29) concluyen que, aún cuando los objetivos están claramente definidos y se consideran cuidadosamente los métodos alternativos, un buen juicio y un alto nivel de habilidad son necesarios para adaptar las prescripciones a los sitios. Haines et al. (15) hacen un simple resumen de las guías para el tratamiento del suelo: "Hacer tanto como sea necesario, pero lo menos posible". Bengtson (4) agrega que las consideraciones ecológicas y económicas van en contra de una preparación de sitio innecesariamente intensiva. El desarrollo de conceptos debe continuar, al igual que la construcción de aperos necesarios para la aplicación de tales conceptos. Los forestales y especialistas en suelos también deben continuar el mejoramiento de los análisis del suelo y de habilidades silviculturales a fin de evaluar correctamente el comportamiento a través del tiempo del suelo tratado, y determinar en qué forma será afectada la productividad por los tratamientos propuestos a lo largo de la vida de la plantación.

LITERATURA CITADA

1. ANDRUS, C.W. y FRUEHLICH, H.A. An evaluation of four implements used to till compacted forest soils in the Pacific Northwest. Corvallis, Oregon State University. Forest Research Laboratory. Research Bulletin 45. 1983. 12 p.
2. BACKSTROM, P. Site preparation and direct seeding in Swedish forestry. In Forest Regeneration. Proc. Amer. Soc. Agric. Eng. Symposium on Engineering System for Forest Regeneration. ASAE Publ. 10-81. 1981. pp. 208-216.
3. BAKER, J.B. Bedding and fertilization influence on slash pine development in the Florida Sandhills. Forest Science 19:135-138. 1973.
4. BENGTSON, G.W. Strategies for maintaining forest productivity: A researcher's perspective. In T. Ippin (ed.) Proc., Symposium on Principles of Maintaining Productivity on Prepared Sites, USDA Forest Serv. Southern Forest Exp. Stn. Pub. 78-9. 1978. pp. 123-159.
5. BERRY, C.R. Subsoiling improves growth of pine on a Georgia piedmont site. USDA Forest Serv. Research Note SE-284. 1979. 3 p.

6. BERT, P.J. Developments in the establishment of second rotation radiata pine at Piverhead Forest. *New Zealand Journal of Forestry* 29 (2):272-282. 1975.
7. BURNS, R.M. y HEBB, E.A. Site preparation and reforestation of droughty, acid sands. *USDA Agricultural Handbook No. 426*. 1972. 61 p.
8. CAIN, M.D. Planted loblolly and slash pine responses to bedding and flat disking on a poorly drained site --an update. *USDA Forest Serv. Research Note SO-237*. 1978. 6 p.
9. CLARK, F.B. Microorganisms and soil structure affect yellow-poplar growth. *USDA Forest Serv. Research Paper CS-9*. 1964. 12 p.
10. CRAIG, F.G., BREN, L.J. y HUPMANS, P. A study of establishment techniques for Pinus radiata at Heywood, Victoria, Australia. *Forests Commission, Forestry Tech. Paper No. 26*. 1977. pp. 45-61.
11. FOREST RESEARCH INSTITUTE. Improving the efficiency of ripping. Forest Industry Review 8 (3):28, 31-32. 1977.
12. FOURT, D.F. Winged tines and restoration of gravel pits. *Saga Bulletin* 11(3):4-12. 1979.
13. GENT, J.A., Jr., BALLARD, R. y HASSAN, A.E. The impact of harvesting and site preparation on the physical properties of lower coastal plain forests. *Soil Science Society of America Journal* 47:595-598. 1983.
14. GUILD, D.W. Windrowing and ripping --a comparative study with other site. 1971. pp. 38-97.
15. HAINES, L.W., MAKI, I.E. y SANDERFORD, S.G. The effect of mechanical site preparation treatments on soil, productivity and tree growth. *In Forest Soils and Forest Land Management*. Quebec, les Presses de l'Université Laval. 1975. pp. 379-395.
16. HALLMAN, R. Revegetating surface mined land. *In Forest regeneration. Proc. Amer. Soc. Agric. Eng. Symposium on Engineering Systems for Forest Regeneration*. ASAE Pub. 10-81. pp. 171-177.
17. HATCHELL, G.E. Soil compaction and loosening treatments affect loblolly pine growth in pots. *USDA Forest Serv. Research Note SE-72*, 1970. 9 p.
18. HAYWOOD, J.D. Small topographic differences affect slash pine response to site preparation and fertilization. *Southern Journal of Applied Forestry* 7 (3):145-148. 1983.
19. HAYWOOD, J.D., THILL, R.E. y BURTON, J.D. Intensive site preparation affects loblolly pine growth on upland sites. *In Forest Regeneration. Proc. Amer. Soc. Agric. Eng. Symposium on Engineering Systems for Forest Regeneration*. ASAE Pub. 10-81. 1981. pp. 224-231.

20. HEBB, F.A. Regeneration in the sandhills. *Journal of Forestry*, 55:210-212. 1957.
21. KUIPERS, H. The objectives of soil tillage. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 11 (2):91-96. 1963.
22. LEER, E. Mechanical planting in Danish forestry. *In Forest Regeneration. Proc. Amer. Soc. Agric. Eng. Symposium on Engineering Systems for Forest Regeneration*. ASAE Pub. 10-81. 1981. pp. 194-202.
23. LENNARTZ, M.R. y McMINN, J.W. Growth of two varieties of slash pine on prepared sites in south Florida: 10 year results. *USDA Forest Serv. Research Paper SE-103*. 1973. 10 p.
24. MAY, J.T., RAHMAN, S. y WORST, R.H. Effects of site preparation and spacing on planted slash pine. *Journal of Forestry* 71:333-335. 1973.
25. McMINN, J.W. Preparing sites for pine plantings in south Florida. *USDA Forest Serv. Research Note SE-117*. 1969. 3 p.
26. MINKO, G. Effects of soil physical properties, irrigation, and fertilization on *Pinus radiata* seedling development in the Benalla Nursery. *Forestry Commission, Victoria, Australia. Forestry Tech. Paper No. 22*. 1975. pp. 19-24.
27. MOEHRING, D.H. Forest soil improvement through cultivation. *Journal of Forestry* 68:325-331. 1970.
28. NORMAN, C.M. Ripper scarification: A silvicultural technique developed in northwestern Alberta. *Forestry Chronical* 54(1):15-19. 1978.
29. NUTTER, W.L. y DOUGLAS, J.E. Consequences of harvesting and site preparation in the Piedmont. *In T. Tippin (ed.) Proc. Symposium on Principles of Maintaining Productivity on Prepared Sites*. *USDA Forest Serv. Southern Forest Exp. Stn. Publ No. 78-9*. 1978. pp. 65-72.
30. PEHL, C.E. Site preparation influences on young loblolly pine plantations in east Texas. *Southern Journal of Applied Forestry* 7(3):140-144. 1983.
31. POTTER, M.K. y LAMB, K.M. Root development of radiata pine in the gravel soil of Eyrewell Forest. *Canterbury. New Zealand Journal of Forestry* 19:264-275. 1974.
32. PRIOR, K.W. Planting trials at Balmoral Forest. *New Zealand Journal of Forestry* 8(5):820-823. 1974.
33. PRITCHETT, W.L. Site preparation and fertilization of slash pine on a wet savanna soil. *Southern Journal of Applied Forestry* 7(3):86-90. 1983.
34. RITCHIE, R.J. Establishment of *Pinus radiata* D. Don in contour rip lines in a low rainfall area. *Victoria, Australia. Forests Commission. Forestry Tech. Paper No. 15*. 1965. pp. 6-10.

35. SARIGUMBA, i.I. y ANDERSON, G.A. Response of slash pine to different spacings and site preparation treatments. *Southern Journal of Applied Forestry* 7(3):91-94. 1983.
36. SCHULTZ, B.D. Environmental changes after site preparation and slash pine planting on a flatwoods site. USDA. Forest Serv. Research Paper SE-156. 1976. 20 p.
37. SHIRLEY, H.L. Improving seedbed conditions in a Norway pine forest. *Journal of Forestry* 31:322-328. 1933.
38. SHIVER, B.D. y FOSTON, J.C. Effect of soil type and site preparation method on growth and yield of flatwoods slash pine plantation. *Southern Journal of Applied Forestry* 7(3):95-100. 1983.
39. SHOULDERS, E. y TERRY, T.A. Dealing with site disturbance from harvesting and site preparation in the lower coastal plain. In T. Tappin (ed.) *Proc. Symposium on Principles of Maintaining Productivity on Prepared Sites*. USDA Forest Serv. Southern Forest Exp. Sta. Publ. No. 78-9. 1978. pp. 85-97.
40. SOMERVILLE, A. Root anchorage and root morphology of *Pinus radiata* on a range of ripping treatments. *New Zealand Journal of Forest Science* 9(3):294-315. 1979.
41. TERRY, T.A. Soil management considerations in intensive forest management. In *Forest Regeneration. Proc. Amer. Soc. Agric. Eng. Symposium of Engineering Systems for Forest Regeneration*. ASAE Pub. 10-81. 1961. pp. 98-106.
42. TERRY, T.A. y HUGHES, J.H. The effects of intensive management on planted loblolly pine (*Pinus taeda* L.) growth on poorly drained soils of the Atlantic coastal plain. In B. Bernier and C.H. Winget (eds.) *Forest Soils and Forest Land Management. Proc. Fourth North Amer. Forest Soils Conf.*, Laval Univ., Quebec. Quebec les Presses de l'Université Laval, 1975. pp. 351-377.
43. THOMPSON, D.A. Cultivation. In *Report on forest research 1980*. United Kingdom Forestry Commission. 1980. pp. 19-20.
44. WEBB, R.S. y ALEXANDER, S.A. Subsoiling and reduce radial growth in seed orchard loblolly pine established on sandy soil. *Southern Journal of Applied Forestry* 6(3):163-167. 1982.
45. WHITAKER, C.A. Restoring productivity of compacted forest soils with tillage. M.S. Thesis. Corvallis, Oregon State Univ., 1983. 44 p.
46. WILDE, S.A. y VOIGHT, G.K. The effect of different methods of tree planting on survival and growth of pine plantations on clay soils. *Journal of Forestry* 65:99-101. 1967.

