

LA AGROFORESTERIA EN LA SIERRA ECUATORIANA

Memoria del Segundo Seminario-Taller
de Agroforestería para la Sierra

Loja, Ecuador

21 al 26 de setiembre, 1987



Cuerpo de Paz de los Estados Unidos

Oficina para el Apoyo al Entrenamiento y Programación (OTAPS)
División de Recursos Naturales
Washington, D.C. 20526

LA AGROFORESTERIA EN LA SIERRA ECUATORIANA

**Memoria del Segundo Seminario-Taller
de Agroforestería para la Sierra
Realizado en Loja, Ecuador
Setiembre 21-26, 1987**

**Paul J. Carlson y Elena Ronceros
Editores**

**Ilustraciones por
Elena Ronceros**

Cuerpo de Paz

**Oficina para el Apoyo al Entrenamiento y Programación (OTAPS)
1990 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20526**

PREFACIO

Durante los últimos años se ha despertado mucho interés en la agroforestería en la Sierra ecuatoriana. A través del Ministerio de Agricultura y con el apoyo de CARE, se ha venido impulsando la agroforestería en las provincias de Tungurahua, Cotapaxi, Chimborazo y la región de Saraguro. También en 1987 se estableció el proyecto de agroforestería con la Empresa Mixta de Desarrollo Forestal en Chimborazo. En todos estos proyectos, así como en buen número de los demás Distritos Forestales en el país, el Cuerpo de Paz ha venido prestando asistencia técnica a través de sus Voluntarios de los Programas de Forestación, Extensión Agrícola y Ganadería.

Con el fin de intercambiar las experiencias existentes, así como para reforzar conceptos teóricos-prácticos en lo que respecta a la agroforestería, se llevaron a cabo el Primer Taller de Agroforestería para la Sierra Ecuatoriana en Ambato en Julio, 1986 y el Segundo Seminario-Taller de Agroforestería para la Sierra en Loja en Setiembre, 1987.

Este último evento, se propuso como meta la de impulsar una mayor aplicación de las prácticas agroforestales en la Sierra y como objetivos tenía:

1. Reforzar los conocimientos teóricos-prácticos de los participantes sobre los sistemas agroforestales;
2. Intercambiar experiencias sobre problemas y soluciones en los aspectos técnicos y de extensión de la agroforestería;
3. Formular conclusiones y recomendaciones que sirvan para orientar las actividades futuras que se relacionan con la agroforestería;
4. Recopilar en forma sistemática información sobre sistemas agroforestales en la Sierra;
5. Realizar observaciones y efectuar prácticas en el campo; y
6. Compartir experiencias sobre la propagación de especies importantes en la Sierra.

Se consideró de especial importancia el cuarto objetivo, de recopilar en forma sistemática la información sobre sistemas agroforestales en la Sierra, dada la ausencia de material escrito sobre el tema que pueda ser divulgado a técnicos en el campo. El presente trabajo es parte de este esfuerzo.

El libro está organizado, en general, de acuerdo a la presentación de los temas en el Seminario-Taller. Se ha incorporado en la redacción de los distintos capítulos, tanto las presentaciones de los expositores, como las intervenciones de los participantes y otro material relevante sobre cada tema; ésto con el fin de presentar la información en la forma más completa y lógica para el lector. En algunas secciones, a pedido del expositor, se ha incorporado textualmente material de otros libros; en particular de la Guía Sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana (Galloway, 1986)

(información sobre erosión, cortinas rompevientos y selección de especies) y de Criterios y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la Sierra Ecuatoriana (Galloway, 1987) (información sobre cortinas rompevientos y sistemas silvopastoriles). En los posibles errores de redacción los editores asumen responsabilidad total.

Se espera que el libro sea de fácil consulta y sirva como una herramienta para la capacitación de técnicos y extensionistas involucrados en la promoción agropecuaria y forestal. No se pretende presentar todo lo que existe sobre un tema tan amplio, como es la agroforestería en la región Andina, pero se espera que el trabajo sirva para estimular mayor interés en el estudio y aplicación de sistemas agroforestales en la Sierra.

Finalmente, los editores expresan su agradecimiento a los que han contribuido en la realización de este trabajo. A la facultad de la Escuela Forestal de la Universidad de Loja y en particular al Ing. Franco Muñoz, Director de dicha Facultad y de la Liga Ecuatoriana de Agroforestería, por su apoyo en la realización del Seminario-Taller en Loja. A los Sres. Jacob Fillion y George Mahaffey de la Oficina de Apoyo al Entrenamiento y Programación (OTAPS) del Cuerpo de Paz/Washington, por el apoyo logístico y financiero al Seminario-Taller de Agroforestería y a la edición de sus actas. Al Ing. Glenn Galloway, ex-Asesor Forestal para la Sierra del DINAF/A.I.D., Quito, por su amplia colaboración en la organización y conducción del Seminario-Taller, y al Lic. Francisco Garcés, Coordinador del Programa Forestal del Cuerpo de Paz en el Ecuador, cuya visión y entusiasmo para la agroforestería ha dado origen a estos eventos.