47. WINGATE-HILL, R. Tillage requirements for cereal crop production and their relationship to the development of new tillage machinery. In Emerson, W.W., E.D. Bond and A.R. Deater (eds.) Modification of Soil Structure. New York. John Wiley and Sons. 1978. pp. 363-369.
48. ZEHETMAYR, J.W.L. Experiments in tree planting on peat. London. Forestry Commission. Bulletin No. 22. 1954. 109 p.

POTENCIAL DE LA REGION SEMI-ARIDA DEL BRASIL PARA REFORESTACION

Paulo Cesar Fernandes Lima
A. Paulo M. Galvao
EMBRAPA
Brasil

RESUMEN

La región semiárida en el noreste del Brasil tiene una extensión de 1 100 000 hectáreas y abarcan el 13 por ciento del área total del país. Los suelos son generalmente poco profundos sobre una capa rocosa cristalina, con limitada capacidad de acumulación de agua; contienen poco humus y la fertilidad natural es baja. El clima se caracteriza por una precipitación anual promedio de 250 a 1000 mm. Las sequías son frecuentes y a menudo severas.

La vegetación típica está formada por un bosque caducifolio de arbustos espinosos y cactus, conocida como "caatinga". Su extensiva explotación ha ocasionado escasez de madera en muchas áreas de la región semiárida. Por lo tanto, es muy importante producir madera para leña, postes y estacas en un tiempo corto.

La investigación en la región semiárida comprende 16 especies nativas y cuatro exóticas, así como 105 especies/procedencias de Eucalyptus. La información sobre supervivencia y crecimiento denota el potencial silvicultural de Prosopis juliflora (Sw) DC., Leucaena leucocephala (Lam) de Wit, Eucalyptus crebra F. Muell., Eucalyptus camaldulensis Denny., dentro de las especies exóticas probadas. Las especies nativas más prometedoras son Adenanthera macrocarpa (Denth.) Brenan., Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC.) Standl y Caesalpinia ferrea Mart. ex Mill.

Desde 1979 se han aprobado proyectos de reforestación con P. juliflora, con incentivos fiscales del impuesto sobre la renta, equivalentes a 93 252 ha. Aproximadamente 68 000 ha fueron plantadas hasta 1984.

SUMMARY

The semiarid region of northeastern Brazil is 1 100 000 hectares in area and comprises 13 percent of the total area of the country. The soils are generally shallow over a crystalline rock horizon and have a low capacity for water retention. They are of low humus content and low natural fertility. The climate is characterized by a mean annual precipitation of 250 to 1000 mm. Droughts are frequent and often severe.

The typical plant cover consists of a deciduous forest of spiny shrubs and cactus, known as "caatinga". Its extensive exploitation has caused a shortage of wood in many parts of the semiarid region. It is therefore very important to produce wood for firewood, posts and stakes in a short time.

Sixteen native and four exotic species, as well as 105 species and strains of Eucalyptus were studied in the semiarid region. Survival and growth data point to the silvicultural potential of Prosopis juliflora (S) DC., Leucaena leucocephala (Lam) de Wit, Eucalyptus crebra F. Muell., and Eucalyptus camaldulensis Dehnh., among the exotic species tested. The most promising native species are Adenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan., Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC.) Standl. and Caesalpinia ferrea Mart. ex Iull.

Since 1979 reforestation using P. juliflora has been undertaken using fiscal incentives on income tax to cover 93 252 ha. Approximately 68 000 ha had been planted up to 1984.

INTRODUCCION

Actualmente, el 50 por ciento de los incentivos fiscales para reforestación son aplicados al noreste brasileño. De esta cifra, 50 por ciento ha sido destinado a la región semiárida, haciendo posible la realización de proyectos de plantaciones comerciales de *P.juliflora* (Sw.) DC., algarrobo, equivalentes a 93 252 ha desde 1979. Aproximadamente 68 000 hectáreas han sido plantadas desde 1984.

Algarrobo fue introducida en la región desde 1942 y, gracias a sus características silviculturales buenas, ha sido utilizada como planta de usos múltiples. Proporciona leña y madera para uso general en fincas pequeñas, así como forraje excelente para ganado.

Recientemente se ha iniciado una investigación forestal en el noreste semiárido a fin de seleccionar especies alternas para reforestación en esa región. Este documento presenta los resultados experimentales obtenidos hasta la fecha.

CARACTERISTICAS DEL NORESTE SEMIARIDO

La región semiárida abarca aproximadamente 1 100 000 km² del noreste del Brasil, o sea el 13 por ciento del territorio total del país. Los suelos son generalmente poco profundos sobre una capa rocosa cristalina con limitada capacidad de acumulación de agua y un contenido de materia orgánica bajo, así como una fertilidad natural baja. El clima se caracteriza por una precipitación anual media que oscila entre 250 y 1000 mm, concentrada en dos a cuatro meses. La temperatura anual media supera los 20°C.

"Caatinga" es la vegetación típica formada por un bosque caducifolio de arbustos espinosos y cactus. La productividad de madera es baja habiéndose estimado entre 7,3 y 14,2 m³/ha (11), y 11,9 m³/ha (5). Su intensiva explotación ha ocasionado escasez de madera en muchas áreas de la región. Ribaski *et al* (8) estimaron que una familia en el área rural consume 6,7 m³ de leña por año para uso doméstico. También debe tomarse en cuenta la alta demanda de madera para energía en áreas de construcción de cerámica e industrias de cal y cemento, entre otras.

ESPECIES PARA REFORESTACION EN LA REGION SEMIARIDA

Los hechos antes mencionados y el previsto crecimiento de la población a 65 millones de habitantes para el fin de este siglo, llevan a la necesidad de producir leña con fines energéticos y madera para el uso de las fincas durante un período de tiempo corto. De esta forma, la reforestación se presenta como una alternativa viable para la solución del problema. Sin embargo, se cuenta con poca información respecto a especies existentes y técnicas de plantación para la región. La razón de la falta de información son las pocas facilidades experimentales, las cuales no fueron ampliadas sino hasta 1978.

Existen relativamente pocos documentos científicos relativos a especies forestales apropiadas para reforestación en la zona semiárida del Brasil. Golfari

y Caser (3) y Golfari et al (4) presentaron una zonificación ecológica de especies para reforestación en la región. Más aún, fueron seleccionadas especies exóticas primordialmente con base en las analogías climáticas entre áreas de presencia natural y áreas potenciales de introducción en Brasil, debido a la escasez de datos experimentales. La instalación de una facilidad experimental bajo los auspicios de EMBRAPA y IBDF en el noreste permitió a Silva et al (9) y a Pires y Ferreira (7) indicar procedencias adecuadas de especies exóticas y nativas con base en pruebas de campo.

ESPECIES ARBOREAS BAJO ESTUDIO

Diecinueve especies de eucaliptos están siendo probadas en el noreste semiárido, con un total de 105 procedencias (Cuadro 1), las especies nativas bajo estudio se indican en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Especies de eucaliptos en prueba en la región semiárida del Brasil, procedencias y año de plantación

Especies	Año	1979	1980	1981	1982	1983	1984	TOTAL
<i>E. alba</i>		7	-	-	-	-	-	7
<i>E. camaldulensis</i>		10	9	1	-	-	1	21
<i>E. exserta</i>		4	-	3	-	-	-	7
<i>E. crebra</i>		2	-	-	-	-	-	2
<i>E. nesophila</i>		4	-	-	-	1	-	5
<i>E. polycarpa</i>		3	-	-	-	-	-	3
<i>E. tessellaris</i>		2	-	-	-	1	-	3
<i>E. citriodora</i>		1	-	-	-	-	1	2
<i>E. microteca</i>		-	-	2	21	-	-	23
<i>E. brassiane</i>		-	-	3	-	1	1	5
<i>E. drepanophylla</i>		-	-	-	-	1	-	1
<i>E. urophylla</i>		1	-	-	-	-	-	1
<i>E. miniata</i>		-	-	-	-	1	-	1
<i>E. pilularis</i>		-	-	-	-	-	1	1
<i>E. pellita</i>		-	-	-	-	1	-	1
<i>E. tereticornis</i>		-	15	4	-	-	-	19
<i>E. robusta</i>		-	-	-	-	-	1	1
<i>E. intermedia</i>		-	-	-	-	-	1	1
<i>E. grandis</i>		1	-	-	-	-	-	1
TOTAL		35	24	13	21	6	6	105

Además del género Eucalyptus, se realizan pruebas de 20 variedades de Leucaena leucocephala, cuatro procedencias de Tectona grandis, descendencia de dos especies de Pinus (P. caribaea var. hondurensis y P. caribaea var. caribaea), cinco especies de Acacia (A. mangium, A. melanoxylon, A. tortilis, A. confusa y A. alba) y siete especies de Prosopis (P. juliflora, P. pallida, P. chilensis, P. alba, P. tamarugo, P. velutina y P. glandulosa).