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| Prefacio | i |
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. EL PROBLEMA DE LA EROSION EN LA SIERRA Y TECNICAS DE CONSERVACION DEL SUELO | 3 |
| A. LA EROSION Y ESTRATEGIAS PARA COMBATIRLA | 4 |
| A.1 Erosión Hídrica | 5 |
| A.1.1 Efectos de la precipitación | 5 |
| A.1.2 Efectos del escurrimiento | 5 |
| A.1.3 Factores de la erosión hídrica | 5 |
| a) La precipitación | 5 |
| b) El suelo | 6 |
| c) El relieve | 6 |
| d) La vegetación | 6 |
| A.1.4 Cómo identificar la erosión hídrica | 6 |
| a) Erosión laminar | 7 |
| b) Erosión en surcos | 9 |
| c) Erosión en cárcavas | 9 |
| d) Erosión en riberas (orillas) | 9 |
| A.2 Erosión Eólica | 10 |
| A.3 Estrategias para la Conservación del Suelo | 10 |
| A.3.1 Cultivar en contorno | 10 |
| A.3.2 Mantener los restos vegetales | 11 |
| A.3.3 Evitar el sobrepastoreo | 11 |
| A.3.4 Manejar el agua de riego con cuidado | 12 |
| A.4 El Rol de la Agroforestería en la Conservación del Suelo | 12 |
| B. PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS IMPLEMENTADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA | 13 |
| B.1 Los Trabajos Conservacionistas | 13 |
| B.1.1 Prácticas mecánicas | 13 |
| a) Zanjas de desviación | 13 |
| b) Acequias de ladera | 14 |
| c) Terrazas de banco | 14 |
| d) Terrazas de huerto | 14 |
| e) Terrazas individuales | 15 |
| f) Caminos de agua | 16 |
| g) Bordes de campo | 16 |
| h) Barreras muertas | 16 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| B.1.2 | Prácticas agronómicas | 16 |
| a) | Cultivos en curvas a nivel | 16 |
| b) | Cultivos en fajas | 17 |
| c) | Rotación de cultivos | 17 |
| d) | Abonos verdes | 17 |
| e) | Labranza mínima y labranza cero | 17 |
| f) | Fertilización | 17 |
| g) | Agroforestería | 18 |
| B.1.3 | Prácticas culturales | 18 |
| C. | LA CONSERVACION DE SUELOS EN LA SIERRA DEL PERU | 19 |
| C.1 | La Conservación de Suelos en el Perú Antiguo | 19 |
| C.2 | Experiencias Existentes en la Conservación del Suelo en el Perú | 19 |
| C.2.1 | La formación lenta de terrazas con pircas y barreras vivas | 20 |
| C.2.2 | El establecimiento de barreras vivas en curvas a nivel | 21 |
| C.2.3 | La recuperación de andenes | 21 |
| C.2.4 | Construcción de zanjas de infiltración en laderas | 21 |
| D. | RESUMEN | 23 |
| 3. | SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA SIERRA ECUATORIANA | 25 |
| A. | ASOCIACIONES DE ARBOLES CON CULTIVOS | 26 |
| A.1 | Cercos Vivos y Linderos | 26 |
| A.1.1 | Beneficios | 26 |
| A.1.2 | Desventajas o limitaciones | 27 |
| A.1.3 | Otras consideraciones | 28 |
| a) | Espaciamiento | 28 |
| b) | Especies | 28 |
| A.2 | Cortinas Rompevientos | 30 |
| A.2.1 | Beneficios | 30 |
| A.2.2 | Desventajas o limitaciones | 31 |
| A.2.3 | Reducción de la velocidad del viento | 31 |
| a) | Orientación y ubicación de las cortinas rompevientos | 33 |
| b) | Efecto de la permeabilidad | 34 |
| c) | Efecto del ancho y forma de la cortina | 35 |
| d) | Efecto de la altura | 36 |
| e) | Espaciamiento entre árboles | 36 |
| f) | Separación entre cortinas | 37 |
| A.2.4 | Selección de las especies | 37 |
| A.2.5 | Establecimiento y manejo de cortinas rompevientos | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| A.2.6 | Algunas consideraciones sobre el manejo de pino en cortinas rompevientos | 38 |
| A.2.7 | Algunas consideraciones sobre el manejo de eucalipto en cortinas rompevientos | 39 |
| A.3 | Fajas de Arboles en Contorno Combinadas con Barreras Muertas o Vivas y Zanjas de Infiltración en Terrenos Agrícolas | 40 |
| A.3.1 | Beneficios | 41 |
| A.3.2 | Desventajas o limitaciones | 41 |
| A.3.3 | Cómo establecer las barreras y las fajas de árboles | 41 |
| a) | Barreras muertas | 41 |
| b) | Barreras vivas | 42 |
| c) | Zanjas de infiltración o desviación | 42 |
| d) | La plantación de árboles con barreras | 42 |
| A.4 | Arboles Intercalados a Espaciamientos Amplios Dentro de los Cultivos | 44 |
| A.4.1 | Beneficios | 44 |
| A.4.2 | Desventajas o limitaciones | 45 |
| A.4.3 | Otras consideraciones | 45 |
| a) | Espaciamiento | 45 |
| b) | Especies | 45 |
| A.5 | Bosquetes en Terrenos Marginales Bajo Cultivo | 46 |
| A.5.1 | Beneficios | 46 |
| A.5.2 | Desventajas o limitaciones | 47 |
| A.5.3 | Otras consideraciones | 47 |
| B. | ASOCIACIONES DE ARBOLES CON PASTOS Y GANADO | 48 |
| B.1 | Funciones de la Vegetación Arbórea en el Medio Pastoril | 48 |
| B.1.1 | Efecto sobre el microclima | 48 |
| B.1.2 | Efecto sobre el suelo | 49 |
| B.1.3 | Efecto sobre el pasto | 49 |
| B.1.4 | Diversificación de producción | 49 |
| B.1.5 | Desventajas de árboles con pastos | 50 |
| B.2 | Sistemas Silvopastoriles | 50 |
| B.2.1 | Arboles dispersos en pastizales | 50 |
| B.2.2 | Pastoreo en plantaciones forestales | 52 |
| B.2.3 | Pastoreo en áreas con bosques naturales | 54 |
| B.2.4 | Otros tipos de asociación de árboles con pastos y ganado | 55 |
| a) | Cercos vivos para la división interna de potreros | 55 |
| b) | Cortinas rompevientos | 55 |
| c) | Bosquetes de protección dentro de pastizales | 56 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| B.3 | El Manejo de Pastoreo para el Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles | 56 |
| B.3.1 | Descanso total de potreros o pastizales | 56 |
| B.3.2 | El corte de pastos | 57 |
| B.3.3 | Protección individual de los árboles | 57 |
| B.3.4 | El sogueo | 58 |
| B.3.5 | Ambientar animales | 58 |
| B.3.6 | Plantación con árboles grandes | 59 |
| B.3.7 | Otras consideraciones en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles | 59 |
| a) | Calidad del pasto | 59 |
| b) | Tipo de animal | 59 |
| c) | Topografía | 59 |
| d) | Duración e intensidad del pastoreo | 60 |
| e) | La especie arbórea plantada | 60 |
| C. | RESUMEN | 61 |
| 4. | ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA SIERRA | 63 |
| A. | SELECCION DE ESPECIES | 64 |
| A.1 | Características del Sitio a Plantar | 64 |
| A.2 | Los Objetivos de la Plantación Agroforestal | 65 |
| A.3 | Preferencias de la Gente | 65 |
| A.4 | Las Especies Disponibles | 66 |
| B. | EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES SOBRE LA MATERIA ORGANICA, LA FERTILIDAD Y LA CONSERVACION DEL SUELO EN LA SIERRA | 68 |
| B.1 | El Aumento o Mantenimiento de la Materia Orgánica en el Suelo a través de la Aplicación de Sistemas Agroforestales | 68 |
| B.2 | Los Sistemas Agroforestales en el Control de la Erosión | 70 |
| B.3 | Aspectos Importantes de Sistemas Agroforestales y la Fertilidad del Suelo | 70 |
| B.4 | Conclusión | 73 |
| C. | LA FIJACION DE NITROGENO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA SIERRA | 74 |
| C.1 | El Ciclo de Nitrógeno | 74 |

| | | |
|-------|---|----|
| C.2 | La Fijación de Nitrógeno | 75 |
| C.2.1 | La fijación simbiótica de nitrógeno | 76 |
| a) | Las leguminosas | 77 |
| b) | Las no leguminosas | 78 |
| c) | La importancia de inocular | 79 |
| d) | Otras consideraciones | 79 |
| C.3 | Posibilidades para Manejar la Fijación de Nitrógeno en Sistemas Agroforestales | 80 |
| D. | LA FRUTICULTURA EN LA SIERRA ECUATORIANA | 81 |
| D.1 | El Factor Clima en el Ecuador | 81 |
| D.1.1 | Luz solar y luminosidad | 81 |
| D.1.2 | La exposición solar y la agroforestería | 81 |
| D.1.3 | Viento | 82 |
| D.1.4 | Lluvias | 82 |
| D.2 | La Fruticultura Campestre y Huertos Caseros Mixtos | 82 |
| D.2.1 | Huertos caseros mixtos | 82 |
| D.2.2 | La fruticultura campestre | 83 |
| D.2.3 | Ejemplos de asociaciones de frutales y otros cultivos | 83 |
| a) | Tomate de árbol con babaco | 83 |
| b) | Tomate de árbol con vainita | 84 |
| c) | Tomate de árbol con rosas | 84 |
| d) | Tomate de árbol con plantas medicinales | 84 |
| e) | Babaco con vallas de achira | 84 |
| f) | Babaco con vallas de taxo o granadilla | 84 |
| g) | Durazno con frejol | 84 |
| h) | Mandarina con babaco | 85 |
| D.2.4 | Algunas recomendaciones | 85 |
| E. | EL MANEJO DE PASTOS | 86 |
| E.1 | La Fisiología del Pasto y el Manejo | 86 |
| E.1.1 | Epoca de crecimiento | 86 |
| E.1.2 | El valor nutritivo del pasto y el manejo | 87 |
| E.2 | Principio de la Capacidad de Carga Animal | 89 |
| E.3 | Hábitos de Pastorear | 89 |
| E.4 | Indicadores de Pasto Mal Manejado | 89 |
| E.5 | Sistemas de Pastoreo | 90 |
| E.5.1 | Pastoreo continuo | 90 |
| E.5.2 | Pastoreo rotativo con descanso | 90 |
| F. | LA PROPAGACION DE ESPECIES | 92 |
| F.1 | La Propagación de Especies por Semilla | 92 |

| | | |
|-------|--|-----|
| F.2 | La Propagación Vegetativa de Especies | 92 |
| F.2.1 | Yagual (<u>Polylepis</u> sp.) | 92 |
| F.2.2 | Quishuar (<u>Buddleia</u> sp.) | 93 |
| F.2.3 | Tuna (<u>Opuntia ficus-indica</u>) | 96 |
| F.2.4 | Penca azul (<u>Agave americana</u>) | 96 |
| F.3 | La Propagación de Especies del Bosque Primario | 97 |
| G. | RESUMEN | 98 |
| 5. | LA ACTIVIDAD DE EXTENSION EN LA AGROFORESTERIA | 99 |
| A. | CONSIDERACIONES SOBRE LA EXTENSION AGROFORESTAL | 100 |
| A.1 | Necesidad de Priorizar la Extensión en los Programas Agroforestales | 100 |
| A.2 | Necesidad de Cambios en las Instituciones Involucradas en Proyectos Agroforestales | 101 |
| A.3 | Características de la Actividad de Extensión | 101 |
| B. | LOS INICIOS DE UN PROGRAMA AGROFORESTAL EN SARAGURO | 103 |
| B.1 | La Zona de Saraguro | 103 |
| B.2 | El Proyecto | 104 |
| B.3 | La Encuesta | 104 |
| B.4 | Selección de Especies | 105 |
| B.5 | La Agroforestería Tradicional de Saraguro | 106 |
| B.6 | Selección de los Sistemas Agroforestales a Promocionar | 107 |
| B.7 | El Cursillo de Promoción | 107 |
| B.8 | El Cronograma de Trabajo | 108 |
| B.9 | Diagnóstico y Diseño del Plan Agroforestal | 108 |
| B.10 | Problemas de Extensión en el Primer Año | 108 |
| B.11 | Direcciones para el Futuro y Conclusiones | 109 |
| C. | CONCEPTO Y EXPERIENCIAS DEL PROYECTO DE MANEJO Y USO DE LA TIERRA | 110 |
| C.1 | Objetivos del Proyecto | 110 |
| C.2 | Descripción de los Componentes | 110 |
| C.2.1 | Recurso humano | 110 |
| C.2.2 | Actividades | 111 |

| | | |
|-------|--|-----|
| C.3 | Aspectos que Han Atraído más al Agricultor y que Han Facilitado la Aceptación del Proyecto | 111 |
| C.4 | Problemas y Dificultades Presentadas en la Realización del Proyecto | 112 |
| D. | EL DESARROLLO FORESTAL COMUNAL: EXPERIENCIAS DEL PROYECTO FAO/HOLANDA/INFOR EN EL PERU | 113 |
| D.1 | Antecedentes del Proyecto | 113 |
| D.2 | Objetivo del Proyecto | 114 |
| D.3 | Condiciones para el Desarrollo del Proyecto | 114 |
| D.3.1 | Recurso humano | 114 |
| D.3.2 | Recursos educativos | 114 |
| D.3.3 | Rigurosa planificación y supervisión | 114 |
| D.4 | Actividades del Proyecto | 115 |
| D.4.1 | Actividades sociales | 115 |
| a) | Visitas de motivación | 115 |
| b) | Fortalecimiento de la Organización Comunal | 115 |
| c) | Formación de Promotores Forestales Campesinos | 115 |
| d) | Trabajo con Clubes de Madres | 116 |
| D.4.2 | Actividades silviculturales | 116 |
| D.4.3 | Actividades económicas | 117 |
| D.5 | Programas Complementarios | 117 |
| D.5.1 | Programa de la mujer | 117 |
| D.5.2 | Programa de pequeñas industrias | 117 |
| D.5.3 | Programa de educación forestal escolar | 117 |
| E. | RESUMEN | 118 |
| | BIBLIOGRAFIA | 119 |

Anexos:

| | | |
|----|---|-----|
| 1. | Conclusiones y Recomendaciones del Segundo Seminario-Taller Agroforestal para la Sierra Ecuatoriana | 123 |
| 2. | La Investigación en la Agroforestería | 127 |
| 3. | Día de Campo | 135 |
| 4. | Liga Ecuatoriana de Agroforestería (LEAF) | 137 |
| 5. | Instituciones Relacionadas con la Actividad Agroforestal | 139 |
| 6. | Lista de Participantes | 143 |

Capítulo 1

INTRODUCCION

En el Seminario-Taller se utilizó como definición de la Agroforestería el "conjunto de técnicas de uso de la tierra donde se combinan árboles con cultivos anuales o perennes, con animales domésticos o con ambos. La combinación puede ser simultánea o secuencial en el tiempo o en el espacio. Tiene como meta optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido y las condiciones ecológicas, económicas y sociales de la región donde se practican" (adaptación de Bené y Budowski presentada en Coombe y Budowski, 1979).