Cuadro 2. Especies nativas bajo estudio de EMBRAPA/IBDF en el noreste semiárido del Brasil

Nombre común	Nombre científico	Familia
Angico	<i>Adenantha macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Leguminosae (mimosoideae)
Angico-de-bezerro	<i>Piptadenia obliqua</i> (Pers.) Macbr.	Leguminosae (mimosoideae)
Arapiraca	<i>Pithecellobium parvifolium</i> (Willd.) Benth.	Leguminosae (mimosoideae)
Aroeira	<i>Astronium urundeuya</i> (Fr. All) Engl.	Anarcadiaceae
Baraúna	<i>Schinopsis brasilensis</i> Engl.	Anarcadiaceae
Canafistula	<i>Cassia excelsa</i> Schard.	Leguminosae (Caesalpi- nioideae)
Catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tull.	Leguminosae (Caesalpi- nioideae)
Faveira	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	Leguminosae (mimosoideae)
Imbirucu	<i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Rolun J.	Bombacaceae
Manicoba	<i>Manihot</i> sp.	Euphorbiaceae
Pau-d'arco	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC) Standl	Bignoniaceae
Pau-ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tull.	Leguminosae (Caesalpi- nioideae)
Pareiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	Apocynaceae
Sabiã	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth.	Leguminosae (Caesalpi- nioideae)
Umburana-de-cheiro	<i>Torresea cearensis</i> Fr. All.	Leguminosae (papilionoi- deae)
Violeta	<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	Leguminosae (papilionoi- deae)

COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES PROBADAS

A pesar de que los experimentos realizados por EMBRAPA/IBDF en la región semiárida son relativamente recientes (iniciados en 1979), ya existen indicaciones de que el potencial de las especies en reforestación en esa región. Información sobre supervivencia obtenida durante un período de severa sequía ha eliminado las plántulas en prueba, incapaces de soportar las condiciones climáticas adversas de la región. La precipitación en Petrolina, Pernambuco, fue de 511 mm, 536 mm, 501 mm, 342 mm y 654 mm de 1979 a 1984, respectivamente. La distribución de lluvia fue extremadamente irregular, siendo normal la concentración en cuatro meses. Más de la mitad de la precipitación anual ocurrió frecuentemente en un solo mes, con una única lluvia responsable de la totalidad. En marzo de 1981, por ejemplo hubo una precipitación de 340 mm de un total anual de 500 mm. La región de Petrolina es representativa de las condiciones climáticas de la región semiárida, la mayor parte de los resultados experimentales que aquí se presentan se basan en esa región.

El Cuadro 3 muestra supervivencia, altura y dap (promedio de parcelas) para especies y procedencias de Eucalyptus que presentaron el comportamiento mejor, a los cinco años de edad en Petrolina. Se incluyeron solamente aquellas con una supervivencia superior al 70 por ciento. La mayor parte de todas las especies probadas, 6,4 m, se obtuvo con E. exserta, con una supervivencia de solo 44 por ciento. E. urophylla y E. grandis, normalmente usadas como referencia tuvieron una supervivencia de 14 por ciento después de 24 meses, cero por ciento después de 36 meses. La metodología empleada en los experimentos, de los cuales se deriva la información del Cuadro 3, en EMBRAPA (2), Lima y Pires (6) y Souza et al (10).

Los volúmenes de madera estimados para E. crebra y E. camaldulensis alcanzaron 24,3 m³/ha y 9,8 m³/ha, respectivamente, a una edad de cinco meses. Estos valores son comparables con la productividad de la caatinga. El crecimiento en altura de estas especies, (Cuadro 3), se compara favorablemente con los mejores resultados obtenidos por Barbier (1) para E. camaldulensis, en alturas de 5,3 m a los cuatro años y 7,0 m a los siete años, y con una supervivencia de 84 por ciento respectivamente. Por lo tanto, se ha mencionado el potencial de E. crebra y E. camaldulensis para plantaciones en la región semiárida del noreste.

De las especies exóticas más prometedoras para la región, registradas por Silva et al (9) y Pires y Pererira (7), solamente el potencial de E. exserta quedó sin confirmación. La razón fue la acentuada reducción en supervivencia a partir del tercer año de instalación, 1982, el año más crítico en términos de falta de lluvia.

De las otras especies exóticas probadas, P. juliflora y L. leucocephala son las que presentaron un potencial mayor, con un volumen de madera en 14,6 m³/ha y 11,0 m³/ha, respectivamente, a los cinco años de edad.

A. macrocarpa, Tabebuia impetiginosa y Caesalpinia ferrea sobresalen, a la edad de cinco años, dentro de las 16 especies nativas probadas en Petrolina, en lo que se refiere a supervivencia, altura y dap de las especies probadas en el Cuadro 4.

Cuadro 3. Supervivencia, crecimiento en altura y dap de las mejores especies y procedencias de eucaliptos probadas a la edad de cinco años en Petrolina, Brasil

Especie	Lote No.	Localidad	Lat. (S)	Long.	Alt. (m)	Super. viven. (%)	h (m)	dap (cm)
<i>E. alba</i>	10569	Kimberley Area-WA	16°41'	125°55'	457	71	4,3	4,1
<i>E. camaldulensis</i>	10533	Victoria River-NT	15°36'	131°07'	30	94	5,3	4,6
<i>E. camaldulensis</i>	10510	S.W. Katherine-NT	14°37'	132°07'	180	88	4,2	3,4
<i>E. camaldulensis</i>	10923	Gilber River-QLD	17°10'	141°45'	30	88	5,4	4,5
<i>E. camaldulensis</i>	10550	H. Beverly-WA	16°34'	125°34'	340	75	5,2	4,4
<i>E. camaldulensis</i>	10924	Wyback-QLD	16°43'	142°00'	30	75	4,7	3,9
<i>E. crebra</i>	11958	Torrens CK Area-QLD	22°46'	145°01'	305	88	5,1	6,1
<i>E. crebra</i>	6946	S.W. Pentland-QLD	20°35'	145°27'	460	94	6,1	6,5
<i>E. exserta</i>	11020	S. Bundaberg-QLD	26°03'	152°10'	60	44	6,4	6,4
<i>E. nesophila</i>	11683	S. Cooktown-QLD	15°29'	145°17'	20	38	3,9	4,0
<i>E. polycarpa</i>	11454	Roper River-NT	14°51'	133°37'	80	75	4,2	4,2
<i>E. polycarpa</i>	11090	N.E. Murganella-NT	11°28'	133°02'	20	71	4,5	4,6
<i>E. tessularis</i>	10907	Mackay-QLD	21°09'	140°12'	-	85	4,1	4,7
<i>E. tessularis</i>	10908	Atnerton-QLD	17°09'	145°37'	-	79	4,0	4,7

dap = diámetro

Cuadro 4. Supervivencia, altura y dap de tres especies nativas probadas, a la edad de cinco años, en Petrolina, Brasil

Especie	Sobrevivencia (%)	Altura (m)	dap (cm)
<i>Adenanthera macrocarpa</i>	93	2,6	3,2
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	100	2,3	2,2
<i>Caesalpinia ferrea</i>	90	2,3	2,5

ACTIVIDADES DE REFORESTACION EN EL NORESTE SEMIARIDO

En 1966 fue promulgada la ley de incentivos fiscales para reforestación que ha permitido incrementar las plantaciones forestales de 500 000 ha hasta aproximadamente cinco millones de hectáreas en el presente. Esta ley hace posible que el 25 por ciento del impuesto sobre la renta sea dividido entre proyectos forestales y reforestación aprobados por el Instituto Brasileño para el Desarrollo Forestal. Los proyectos deben ser localizados en regiones prioritarias o

distritos forestales establecidos por el Instituto. Los incentivos forestales cubren el costo total del proyecto, excluyendo el costo de la tierra, desde la instalación hasta el tercer año de mantenimiento.

En la región noreste de Brasil se contemplan otros proyectos de reforestación que incluye la plantación de árboles frutales como (*Cocos nucifera*) y caju (*Anacardium occidentale*). La tendencia actual es de aprobar proyectos que garanticen un promedio aproximado de 15 000 ha por año.