Se reconoce que, como muchos han sostenido, la agroforestería es un término nuevo para una práctica antigua; en distintos sistemas de producción agrícolas tradicionales se encuentra algún tipo de asociación con árboles, aunque muchas veces como una práctica no generalizada o no consciente. Por lo tanto, trabajar en agroforestería implica el rescate de tecnologías tradicionales y la creación de nuevos sistemas agroforestales para cada realidad.

Existen algunos mitos que condicionan el desarrollo de la agroforestería, tales como:

1. Que la Agroforestería es sólo para zonas tropicales cálidas. Aunque es probable que existen más posibilidades de combinar árboles con prácticas agropecuarias en estas zonas, las prácticas agroforestales son de mucha importancia también para zonas templadas y de altura. Es evidente que en las zonas templadas o frías (de altura) se encontrarán mayores limitaciones en lo que respecta a especies arbóreas y condiciones de clima para asociaciones agroforestales, sin embargo esto no niega que la agroforestería puede desarrollarse, solamente indica que tiene que adaptarse a las condiciones y recursos existentes. Una posible limitación sí podría constituir la ausencia de tradición en el manejo de árboles en zonas altoandinas.
2. Que la Agroforestería es una panacea para los problemas de baja producción agrícola y forestal y la erosión del suelo. Como se discutirá en todo este libro, los sistemas agroforestales pueden ofrecer una multiplicidad de beneficios de producción y protección cuando son correctamente aplicados. Sin embargo, el simple hecho de plantar árboles en el paisaje agrícola andino no garantizará un aumento en la producción ni la reducción de la erosión. Los sistemas agroforestales deben ser un componente básico de un plan de manejo integral de la tierra que considere como aspecto fundamental la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

La referencia básica para el presente trabajo sobre agroforestería es el Callejón Interandino de la Sierra Ecuatoriana, donde las áreas de producción agropecuaria se ubican entre los 2,000 a 4,000 msnm aproximadamente. Aunque en esta área existen diferentes regiones con variedad climática (temperatura y precipitaciones), presentan por lo general las siguientes características comunes a enfrentar en un trabajo agroforestal:

1. Se encuentra en un estado de deforestación severa, contando sólo con algunos relictos de bosques naturales en sitios inaccesibles, lo que hace que el recurso madera y leña sea muy escaso;
2. La mayoría de la zona presenta condiciones difíciles para el desarrollo de la agricultura durante gran parte del año debido a vientos fuertes, heladas y sequía;
3. La gran mayoría del terreno cultivable está en laderas y presenta problemas muy serios de erosión del suelo; y
4. El problema de la presión poblacional sobre la tierra está resultando en una extensión de los terrenos agrícolas hacia las partes altas, donde las condiciones climáticas son aún más difíciles para la agricultura.

Una de las maneras como se ha tratado de enfrentar estos problemas ha sido a través de la actividad forestal, estableciendo plantaciones masivas. Ello, por lo general, no ha resuelto los problemas inmediatos de la población rural, estando a veces en competencia con la actividad agropecuaria del campesino. Por otro lado, debido a la presión sobre la tierra, cada año es más difícil encontrar áreas extensas para reforestar, quedando sólo terrenos en las zonas altas donde hay muchas dificultades para el establecimiento de plantaciones forestales debido a la frecuencia de heladas y granizo, la incidencia de incendios en los pajonales y la presencia de pastoreo. Además, por ser áreas alejadas de los centros de consumo de madera, resulta dudable la rentabilidad de muchas plantaciones forestales en las zonas altas.

Aunque el enfoque tradicional de la actividad forestal, de establecer plantaciones masivas con fines comerciales, todavía tiene validez en algunas zonas de la Sierra, se ha visto la necesidad de integrar la actividad forestal con la agropecuaria especialmente a nivel de la pequeña y mediana producción, con el fin de maximizar ambas actividades.

La agroforestería en la Sierra es una alternativa importante para el manejo de la tierra, con la cual se espera ayudar a la producción agrícola mejorando los microclimas de las chacras, satisfaciendo las necesidades de productos forestales y conservando el suelo.

Capítulo 2

EL PROBLEMA DE LA EROSION EN LA SIERRA Y TECNICAS DE CONSERVACION DEL SUELO

El problema más serio del medio ambiente en la Sierra ecuatoriana es la erosión del suelo. Como ejemplo de la magnitud del problema, puede indicarse que en campos de cultivo en la provincia de Tungurahua se han medido pérdidas de suelo de 1,100 toneladas/ha/año cuando se consideran no aceptables pérdidas mayores de 11 T/ha/año (Brady, 1984).

En contraste con la zona tropical húmeda, en la que la agroforestería se define principalmente como un conjunto de sistemas de producción (tendientes a maximizar el aprovechamiento del espacio), en la Sierra ecuatoriana uno de los roles más importantes que puede cumplir la agroforestería es el de conservación del suelo, reconociendo su importancia en la modificación de microclimas y diversificación de la producción. Por esta razón, se inició el seminario con tres exposiciones enfocadas principalmente en la erosión y las técnicas de conservación del suelo. Las mismas que han sido recopiladas en el presente capítulo.

En ellas se explican, en primer lugar, los factores que causan la erosión, los tipos de erosión que existen y cómo reconocerlos, así como algunas estrategias para proteger el suelo. En segundo lugar, se presentan prácticas específicas utilizadas por el "Proyecto de Manejo y Uso de la Tierra" en Tungurahua para el trabajo de conservación del suelo; y, finalmente, se presentan algunas experiencias de conservación del suelo desarrolladas en la Sierra del Perú.

A. LA EROSION Y ESTRATEGIAS PARA COMBATIRLA

(Recopilado de la presentación del Ing. Glenn Galloway "La Problemática Forestal en la Sierra con Énfasis en la Erosión". Algunos párrafos de la presente sección fueron extraídos textualmente del Capítulo 9 de La Guía Sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana (Galloway, 1986).

El suelo es el recurso natural más valioso de un país, calificado con acierto como el "puente entre lo inanimado y lo vivo". Se compone de material rocoso meteorizado y descompuesto, agua, aire, materia orgánica formada de la descomposición vegetal y animal y miles de formas diferentes de vida, principalmente microorganismos, lombrices e insectos. Todos estos elementos cumplen una función en el mantenimiento de la compleja ecología de un suelo sano (FAO, 1984). Se puede decir que el suelo tiene vida.

El proceso de formación del suelo es lento. Sobre roca, el suelo se forma a un ritmo de sólo 1 cm. en cada 100 a 400 años, y se requieren de 3,000 a 12,000 años para constituir tierras productivas. En la mayoría de la Sierra, donde periódicamente hay la deposición de cenizas volcánicas, el proceso y el tiempo necesarios varían. Sin embargo, toma siglos para convertir estas cenizas en un suelo agrícola productivo. Esto significa que el suelo no es un recurso renovable: una vez destruido, desaparece para siempre (FAO, 1984).

La erosión, o pérdida de suelo, es un proceso natural que ocurre tanto en bosques como en praderas naturales. La erosión es consecuencia de la fuerza de la naturaleza sobre el suelo, principalmente del agua y el viento, pero también de los cambios de temperatura y la actividad biológica. Sin la influencia del hombre, la erosión es un proceso lento, existiendo un equilibrio entre la formación y la pérdida del suelo. Muchas veces se está formando suelo a un ritmo mayor del que se va perdiendo y como resultado se tiene la acumulación del suelo a través de los milenios.

Tan pronto como la vegetación protectora es perturbada, el suelo queda expuesto a la acción directa de los agentes más potentes de la erosión: el agua y el viento. En tales condiciones, el suelo es arrastrado más rápido que su proceso de regeneración, lo que es conocido como erosión acelerada o inducida.

El hombre ha acelerado el ritmo de la erosión drásticamente y se calcula que con el paso de los siglos, ha destruido unos 2,000 millones de hectáreas de tierra. Existen pruebas claras de que la destrucción de civilizaciones pasadas se debió a la erosión del suelo, causada por la tala indiscriminada de bosques en zonas escarpadas y otras prácticas destructivas (FAO, 1984). Muchas partes de la Sierra del Ecuador, al parecer, están en este camino. El INIAP ha estimado un ritmo promedio de erosión en la Sierra de 200 T/ha/año (Instituto Nacional Agropecuario. El Comercio, Julio 1, 1986. Quito, Ecuador), mientras otros expertos han medido pérdidas de hasta 1,100 T/ha/año (Carol Harden, comunicación personal, 1986).

A.1 Erosión Hídrica

La erosión hídrica es el movimiento de suelo causado por el agua. Los dos tipos de erosión hídrica superficial son causados por la acción de la precipitación, es decir, de las gotas de lluvia y del escurrimiento.

A.1.1 Efectos de la precipitación

Cuando cae la lluvia sobre un suelo desnudo, cada gota de agua llega al suelo con la fuerza de una bala. Las gotas de lluvia desprenden las partículas del suelo dejándolas más susceptibles a moverse. En un terreno en pendiente, las gotas de lluvia desplazan las partículas del suelo hacia abajo y, obviamente, mientras más fuerte es la lluvia, mayor es la cantidad del suelo que se desaloja y mueve.

A.1.2 Efectos del escurrimiento

La precipitación que cae puede evaporarse, infiltrarse al suelo o quedarse en la superficie. Las características del suelo que determinan qué puede suceder con la precipitación son su permeabilidad y su estado de saturación. Un suelo poco permeable, como la cangahua (suelo con capa dura de origen volcánico) por ejemplo, tiende a un mayor escurrimiento.

Los efectos del escurrimiento son la desagregación de elementos del suelo por el choque y fricción de sus partículas y el arrastre hacia abajo.

La velocidad del agua es clave cuando se habla de la erosión causada por escurrimiento. La relación entre la velocidad del escurrimiento y su poder erosivo es geométrica. Es decir que, al duplicarse la velocidad del escurrimiento, se tiene incrementado en cuatro veces su poder erosivo y, si por ejemplo, aumentamos la velocidad del escurrimiento tres veces, tendremos nueve veces más elevado su poder erosivo. En términos del material arrastrado, al duplicarse la velocidad del escurrimiento, se incrementa en treinta y dos veces la cantidad de sedimentos que pueden ser transportados (Foth, 1984).

A.1.3 Factores de la erosión hídrica

Los factores de la erosión hídrica son cuatro: la precipitación, el suelo, el relieve y la vegetación. El primero no puede ser controlado, pero sobre los otros tres si podemos influir. El manejo correcto de ellos constituye la base de conservación del suelo.

a) La precipitación

Las características de mayor importancia de la precipitación, desde el punto de vista de la erosión, son su intensidad, su duración y su frecuencia. La intensidad de la lluvia influye de dos maneras. Si la intensidad es mayor que la infiltración en el suelo, habrá escurrimiento. También en aguaceros de mucha intensidad el poder de salpicadura es mayor. Por otro lado, precipitaciones de mucha duración o con mucha frecuencia van a dejar el suelo saturado, con lo cual se producirá mayor escurrimiento.

b) El suelo

La característica del suelo de mayor importancia a considerar es su permeabilidad. Generalmente suelos arcillosos (pesados) o con una capa dura (cangahua) son más susceptibles a la erosión debido a su poca permeabilidad. Suelos con buen contenido de materia orgánica son más resistentes a la erosión por que ésta aumenta la permeabilidad del suelo al mismo tiempo que permite formar partículas de suelo de mayor tamaño. Las partículas de mayor tamaño no son transportadas por el escurrimiento con tanta facilidad. En general, los suelos en la Sierra son muy bajos en materia orgánica y el mantenimiento de este componente es una labor básica en la conservación del suelo.

c) El relieve

La erosión hídrica no existe prácticamente en zonas planas. Sólo en zonas de pendientes, puede el escurrimiento causar la erosión. Las características más importantes a considerar en la topografía del suelo son el grado de inclinación y longitud de la pendiente; son ellas las que influyen en la velocidad del escurrimiento. Mientras más pronunciada es la inclinación o más larga la pendiente, mayor será la velocidad del escurrimiento y, por ende, su poder erosivo. Obviamente, mucho se puede hacer para reducir el grado y longitud de la pendiente, construyendo terrazas, haciendo barreras en curvas a nivel y cultivando en contorno.

d) La vegetación

El establecimiento de una cobertura vegetal, bien sea de árboles, arbustos o hierbas, ayuda a proteger el suelo contra la erosión hídrica de la siguiente manera:

- Las ramas rompen el impacto de las gotas de lluvia en su caída hacia el suelo;
- La capa de mantillo, también protege contra la caída de las gotas de lluvia y reduce la escorrentía superficial;
- Los canales de raíces facilitan la infiltración de agua en el suelo;
- Las plantas agregan materia orgánica al suelo y así mejora su estructura y capacidad de absorción de agua;
- Las raíces ayudan a fijar el suelo contra movimientos masivos; y
- El proceso de transpiración reduce el agua del suelo, aumentando así la capacidad de almacenamiento de agua. Esto amplía el período de infiltración, reduciendo de esta forma la escorrentía superficial durante pequeñas tempestades (Harcharik y Kunkle, 1978).