LITERATURA CITADA

1. BARBIER, C. Introduction et selection des *Eucalyptus* au Niger. Consultation Mondiale sur l'amélioration des arbres forestiers, 3. Camberra, Australia, 1977.
2. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Projetos de pesquisa do PNPFF-EMBRAPA/IBDF - desenvolvidos pelo CPATSA-EMBRAPA-Petrolina. (não publicado), 1985.
3. GOLFFAR I., L. y CASER, R.L. Zoneamento ecológico da região Nordeste para experimentação florestal. Belo Horizonte. Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. Série Técnica No. 10. 1977. 119 p.
4. GOLFFAR I., L., CASER, R.L. y MOURA, V. P. G. Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil (2a. aproximação). Belo Horizonte. Centro de Pesquisa Florestal de Região do Cerrado. PNUD/FAO/IBDF/BRA-45. Série Técnica No. 11. 1978. 66p.
5. LIMA, P. C. F., DRUMOND, M. A., SOUZA, S. M. de, y LIMA, J. L. S. Inventário florestal da Fazenda Canaã. Silvicultura no. 14: 398-9. Edição Especial, 1978.
6. LIMA, P. C. F. y PIRES, I. E. Ensaio de procedências de *Eucalyptus camaldulensis* Dennh em Petrolina-PE. Petrolina. EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento No. 33. 1985. 3 p.
7. PIRES, I. E. y FERREIRA, C. A. Potencialidade do Nordeste para reflorestamento. Curitiba, EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica No. 6, 1982. 30 p.
8. RIBASKI, J. et al. Projeto - Avaliação do uso atual dos recursos florestais da região de Ouricuri-PE. Petrolina, PE. EMBRAPA-CPATSA. 1980. 15 p.
9. SILVA, H. D., et al. Comportamento de essências florestais nas regiões árida e semi-árida do Nordeste, Resultados Preliminares, Brasília, EMBRAPA-DID, 1980. 25 p.
10. SOUZA, S. M. de, LIMA, P. C. F. y PIRES, I. E. Comportamento de *E. camaldulensis* Dehnh em Petrolina-PE, aos 36 meses de idade. Petrolina. EMBRAPA-CPATSA. Pesquisa em Andamento No. 32. 1985. 5 p.
11. TAVARES, S., et al. Inventário florestal de Pernambuco - "Estudo preliminar das matas remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. Boletim de Recursos Naturais, SUDENE. 8:149-93. 1980.

AGROFORESTERIA EN REHABILITACION DE SUELOS CON ESPECIAL REFERENCIA A ZONAS SEMI-ARIDAS

Peter J. Wood
ICRAF
Kenya

RESUMEN

La rehabilitación de la tierra implica mantenerla en estado productivo a perpetuidad. La agroforestería, el uso de cultivos agrícolas y/o animales junto con árboles en la misma área de terreno, ofrece muchas posibilidades para el mantenimiento de la productividad de la tierra, y para el uso continuado por parte de las poblaciones rurales. Muchos enfoques de la agroforestería enfatizan este aspecto de conservación de la tierra; la agroforestería es usada para estabilizar la agricultura cambiante, para el manejo del agua y suelo mediante la intercalación de cultivos y por su efecto en el microclima. Sus efectos secundarios para la anti-desertificación, conservación genética y conservación en general se discuten brevemente.

SUMMARY

The rehabilitation of land implies maintaining it in a productive state in perpetuity. Agroforestry, the use of agricultural crops and/or animals, together with trees, on the same area of land, offers many possibilities for the maintenance of land productivity, coupled with its continued use by rural populations. Most approaches to agroforestry emphasize this land conservation aspect and the use of agroforestry is considered for stabilizing shifting agriculture, for soil and water management, from the point of view of intercropping and for its effects on microclimate. Its secondary effects for anti-desertification, gene conservation and general conservation are briefly considered also.

INTRODUCCION

Conforme aumentan las poblaciones humana y animal, y en vista de la constante desaparición del bosque natural y de la necesidad de una mayor producción agrícola, incrementa en los trópicos la importancia de la rehabilitación y conservación de suelos -- o sea, su productividad continua. Box y Fox (1,4) en una amplia revisión sobre rehabilitación de suelos después de la explotación minera, discuten los conceptos de rehabilitación, reclamación y restauración. La "reclamación" describe el regreso del uso desde una condición de despojo (con implicaciones para el establecimiento de las especies originales en ecosistemas similares); "restauración" implica un regreso a las mismas condiciones pre-existentes. "Rehabilitación", por otro lado, es un término más amplio que puede abarcar restauración o reclamación, pero que básicamente implica la creación de una condición estable y productiva que permite una variedad de usos de la tierra.

"Agroforestería" es un término que cubre una gama de técnicas y sistemas de uso de suelos utilizados para hacer frente a problemas potenciales específicos e identificados con el uso de suelos. En este documento pretende relacionar el potencial de la agroforestería con el rendimiento sostenido de la tierra. Para este propósito, se utiliza la definición general desarrollada por el Consejo Internacional para Investigación en Agrosilvicultura -- CIIA (ICRAF):

"La agroforestería se refiere a los sistemas de uso de la tierra con plantación deliberada de árboles en el mismo terreno con cultivos agrícolas y/o animales, ya sea en un arreglo especial o en una secuencia de tiempo, y en los cuales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los componentes arbóreos y no arbóreos". "Arboles" cubre árboles, arbustos y matorrales.

ENFOQUE DE LA AGROFORESTERIA COMO SISTEMA DE USO DE LA TIERRA

Para los forestales, el término "agroforestería" significa más que nada el sistema "taungya", el uso de los cultivos agrícolas temporales para facilitar el establecimiento de una plantación forestal. La popularidad y gran interés en la agroforestería actualmente, sin embargo, se deriva de un gran número de disciplinas distintas, y de diferentes problemas de uso de la tierra, como lo indica la Figura 1. Muchos de los enfoques indicados tienen como principal objetivo el sostenimiento del sistema de uso de la tierra, a pesar de las diferencias en énfasis. El mantenimiento de la vida, para el campesino pobre, es un factor importante que pone un particular énfasis sobre algunos beneficios a corto plazo, pero este documento trata principalmente de los aspectos biológicos del rendimiento sostenido. Estos pueden clasificarse como primarios y secundarios de la siguiente forma:

Aspectos primarios

1. Estabilización de la agricultura migratoria y mejoramiento de barbechos.
2. Manejo de suelos
3. Manejo de aguas
4. Beneficios de cultivos intercalados
5. Mejoramiento del microclima

Aspectos secundarios

6. Antidesertificación
7. Conservación genética de árboles y cultivos
8. Transferencia de consumo

La literatura sobre rehabilitación (4) enfatiza el uso de árboles especialmente en tierras dañadas por actividades humanas. El uso específico de la agroforestería implica, en la mayoría de los casos, el uso continuo de la tierra para actividades pastoriles o agrícolas en forma perpetua, con énfasis en el mantenimiento de la productividad y no tanto en la conservación aislada.

EFFECTOS PRIMARIOS DE LA AGROFORESTERIA

1. Agricultura migratoria

Existe una vasta literatura sobre la preponderancia y la productividad de la agricultura migratoria desde el punto de vista forestal, aunque como sistema agroforestal se reconoce su rendimiento sostenido siempre y cuando la población permanezca baja. En zonas húmedas consiste generalmente de "corte y quema", mientras que en zonas más secas consiste de quema de zacate y amontonamiento. Un ejemplo de una práctica establecida en zona de sabana es el sistema "chitemene" en el norte de Zambia, desarrollado sobre suelos lavados y muy ácidos de las áreas boscosas tipo "miombo", para hacer posible su utilización para cereales y otros cultivos agrícolas. Para este fin se desrama o corta una extensa área de la sabana arbolada, y la madera se concentra y se quema en el área central, haciendo posible una sucesión de sistemas de cultivo hasta siete años antes de que se permita la regeneración del área con vegetación tipo *Brachystegia*. Acá, como en muchos lugares del trópico, se ha registrado una marcada disminución en el rendimiento de los cultivos en periodos relativamente cortos, a falta de fertilización suplementaria (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplos de la reducción en el rendimiento de cultivos en la agricultura migratoria

País	Monocultivos o cultivos mixtos	Cultivos/ barbecho (años)	Pérdida en el rendimiento durante el periodo de cultivo (%)
Congo (Zaire)	2 de 7 rotaciones/ cultivo mixto	2-5/2-10	20 - 50
Benin (Norte)	algunos mixtos	2-3/3-10	25 - 60
Malawi	todos	1-2/3-20	reducción rápida
Níger	mixtos	5-6/5	50 - 60
Uganda	monocultivo seguido de cultivo mixto	1-2/0-10	30 - 50

Fuente: (11)



Fig 1. Diferentes enfoques de la agroforestería y el gran número de enfoques ambientales (Wood, 1985)

Las reacciones a la disminución de la fertilidad han sido tradicionalmente, el desarrollo de sofisticados patrones y mezclas de cultivos intercalados (más complejos en las zonas húmedas que en las secas) y el desarrollo de plantación en barbechos.

La retención de ciertas especies de árboles durante el cultivo también es extensa, figurando entre las más notables Acacia (Faidherbia) albida en Africa occidental y Cordia alliodora y Erythrina sp. en América Central.

La función principal de la agroforestería en la rehabilitación y conservación es por lo tanto, a través del mejoramiento de suelos, con un efecto adicional en la conservación de los recursos genéticos de algunas especies de árboles valiosos. Una reciente y detallada revisión sobre erosión y productividad del suelo se encuentra en Stocking (10).

2. Manejo de suelos

Se sabe que la pérdida de suelos bajo varios sistemas de cultivo agrícola es más severa bajo cultivos puros o continuos que con mezclas. Por ejemplo, algunas cifras de Estados Unidos (2) indican:

Sistema de cultivos	Pérdida de suelo en tm/ha
Rotación de maíz/trigo/trébol	1,1
Trigo continuo	4,1
Maíz continuo	7,9

La Figura 2 presenta un esquema generalizado de los posibles cambios en el estado de materia orgánica, contenido de nutrimentos y densidad construida de la superficie del suelo, durante diferentes fases de manejo en la conversión de bosque natural a plantaciones de rotación corta (8).

La función de los árboles en la productividad del suelo poco documentada, aunque parece que se han realizado más estudios en las zonas húmedas que en las secas.

No existen árboles "milagrosos", pero su incorporación a los sistemas de cultivos, sean permanentes o migratorios, puede proporcionar una variedad de beneficios. Se ha publicado poca evidencia cuantitativa para sistemas agroforestales, pero los beneficios para el suelo que serán estudiados por medio de investigación incluyen los siguientes:

- reducción del impacto de las gotas de lluvia
- producción de carbón orgánico
- modificación de lavado y erosión a través de raíces superficiales
- mejoramiento de porosidad, ventilación y filtración
- almacenamiento de nutrimentos minerales en la biomasa leñosa
- el conocido efecto de "bombeo de nutrimentos", los nutrimentos son extraídos por árboles de raíz profunda y reintegrados a la superficie del suelo en la caída de hojarasca

la posible fijación de nitrógeno atmosférico

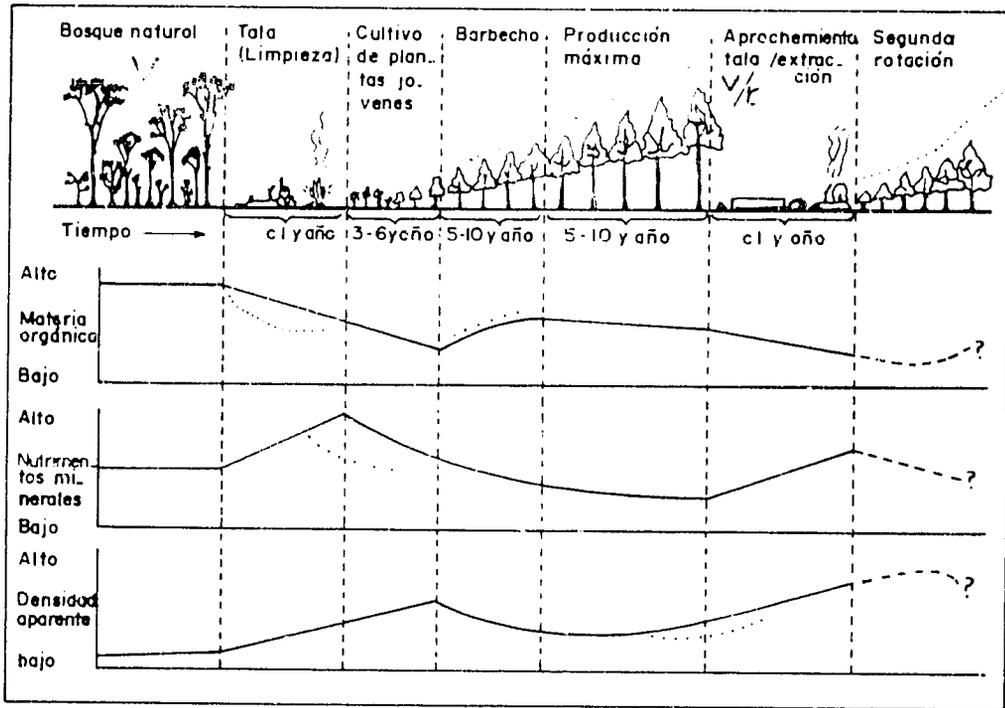


Fig. 2. Un esquema generalizado de los posibles cambios en el estado de materia orgánica, contenido de nutrientes y densidad construida de la superficie del suelo, durante diferentes fases de manejo en la conversión de bosque natural a plantaciones de rotación corta (8)

El empobrecimiento de un sitio y su pérdida de productividad son producidas por el endurecimiento del suelo, erosión y lavado, particularmente a través de quemas. Por lo tanto, la conservación del suelo es una parte integral de cualquier sistema agroforestal, y cualquier diseño agroforestal deberá, entonces:

- mantener la cubierta vegetal para proteger la superficie del suelo
- mantener el carbono orgánico en la capa superficial del suelo
- reducir al mínimo el removimiento de carbono orgánico y nutrientes en las cosechas
- reducir al mínimo las quemas

La mayoría de estos requerimientos se tornan progresivamente más difíciles en condiciones más secas.

Lundgren (7) sugirió un modelo de procesos de suelo en la agroforestería de plantaciones, el cual aparece en la Figura 2. Está basado en un ciclo postulado de producción de alimentos de dos años de duración, seguido de una rotación de 10 años para Pinus caribaea.

Se indica el uso de principios agroforestales a fin de mejorar el rendimiento sostenido. Otro ejemplo importante de la degeneración de sitio en la práctica forestal fue reconocido hace 46 años por Laurie (6) en "El problema de la plantación pura de teca". La erosión bajo Tectona grandis es a menudo severa debido al hábito de defoliación de la especie, la caída de hojas matan la maleza pero que frecuentemente se queman antes del inicio de las lluvias, las que caen sobre el suelo desnudo a través de copas con pocas hojas. Las plantaciones de teca de Trinidad son un ejemplo excelente de crecimiento rápido y de madera de calidad, con severa erosión de los suelos tropicales de arcilla roja. En el último siglo, en India, se trató de incorporar Leucaena glauca en las plantaciones de teca; y en las pendientes se plantó cercas en contorno al uso de cercos de leguminosas para detener el movimiento de los suelos y ayudar al desarrollo de terrazas, sistema altamente recomendado. Los cercos proporcionarían leña, forraje, y talvez alimento para poblaciones rurales, y el resultados a largo plazo sería la tendencia a formar un bosque con terrazas.

Bajo condiciones de cultivo agroforestal continuo, el modelo sugerido por Huxley (5) indican puntos claves que requieren estudio. Una completa discusión de algunos de los principios se encuentra en el Apéndice 1.

3. Manejo de aguas

El manejo de agua en un sitio, aún cuando no hay demanda crítica de agua rfo abajo ni se utiliza ésta para riego, es de suma importancia. Mucha de la información disponible proviene de regiones templadas, pero los estudios realizados por Pereira y otros (9) en Africa oriental son ejemplo del reciente trabajo llevado a cabo en los trópicos. Para la rehabilitación de la tierra, Pereira (9) cita a la Autoridad del Valle de Tennessee (1962), la cual trató 90 000 ha de tierra con desagües cortados y barrancos cubiertos con maleza. Pereira (9) cita a Molchanov (1960) al mostrar que la siembra del seis por ciento de un área escarpada, usando linderos curvos de bosque, reducía el escurrimiento en un 50 por ciento. En la India, las barrancas de Kotah, Rajasthan, han sido estabilizadas exitosamente con zacate y árboles fijadores de nitrógeno, y en el altiplano de Kenia el uso de agroforestería para el establecimiento de coníferas de tierras anteriormente plantadas de bambú tuvo mucho éxito, con poca diferencia en infiltración y evaporación entre bosque plantado y bambú.

Los ejemplos anteriores indican que los principios de agroforestería, si se aplican, pueden tener considerables efectos benéficos en el manejo de aguas. En particular, el uso del sistema silvopastoril puede ser posible, pero los peligros de pisoteo se tornan serios si la población de animales es alta. La densidad de la vegetación es también crítica para el manejo de aguas, así como lo es el espaciamiento de las copas las cuales deben regular la entrega de agua.

El Cuadro 3 tomado de Tejwani (1979) en Nair (8), indica que los niveles de diferencia en la tasa de infiltración para una variedad de sistemas agrícolas en India, y el mejoramiento potencial que puede proporcionar la agroforestería, podrían ser mayores donde se incorporan (árboles y trabajos de tierra) al sistema.

Cuadro 3. Efectos del aumento en el número de cultivos por año sobre las tasas de infiltración de un suelo aluvial cerca de Nueva Delhi, India

Secuencia de cultivos*	Tasa de infiltración (cm/horas)
Maíz-trigo (con labranza)	0,6
Frijol mung-maíz-trigo (con labranza)	1,2
Frijol mung-maíz-trigo (sin labranza adicional)	1,7
Frijol mung-maíz-mostaza**-trigo (intercalados y alternados sin labranza adicional)	2,7

Fuente: (8)

*Labranza después de la preparación de la tierra como indicado

**Brassica campestris

4. Beneficios de cultivos intercalados

Los beneficios de cultivos intercalados con árboles y de cultivos múltiples sin ellos han sido descritos por varios autores. Los mejoramientos medidos directamente incluyen incrementos en el carbono orgánico, fijación de nitrógeno, ciclo de nutrientes y el mejoramiento de la infiltración antes mencionada. El Cuadro 4 (8) indica las diferencias en carbono orgánico, y N,P,K total bajo distintas especies de Prosopis y en áreas abiertas. En bosques de árboles leguminosos (fijadores de nitrógeno), Nair (8) cita cifras alrededor de 200 kg/ha/año para (fijación de nitrógeno), y Felker (1978) reporta incrementos en la producción de mijo de 300-400 kg/ha donde se conservan árboles de Acacia albida. El ciclo de los nutrimentos en sistemas de uso de la tierra con árboles es complejo, pero los modelos del comportamiento de los árboles en sistemas agrícolas de uso de la tierra han sido resumidos por Nair (8), y puede esperarse beneficios de la caída de hojarasca, lavado de copas y posiblemente bombeo de nutrimentos.