A.1.4 Cómo identificar la erosión hídrica

Para poder demostrar a los campesinos los impactos de la erosión, es necesario tener la capacidad de identificar las diferentes clases de ésta. A continuación se señalan distintos tipos de erosión hídrica y la manera de identificarlos.

a) Erosión laminar

La forma de erosión más difícil de detectar es la erosión laminar que se produce cuando la totalidad de la superficie del terreno se erosiona gradualmente, de manera más o menos uniforme. Este proceso es insidioso, dado que la pérdida de la tierra no se advierte inmediatamente. Además, se pierden las partículas más pequeñas de la superficie de la tierra que es el suelo más fértil. El único indicio aparente de la erosión laminar se puede observar en la parte inferior de los postes, las cercas y las raíces de los árboles y cultivos, que van quedando cada vez más al descubierto (Figuras 1, 2 y 3). Cuando el agricultor advierte esos indicios es probable que ya haya perdido decenas de toneladas de tierra por hectárea. En un terreno corriente, un agricultor que pierde 1.5 cm. de capa arable - apenas lo suficiente como para ser advertido - habrá perdido unas 190 toneladas de suelo por hectárea (FAO, 1984).

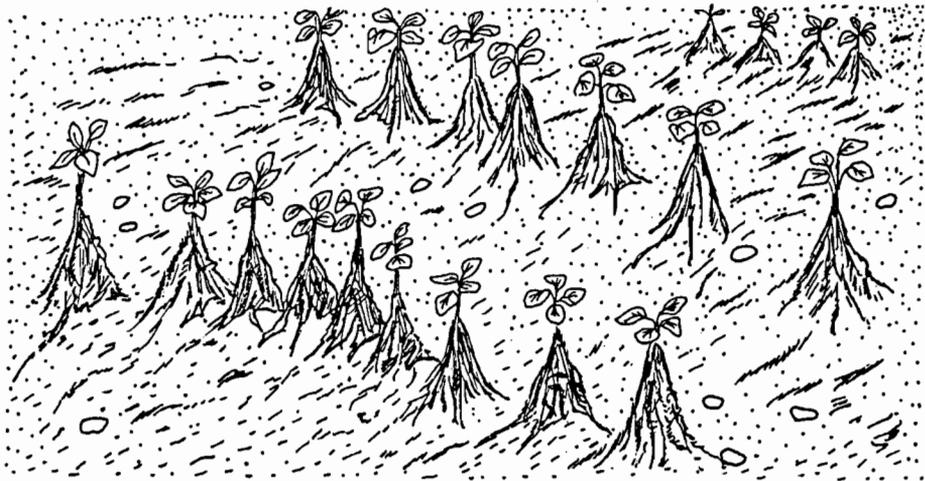


Figura 1. Erosión laminar es la erosión más o menos uniforme de la superficie de un terreno. Las raíces de plantas y árboles y los pies de postes de cercas quedan al descubierto. Aquí se aprecia erosión laminar en un cultivo.

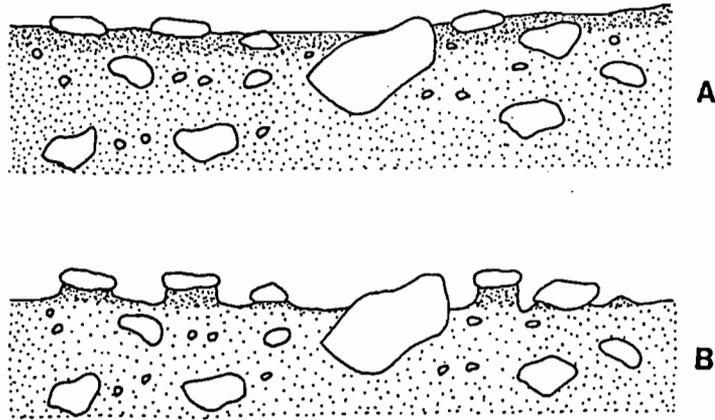


Figura 2. Erosión laminar donde no existe cobertura en el suelo. Cuando no hay protección del suelo (A) el goteo de agua de lluvia y escorrentía superficial lleva las partículas finas del suelo, dejando el material de la superficie sobre pedestales (B) (Ellison *et al.*, 1951).

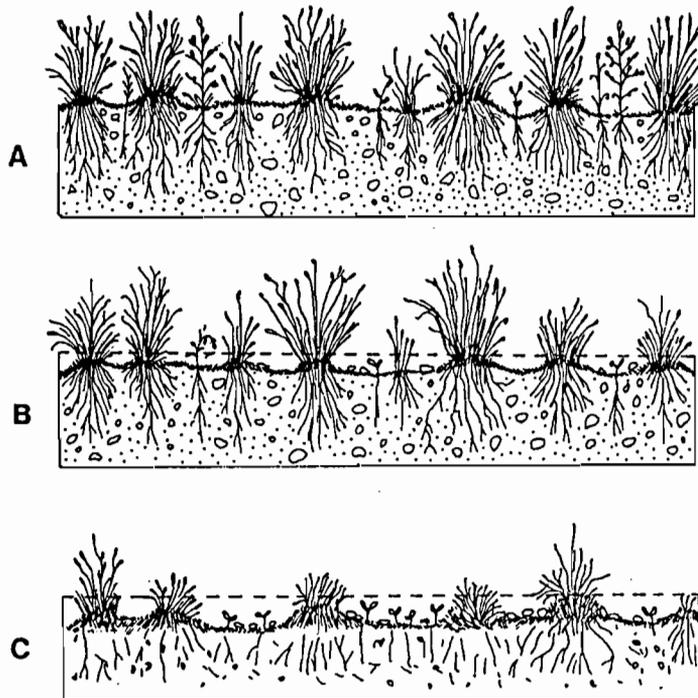


Figura 3. Erosión laminar en pastizales. Cuando no hay cobertura completa sobre el suelo debido al sobre-pastoreo (A) empieza la erosión laminar. En (B) más suelo se ha perdido y los pastos forman pedestales. En (C) los pastos se debilitan más y mueren por la exposición de sus raíces (Ellison *et al.*, 1951).

b) Erosión en surcos

La erosión en surcos puede producirse en terrenos escarpados o con pendientes más suaves. Como en un terreno siempre hay irregularidades, el agua encuentra depresiones donde depositarse y hendiduras por donde correr. Al ser arrastrado el suelo de esas hendiduras, se forman pequeños surcos, cuya presencia no siempre es evidente por que el arado los cubre de nuevo. Los surcos pueden convertirse en cárcavas pero, aún sin llegar a eso, las pérdidas de suelo que causan son importantes.

c) Erosión en cárcavas

En terrenos escarpados existe, a menudo, el peligro de formación de cárcavas. El agua que corre por la pendiente abre una hendidura profunda en el suelo; cuando la pendiente es empinada, en el extremo inferior se forma un escalón, que gradualmente va avanzando cuesta arriba. Lo que comenzó siendo un hilo de agua que discurría por un sendero utilizado por hombres o animales, puede convertirse en una grieta de decenas de metros de profundidad y cientos de metros de ancho (Figura 4) (FAO, 1984).