5. Mejoramiento del microclima y protección contra el viento

Tradicionalmente, la práctica agroforestal ha utilizado tapavientos y cinturones a fin de proteger los cultivos y animales para mejorar sus rendimientos. En la conservación y rehabilitación de suelos, los más importantes efectos de las cortinas rompevientos y bosquetes de refugio son:

- protección del suelo contra erosión sólida
- estabilización de dunas de arena

Cuadro 4. Contenido de nutrimentos en suelos bajo dos especies de Prosopis en regiones áridas de India

Especies	Sitio	Carbono orgánico (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo Potasio	
				total (mg/100g)	total
Prosopis juliflora	bajo árbol	0,73	0,075	37	296
	área abierta	0,25	0,027	31	294
Prosopis cineraria	0-30 cm				
	bajo árbol	0,37	0,045	3,82	12,20
	área abierta	0,25	0,038	1,52	7,52
Prosopis cineraria	31-60 cm				
	bajo árbol	0,11	0,020	1,95	9,31
	área abierta	0,04	0,010	1,23	6,36

Fuente: (8)

- mejoramiento del balance de agua en el suelo
- efectos de la biología del suelo a través del control de temperatura

En una revisión sobre bosquetes de refugio y su diseño, Darnhofer (3) realza la importancia de definir claramente la función específica del bosque en la conservación y protección, antes de emprender cualquier trabajo de diseño. Los parámetros básicos de sitio que deben considerarse son climatología, topografía, suelos e hidrología. Densidad o permeabilidad, altura del cinturón y diseño (líneas, redes, cercos secundarios, etc.) son consideraciones básicas de diseño. Al usar, por ejemplo, un bosque de altura h y una reducción en la velocidad del viento de 20 por ciento, la distancia efectiva depende de la densidad del bosque de la siguiente manera:

Densidad de la cortina (%)	Distancia desde la cortina (en h)
30	12
50	27
100	15

El movimiento de arenas puede ser virtualmente detenido por medio del control de vientos; Itzuka 1950, en Darnhofer, (3), por ejemplo, reporta una reducción en el movimiento de arenas a 0,1 por ciento con cinturones situados a 10 h el uno del otro, reduciendo la velocidad del viento en 39 por ciento.

EFFECTOS SECUNDARIOS DE LA AGROFORESTERIA

6. Antidesertificación

La expansión de desiertos es lenta pero puede medirse, y la reversión de la desertificación requiere acción desde muchos ángulos. Las prácticas de agroforestería puede tener efectos benéficos a largo plazo, tanto los directos, mencionados arriba, como los indirectos. Dentro de éstos están:

- control de las poblaciones de animales domésticos en combinación con servicios veterinarios mejorados y un incremento en la provisión de forraje.
- estabilización de suelos y mejoramiento del microclima, haciendo posible un incremento en los cultivos.
- mayor producción de leña, aliviando así la presión sobre las demás áreas con vegetación natural.
- diversificación de la producción, con menos dependencia en el removimiento de la biomasa total a través de la producción de productos comercializables tales como miel, plantas medicinales, etc.

7. Conservación genética de árboles de cultivo

Al considerar la conservación, es importante el manejo sobre la conservación genética. Al usar la agroforestería en rehabilitación y conservación de suelos, las influencias genéticas dependerán en gran parte del tipo de agroforestería practicada, entre los posibles efectos se encuentran los siguientes:

- retención de árboles ya existentes en el sitio
- introducción y plantación de especies y procedencias de origen conocido, no solo de árboles sino que también de cultivos agrícolas y plantas para forraje.
- el efecto indirecto de disminuir o detener la destrucción de ecosistemas naturales a través de la provisión de productos de árboles en el sitio.

8. Transferencia de consumo

Este punto es uno de los más importantes. Son bien conocidos los límites biológicos de la producción de biomasa en diferentes partes de los trópicos, pero aún en las zonas secas es escaso el enfoque sobre ellos. La degeneración de los suelos y la pérdida de su productividad, son causadas por actividades humanas en busca de satisfacción de las necesidades de la vida. Los sistemas agroforestales tradicionales han sido creados para este fin, así como para reducir los riesgos, se están desarrollando sistemas agroforestales artificiales para cubrir las necesidades actuales. A largo plazo, la conservación depende del apoyo popular, y un aspecto muy importante es la provisión de requerimientos humanos en las fincas, reduciendo así las presiones sobre los bosques naturales.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de IUFRO es la formación y adopción de programas de investigación forestal. Este documento ha intentado identificar algunas áreas de agroforestería que requieren investigación inmediata. En la reanihilación y conservación de suelos, el énfasis debe estar primeramente en el suelo. Ya se han proporcionado algunos modelos sugeridos para procesos de suelos bajo repeticas plantaciones forestales de rápido crecimiento y bajo árboles y cultivos mixtos Lundgren, (7); Huxley, (5). Mucha de la investigación en esta área debe ser a largo plazo y costosa en trámites de tiempo, mano de obra y capital. Un taller interdivisional de planificación de IUFRO para Asia sobre Investigación Forestal y Transferencia de Tecnología fue realizado en Sri Lanka en 1984, y otro similar está previsto para África a principios de 1986. Ambos abarcan la formulación de programas de investigación y su financiamiento. CIIA ha iniciado un programa reciente por medio del cual se desarrollan redes de investigación agroforestal para cuatro zonas ecológicas en África. Puede esperarse que todas estas iniciativas ayuden a las organizaciones nacionales de investigación a definir sus programas de investigación, financiarlos y proveerlos de personal, y beneficiarse de los vínculos internacionales de investigación.

CONDICION DEL AMBIENTE DEL SUELO

La Figura 3 indica algunos cambios postulados en las condiciones del suelo (su fertilidad y estado de conservación) para cultivos agrícolas, plantación de árboles y todas las relaciones de ambos. ABCD representa un nivel de fertilidad en el cual la productividad es nula, y la línea E-H (también G-F-G) muestra la productividad al nivel actual de fertilidad del suelo. Se hacen estimaciones para cambios previstos en la fertilidad del suelo para: cultivos agrícolas continuos (E-1), indicados como declinantes; y la tierra 100 por ciento bajo la cubierta de árboles de las especies seleccionadas (H-3), que mejora con el tiempo.

EIJH representa la superficie de respuesta, registrando cambios en el suelo para todas las relaciones de los cultivos agrícolas y árboles con tiempo.

La línea E-A es conocida, y C-J también puede medirse si los bosques maduros de las especies de árboles apropiados están disponibles en un sitio cercano similar. De lo contrario, C-J deberá ser calculada de datos similares en la literatura. Lo mismo se aplica a la tasa de reducción de la fertilidad del suelo, etc., bajo cultivos agrícolas continuos. El tiempo necesario para alcanzar el máximo mejoramiento en la condición del suelo después de la plantación de árboles podría ser extremadamente largo, ya que solamente se obtendrá un estado equilibrado en los últimos años. Por lo tanto, la línea C-J de la Figura 3 puede tomarse para representar un 90 por ciento estimado cualquier porcentaje del valor fundamental.

La escala de tiempo dependerá de cuándo se estime que este nivel puede ser alcanzado; C-J menos A-E representa la cantidad a la cual disminuye el nivel de la condición del suelo bajo el uso actual de la tierra en comparación con lo que podría ser bajo un bosque maduro de árboles.

Fig 3

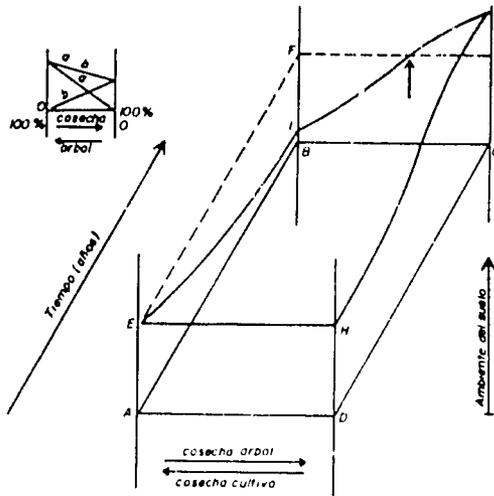


Fig 3 Muestra tendencias en la condición del ambiente del suelo con el tiempo AD y BA representan una serie de desplazamientos (ver inserto y Willey 1979a, 1979b) que a su vez representan, en cualquier punto del eje x, la suma de los efectos que ambas especies tienen sobre el suelo, dependiendo del porcentaje de cobertura del suelo de cada uno. A-E (y D-H) indican el estado actual de fertilidad (conservación) y EIJH muestra la superficie de respuesta para todas las combinaciones de cultivos agrícolas y árboles (derivados en cualquier momento de a + b como en el inserto). Ver el texto para más detalles.

Productividad

La Figura 4 indica los cambios en la actividad total durante el mismo tiempo, o sea tomando en cuenta los valores respectivos de los productos agrícolas y de árboles totales. Como anteriormente, ABCD representa una productividad nula, E-L muestra los cambios de valor estimados con el tiempo para cultivos agrícolas continuos, y N-M indica aquellos para un 100 por ciento de cubierta de árboles (N, el valor del cultivo de árboles en el primer año, se ha tomado como cero en este ejemplo). Superficie de respuesta ELMN entonces representa la producción total de todas las diferentes proporciones de los cultivos agrícolas y de árboles. Ya que la unidad común utilizada es el valor del mercado, E-I representa la condición del suelo en la Figura 3 y es la misma que E-L, que representa productividad, en la Figura 4.

El valor de los productos de árboles deberán ser promediados si no se toman las cosechas anuales. En la Figura 4, el valor anual de los productos de árboles maduros con 100 por ciento de cubierta de árboles (C-M) podría ser mayor o menor que el valor presente de cultivos 100 por ciento agrícolas (A-E). Esto dependerá de la producción agrícola presente, reflejando la condición actual de la fertilidad del suelo, al igual que las producciones previstas de productos agrícolas y de árboles con el tiempo.

Los diagramas se prestan, obviamente, a análisis económicos más detallados en términos de estimaciones de costos fijos y variables, o de utilidades de insumos laborales, etc. Además, podrían haber cambios de los insumos con el tiempo, los cuales deben ser considerados. De esta manera puede ajustarse la superficie de respuesta de la productividad.

Fig 4

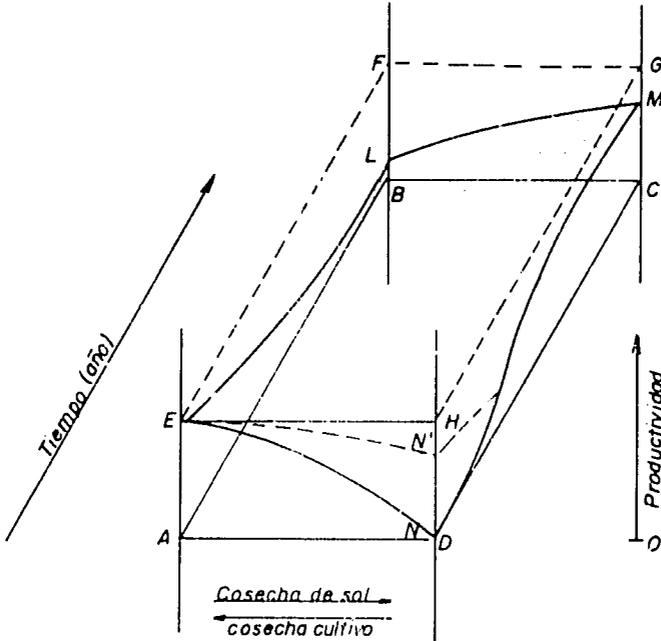


Fig. 4. Tendencias en la productividad total con el tiempo, similares a las de la Fig. 3. En cualquier punto sobre el eje x (una serie de desplazamientos), la superficie de respuesta ELMD, representa la producción combinada, de todas las clases, para ambas especies (ver texto)

Tendencias de tiempo

Las curvas sobre los ejes en las Figuras 3 y 4 representan las condiciones cambiantes en la manera en que puedan estimarse en el presente. Solo una serie de información experimental demostrará si estas estimaciones realmente simulan condiciones reales o no. Por ejemplo, en la Figura 3 la reducción en la productividad del suelo bajo cultivos agrícolas continuos (E-I) generalmente reflejará una disminución de la materia orgánica del suelo que precede a una curva exponencial negativa. Pero a esto debe agregarse cualquier efecto de la erosión del suelo, los cuales serán difíciles de estimar y erráticos en su ocurrencia.

Otra vez, los cambios en la fertilidad del suelo después de la plantación de árboles jóvenes (H-J), han sido representados con una curva sigmoidea para indicar una tasa máxima de cambio en los años intermedios. La plantación de árboles a espaciamientos relativamente amplios en tierra agrícola producirá un mosaico de fertilidad mejorada en la superficie del suelo bajo las copas de los árboles. El efecto puede ser aumentado si los árboles fijan el nitrógeno y si hay retención de nutrimentos del polvo del viento. Se ha asumido que, donde hay relativamente pocos árboles por unidad de terreno, tanto su crecimiento como su fertilidad que brindan beneficios podrían disminuir en comparación con una situación donde la cubierta de árboles es más densa. A fin de justificar ésto, la línea I-J en la Figura 3 también se muestra como una curva sigmoidea.

En la Figura 4 representando la superficie de repuesta de la productividad el valor de la producción de productos provenientes de un bosque puro de árboles (N-M) será pequeño en los primeros años y alcanzará el máximo en la madurez. En las primeras etapas después de la plantación de árboles jóvenes, el cultivo agrícola puede utilizar más de los recursos ambientales compartidos debido al corte pequeño de los árboles. La línea E-N será, por lo tanto, convexa, y si se ha practicado alguna forma de agroforestería en los primeros uno o dos años, a fin de obtener la máxima ventaja de esta situación, no habrá más que una pequeña pérdida de la productividad (ver E-N). Ya que se buscan asociaciones de plantas que, en una serie de desplazamiento, muestran cooperación mutua o donde uno de los componentes denota un nivel de compensación que proporciona un incremento general en la productividad (esto es, una adaptación equivalente de suelo mayor que uno), L-M también será convexa bajo tales circunstancias favorables.

Consideraciones adicionales

Las Figuras 3 y 4 muestran las dos formas básicas de las superficies de respuesta previstas para cambios en el suelo y en la productividad, respectivamente. Estas podrían ser útiles para visualizar las complejas tendencias que ocurrirán con el tiempo en la conversión de agricultura a un sistema agroforestal de cultivos mixtos. También indican en dónde se necesita más información de investigación. La Figura 2 puede ayudar, además, a sugerir la proporción de cubierta de árboles maduros que se requiere a fin de alcanzar, al fin, cualquier nivel en particular de fertilidad del suelo en un sistema de cultivos mixtos. Se mantendrá el nivel actual de fertilidad para la situación descrita si se alinea aproximadamente 60 por ciento de la cubierta de árboles (inducido con una flecha donde se unen I-J y F-G). Obviamente, se requerirán muchos árboles si la fertilidad del suelo disminuye menos rápidamente bajo agricultura continua, o si se utiliza una especie de árbol que aumente la fertilidad a un nivel mucho mayor. Con esta base, la Figura 3 indica algunas situaciones de uso de la tierra en las cuales las opciones por agroforestería podrían o no ser prometedoras.

El punto hasta el cual cualquier mejoramiento en la fertilidad de la superficie del suelo, bajo alrededor de árboles, puede ser explotado con cultivos asociados durante el crecimiento de los árboles, deberá ser el tema de experimentación para combinaciones particulares de especies. Es posible alguna transferencia de hojarasca y nutrimentos lejos de los alrededores inmediatos del árbol, y su alcance será influenciado por prácticas de manejo. Tales efectos, quizás, aumentarán la productividad (C-M) y servirán para hacer la superficie de respuesta de la productividad aún más convexa en este extremo (L-M) (Figura 4).

Al sustituir árboles relativamente grandes por plantas de cultivos agrícolas, la población total de plantas por unidad de tierra será disminuida, y los diagramas deberán ser construidos para indicar las relaciones de porcentaje de cubierta de suelo. Además la sustitución de árboles por cultivos herbáceos cambiará la relación de ocupación del sitio. Estos factores afectan la interpretación de las curvas de rendimiento y la validez con que pueden ser comparadas entre sí. Sin embargo, en vista de la necesidad de un enfoque de "primera aproximación", estas dificultades solo pueden ser contempladas en esta etapa.

El número real de árboles por unidad de área dependerá obviamente de las especies en consideración. Muchos árboles de propósitos múltiples son de porte pequeño o mediano. Si se conoce el área apropiada de la copa en madurez, el "porcentaje de cubierta" puede ser interpretado como "área de número de árboles por unidad".

Puede no ser fácil encontrar la respuesta a nuestra pregunta, ¿Cuántos árboles .. ?" Pero algunas de las consideraciones sobre los procesos involucrados en el alcance de una conclusión han sido al menos descritos arriba, y algunos "escenarios" se presentan en la Figura 3.

LITERATURA CITADA

1. BOX, T. W. Surface mine rehabilitation - some experiences in the United States. In Management of Lands affected by mining. Workshop. Perth, Australia, 1978. Canberra, Australia. CSIRO. 1979.
2. BROWN, L. R. y WOLF, E. C. Soil erosion: quiet crisis in the world economy. Washington D.C. Worldwatch Institute. Paper no. 60. 1984.
3. DARNHOFER, T. Microclimate effects and design considerations of shelterbelts. In Hoekstra, D.A. & Kuguru, F. M. (Eds.). Agroforestry systems for small scale farmers. Nairobi, Kenya, BAT/ICRAF. 1982.
4. FOX, J. E. D. Rehabilitation of mined lands. Review article, Forestry Abstracts 54 (9). 1984.
5. HUXLEY, P.A. The role of trees in agroforestry - some comments. In A Manual of Methodology for the exploration and assessment of multi-purpose trees. Nairobi, Kenya, ICRAF. 1984.
6. LAURIE, M. V. The problem of the pure teak plantation. Silviculture Conf. 5th Dehra Dun, 1939. Proceedings. s.l. 1941.
7. LUNDGREN, B. Research strategy for soils in agroforestry. In soils Research in Agroforestry. Mongi, H.O. y Huxley, P.A. (Eds). Nairobi, Kenya, ICRAF, 1979. pp. 523-537.
8. NAIR, P.K.R. Soil productivity aspects of agroforestry Science and Practice of Agroforestry. I. Nairobi, Kenya, ICRAF, 1984. 83 p.