Figura 4. Erosión en cárcavas produce profundas fisuras en tierras que serían cultivables. Si no se toman medidas adecuadas, seguirá avanzando (Arledge *et al.*, 1984).

d) Erosión en riberas (orillas)

Este tipo de erosión se presenta en las riberas de los ríos, en la cual los ríos y arroyos de curso rápido van socavando sus propias riberas. Finalmente, convierte los arroyos rápidos y profundos en cursos de agua que serpentean entre bancos de fango (Figura 5) (FAO, 1984).

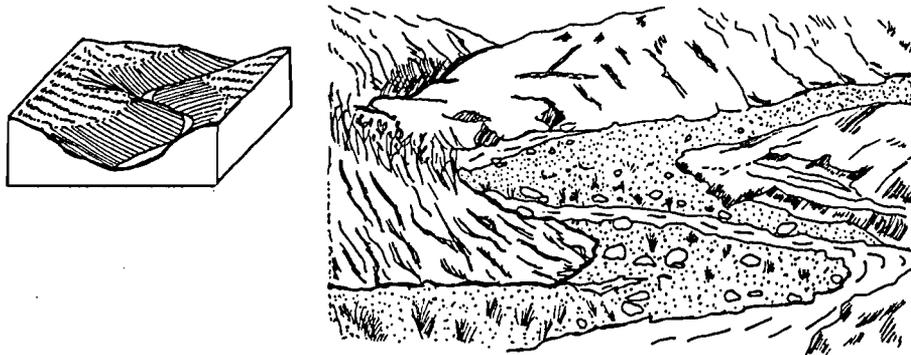


Figura 5. Erosión en riberas puede provocar importantes pérdidas de tierras labrantías (FAO, 1984).

A.2 Erosión Eólica

La erosión eólica se produce cuando al dejar desnuda la superficie de la tierra en regiones suficientemente áridas, el suelo se reseca y los vientos persistentes ejercen su acción destructiva. Una vez iniciada la erosión, las partículas de suelo en movimiento aceleran el proceso, por causa de su acción abrasiva al saltar y chocar sobre el suelo expuesto.

Los factores que favorecen la erosión eólica son:

- un suelo suelto y seco;
- escasa cobertura vegetal;
- un área suficientemente abierta; y
- vientos fuertes.

Los efectos de la erosión eólica son:

- la pérdida de las partículas más finas y fértiles de la capa superficial del suelo;
- el daño a las plantas. Las partículas erosionadas cortan la epidermis de las plantas, limitando su capacidad de regular su transpiración;
- el llenado y obstaculización de los canales de riego; y
- la formación de dunas.

A.3 Estrategias para la Conservación del Suelo

La causa principal de la erosión del suelo en la sierra es la ejecución de prácticas agrícolas incorrectas, tales como, el cultivo siguiendo la dirección de la pendiente, la quema de restos vegetales que deja el suelo sin ninguna cobertura vegetal, el sobrepastoreo y el mal manejo del agua de riego. A continuación se presentan algunas estrategias a seguir para proteger el suelo.

A.3.1 Cultivar en contorno

Cultivar en contorno es la base de cualquier sistema de conservación del suelo. Los cultivos en líneas siguiendo los contornos, y en forma de

surcos, ofrecen buena resistencia al escurrimiento, facilitando la infiltración de la lluvia, lo que disminuye el arrastre del suelo.

Este sistema es tan importante y fácil de implementar que debe ser usado en todas las chacras de ladera. Sin embargo, en pendientes fuertes no garantiza suficiente estabilidad para resistir los aguaceros y, por lo tanto, debe combinarse con otros sistemas de conservación (Holland, 1982).

A.3.2 Mantener los restos vegetales

Como ya se mencionó, el suelo debe ser protegido del impacto directo de la lluvia. También es importante aumentar el contenido de materia orgánica en los suelos para incrementar la cohesión de las partículas y así producir una estructura más estable y resistente a la erosión (Holland, 1982). Estos beneficios se logran dejando los restos vegetales en las chacras.

Hay que convencer a los campesinos de reducir la quema de los desechos de los cultivos. Cuando esta capa de materia orgánica está intacta, protege el suelo, ayuda a reducir el desarrollo de maleza y crea un ambiente favorable para las lombrices de tierra, las cuales mejoran la estructura del suelo. Por ser más suelto, un suelo con lombrices y materia orgánica, absorbe más agua de lluvia y mantiene la humedad por más tiempo. Sin embargo, donde hay problemas fitosanitarios y no existen posibilidades de fumigar el suelo, la presencia de restos vegetales puede resultar contraproducente.

A.3.3 Evitar el sobrepastoreo

Una de las causas más graves de la erosión en la Sierra es el sobrepastoreo. Hay varias formas para identificarlo:

- Suelo desnudo en pastizales;
- En muchos lugares con pendientes, se ve la formación de una especie de "retícula" (a manera de rombos), son los caminos por donde transita continuamente el ganado (Borgo, 1985);
- Sustitución de las especies. Las especies más palatables y nutritivas son las primeras afectadas, ya que por dicha condición el ganado ha removido su follaje en demasía, retardando su desarrollo y recuperación radicular, hasta perder la batalla por luz y humedad a favor de las especies menos palatables. En este proceso de degradación del pastizal, a los pastos perennes le siguen los anuales, que a su vez son reemplazados por hierbas y arbustos. Hay que estar muy alerta a esta sustitución (Borgo, 1985); y
- Compactación de los suelos. Cuando ha habido sobrepastoreo en suelos húmedos, sus poros se eliminan y por lo tanto también su capacidad de dejar infiltrar el agua. Además, la compactación tiende a reducir el número de especies capaces de vivir en un sitio dado y, normalmente, son las más palatables las que desaparecen primero.

(Ver Capítulo 3.B.3 para un tratamiento más detallado del manejo de pastos).