9. PEREIRA, C. Hydrological & soil conservation aspects of agroforestry. In Soils Research in Agroforestry. Mongi, H. O. & Huxley, P. A. (Eds) Nairobi, Kenya, ICRAF, 1979. pp. 315-326.
10. STOCKING, M. Erosion and soil productivity: A review land and water development division consultants'. FAU, Rome, 1984. (Working Paper No. 1).
11. WOOD, P.J. Mixed systems of plants production in Africa past, present and future. In Proc. Conf. Advancing, Agricultural Production in Africa, Arusha, Tanzania, 1984.
12. WOOD, P.J. Investment in Agroforestry. Pap. Commonw. For. Conf. Victoria, B.C. Canada. 1985. (In press).

INDICE DE ESPECIES

A

- Abies concolor*, 425
Acacia albida, 130, 437, 445
 auriculiformis, 51, 122, 147
 cavenia, 275
 centralis, 83
 confusa, 437
 cornigera, 174
 costaricensis, 362
 cyclops, 87
 deamii, 87, 91
 farnesiana, 83, 92
 mangium, 65, 147, 255, 437
 mearnsii, 122
 melanoxylon, 437
 micrantha, 149
 pennatula, 83, 93, 362
 riparoides, 362
 senegal, 130, 147
 spp, 78
 tortilis, 87, 437
 visco, 277
Acrocarpus fraxinifolius, 122
Adenantha macrocarpa, 433
Albizia carbonaria, 87
 caribaea, 87, 94
 falcataria, 69, 147, 255
 guachepele, 87, 95
 lebbek, 147
 longipedata, 83
Alibertia edulis, 319
Alnus acuminata, 122, 241, 255, 303
Alvadoa emorphoides, 78, 96
Apoplania paniculata, 87, 97
Aspidosperma pycnophyllum, 437
Astronium urundeuva, 437
Atayba sp, 362
Avicennia spp, 78
Azadirachta indica, 129, 147, 332

B

- Bambusa guadua*, 281
Barrillo blanco (n. común), 87
Bombacopsis quinatum, 2255
Brachystegia sp, 443
Brosimum alicastrum, 123
 spp, 319

- Buddleia coriacea*, 113
 incana, 113
Bumelia panamensis, 362
Byrsonima crassifolia, 123, 173, 319, 362

C

- Cactus* spp, 78
Caesalpinia coriaria, 83, 98
 eristachys, 83, 319
 exostemma, 83
 ferrea, 433
 pyramidalis, 437
 velutina, 65, 75, 99, 131
Calliandra arborea, 321
 calothyrsus, 51, 81, 122, 137,
 147, 255, 289, 392
 confusa, 291
 houstoniana, 298
 similis, 291
 sp, 298
Callitris glauca, 147
Calycophyllum candidissimum, 174, 362
Cassia excelsa, 437
 glandulosa, 113
 grandis, 319
 siamea, 75, 130, 131, 137, 147,
 255, 332
Casuarina cunninghamiana, 255
 equisetifolia, 59, 122, 131,
 137, 147, 255, 325, 332
Caesalpinia affinis, 87
Ceripa caruto, 173
Coffea arabica, 221
 spp, 362
Cordia alliodora, 255, 319, 445
 dentata, 87, 362
Crescentia alata, 83
Cupressus lusitanica, 255, 275
 spp, 113

D

- Dalbergia cearensis*, 437
 sissoo, 81
Delonix regia, 147
Diphysa floribunda, 83
 robinoides, 123, 362
Dypteryx panamensis, 255

E

- Enterobium cyclocarpum*, 87, 100, 319, 384
Erythrina spp, 232, 445
Escallonia resinosa, 113
Eucalyptus alba, 147, 436
Eucalyptus brassiana, 147, 436
 camaldulensis, 51, 65, 75, 122, 131, 137, 147, 156, 159, 255, 267, 325, 332, 387, 411, 433
 citriodora, 122, 134, 174, 436
 cloeziana, 122
 crebra, 156, 433
 deglupta, 122, 251, 263
 delegatensis, 156
 drepanophylla, 436
 exserta, 436
 globulus, 113, 122, 151, 184, 255
 globulus var. *maidenii*, 255
 grandis, 122, 147, 184, 255, 436
 intermedia, 436
 maidenii, 151
 melliodora, 147
 microtheca, 147, 436
 miniata, 436
 nesophila, 436
 nitens, 151
 occidentalis, 411
 ochrophloea, 147
 pellita, 436
 philligaensis, 147
 pilularis, 436
 polycarpa, 436
 robusta, 133, 436
 rudis, 147
 saligna, 133, 179, 255
 sideroxylon, 147, 156
 tereticornis, 122, 147, 156, 436
 tesselaris, 147, 436
 urophylla, 147, 436
 viminalis, 151
Eugenia salamensis, 325
- G
- Gleditsia triacanthos*, 87
Gliricidia sepium 51, 75, 101, 122, 129, 131, 137, 147, 159, 171, 189, 255, 362, 374, 381, 391
Gmelina arborea, 51, 81, 122, 131, 137, 197, 231, 255, 325, 393

- Gourlea decorticans*, 275
Grevillea robusta, 122, 364
Guaciacum sp, 78
Guarea longipetiola, 362
Guazuma ulmifolia, 51, 83, 102, 122, 129, 174, 255, 319, 362
Gyrocarpus americana, 83

H

- Haematoxylon brasiletto*, 75, 103, 123, 362
 campechanum, 147
- Inga densiflora*, 227
 sp, 80, 221, 229, 362, 381
 vera, 122

- Juglans olanchanum*, 255

K

- Karwinskia calderonii*, 87

L

- Leucaena brachycarpa*, 147
 diversifolia, 75, 105, 131, 147, 165, 255
Leucaena glauca, 447
 leucocephala, 45, 53, 69, 80, 122, 129, 131, 137, 159, 209, 255, 325, 332, 401, 433
 leucocephala k-8, 87, 147
 leucocephala k-28, 87, 147
 leucocephala k-67, 87, 147
 leucocephala k-4, 147
 leucocephala k-29, 147
 leucocephala k-636, 147
 shannonii, 104
 spp, 78
Lignum vitae, 330
Liquidambar styraciflua, 106
Lirodendron tulipifera, 426
Lonchocarpus minimiflorus, 87, 173
 salvadorensis, 87
 sp, 171, 323, 381
Lysiloma auritum, 83
Lysiloma kellermanii, 83, 123
Lysiloma seemanii, 319
Lysiloma spp, 362

M

- Manihot* sp, 437
Matayba sp, 123
Melia azedarach, 75, 131, 137, 255
Mimosa caesalpiniaefolia, 437
Mimosa scabrella, 227, 255, 325
Mimosa tenuiflora, 123, 362
Muntingia calabura, 122
Myrospermum frutescens, 107

P

- Parkia platycephala*, 437
Parkinsonia aculeata, 83, 108, 128, 147
Pereskia sp, 78
Persea americana, 384
Picea glauca, 424
Pinus caribaea var. *hondurensis*, 437
 caribaea, 437, 447
 contorta, 424
 echinata, 423
 elliottii, 418
 nigra, 425
 radiata, 113, 275, 423
 resinosa, 419
 spp, 80, 362
 strobilus, 422, 426
 sylvestris, 422
 taeda, 418
Piptadenia obliqua, 437
Pithecellobium saman, 255
 parvifolium, 437
 dulce, 87, 109
 leucospermum, 87
 saxosum, 87
Plocosperma buxifolium, 87
Poeppigia procera, 87, 137
Polylepis spp, 113
Prosopis alba, 437
 chilensis, 437
 cineraria, 449
 glandulosa, 437
 juliflora, 51, 83, 128, 147, 330,
 433, 449
 nigra, 275
 pallida, 437
 sp, 137, 171
 tamarugo, 437
 velutina, 437
Pseudobombax simplicifolium, 437
Pseudotsuga menziesii, 425

- Psidium guajava*, 221, 362
 sp, 173

Q

- Quercus seemannii*, 219
 spp, 80, 319, 362, 374
Rhizophora mangle, 78
 sp, 364
Roseodendron donnell-smithii, 131

S

- Sabal mexicana*, 78
Samanea saman, 69, 147
Schinopsis brasiliensis, 437
Senna atomaria, 87, 110
Sesbania grandiflora, 81, 123, 147
Shinus molle, 275
Sickingia salvadorensis, 134
Simaruba amara, 87
 glauca, 51
Spondias mombin, 319

T

- Tabebuia impetiginosa*, 433
 pentaphylla, 131
 rosea, 87, 134
 spp, 321
Tamarindus indica, 87
Tamarix sp, 411
Tecoma stans, 83
Tectona grandis, 23, 123, 174, 198, 255,
 437, 447
Terminalia lucida, 362
Terminalia, 80
Thouinidium decandrum, 87
Torresea cearensis, 437
Trema spp, 123