A.3.4 Manejar el agua de riego con cuidado

Aunque el agua de riego es la base de la producción agrícola, en muchas zonas de la Sierra el mal manejo de la misma resulta en erosión y en una pérdida de la productividad del suelo. Al regar chacras en pendiente debe hacerse lo posible para reducir el escurrimiento, dejando de regar una vez que el suelo está saturado y reduciendo la velocidad del agua (minimizando el grado y la longitud de las pendientes a través de obras de conservación).

A.4 El Rol de la Agroforestería en la Conservación del Suelo

La aplicación de sistemas agroforestales en la Sierra puede ayudar a reducir la erosión del suelo. Cortinas rompevientos pueden reducir el efecto dañino de vientos fuertes; barreras vivas en curvas a nivel pueden reducir la escorrentía; y árboles en asociación con cultivos pueden reducir la fuerza de las gotas de lluvia, incrementar la cobertura vegetal y producir materia orgánica que se puede incorporar en el suelo para mejorar su estructura. Todos estos aspectos de sistemas agroforestales se van a tocar en más detalle más adelante.

Sin embargo, los sistemas agroforestales por sí solos no van a reducir la erosión del suelo lo suficiente como para garantizar una producción sostenible en las laderas de la Sierra. En pendientes hay que combinar la plantación de árboles con obras mecánicas de conservación del suelo para efectivamente reducir el escurrimiento y controlar la erosión.

En la implementación de sistemas agroforestales hay que prestar mayor atención a las prácticas agrícolas utilizadas. El cultivo en contorno, la mantención de una cobertura vegetal adecuada y el buen manejo de riego son aspectos aún más trascendentales que la plantación de árboles para controlar la erosión en las chacras.

B. PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS IMPLEMENTADAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA

(Recopilado de la presentación del Ing. Alfredo Cruz sobre "Concepto y Experiencias del Proyecto de Manejo y Uso de la Tierra")

El Proyecto de Manejo y Uso de la Tierra implementado a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) con el apoyo de la Cooperativa de Remesas para el Exterior (CARE), tiene como objetivos principales:

- Detener el proceso de degradación del suelo, agua y vegetación;
- Incrementar la capacidad productiva de los suelos; y
- Propender al aumento y variedad de cosechas que permita ocupar al agricultor en el campo, disminuyendo la migración.

La base del proyecto es la ejecución de diferentes trabajos conservacionistas en chacras de pequeños agricultores con el fin de comparar los niveles de producción bajo sistemas tradicionales de cultivo y sistemas de conservación. (En el Capítulo 5.C se describirá en más detalle la organización del proyecto.)

B.1 Los Trabajos Conservacionistas

Los trabajos conservacionistas son de tres clases: los mecánicos, los agronómicos y los culturales. Cada uno de ellos cumple papeles importantes y se encuentran interrelacionados.

B.1.1 Prácticas mecánicas

Las prácticas mecánicas son aquellas en las que se realiza movimiento de tierra y la modificación del relieve original del terreno. Sirven fundamentalmente para acortar o eliminar la pendiente, disminuir el volumen y la velocidad de la escorrentía de aguas, mantener la humedad y los nutrientes, facilitar el riego, disminuir el ciclo del cultivo y mantener la productividad de los suelos. A continuación se describe en forma breve cada una de las prácticas utilizadas.

a) Zanjas de desviación

Detienen y conducen las aguas de escorrentía hacia desagües mayores. Actúan como referencia para el establecimiento de cultivos en contorno y en fajas. El desnivel debe tener de 0.5 a 1% de pendiente para una adecuada conducción del exceso de agua y la profundidad debe ser adecuada a los niveles de precipitación en la zona. En la experiencia del proyecto en Tungurahua se han instalado zanjas de unos 40 cm. de profundidad.

b) Acequias de ladera

Cumplen la misma función de las zanjas de desviación. Son bancales o mesas construídas en curvas a nivel, distanciadas de acuerdo a la pendiente del terreno. El ancho de una mesa o bancal va de 2 a 3 m. con caída interior del 2%. En zonas no muy secas se considera, además, una caída lateral de 0.5 a 1% para facilitar el drenaje. El área de la mesa se puede utilizar para cultivos anuales o de pastos (Figura 6).

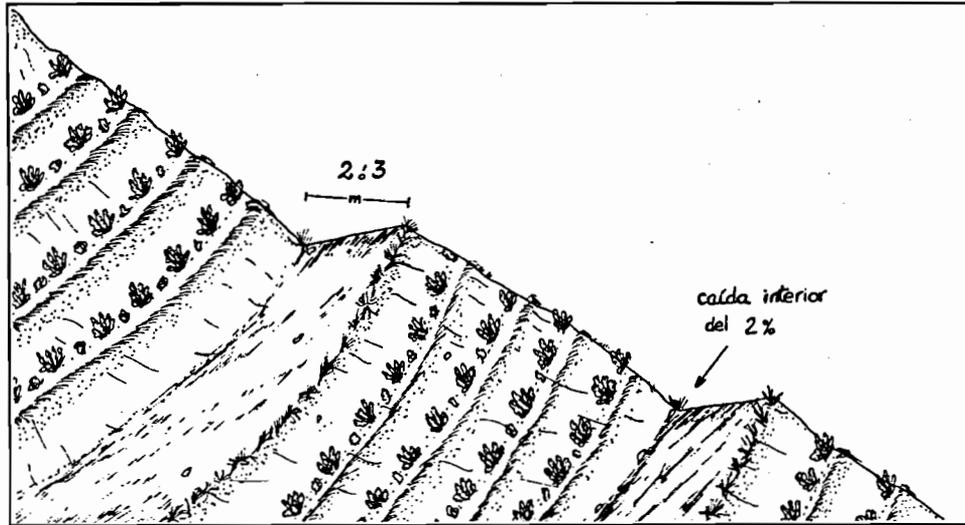


Figura 6. Acequias de ladera construídas en curvas a nivel.

c) Terrazas de banco

Son terrazas sucesivas que se construyen en curvas a nivel en forma de gradas. El ancho de cada terraza, así como la altura de su talud, varía de acuerdo a la pendiente de la ladera original. En pendientes más pronunciadas se formarán taludes más altos y terrazas angostas. Para facilitar el riego por gravedad de las terrazas, éstas deben tener una caída lateral del 0.5 a 1% y una caída hacia adentro de 2%.

d) Terrazas de huerto

Son terrazas que tienen un ancho uniforme de 2 a 2.5 m. Son construídas especialmente para árboles frutales ya que permiten mejor manejo del agua de riego para los mismos. La distancia entre terrazas depende del frutal a plantarse. Los espacios libres entre terrazas, de acuerdo a la pendiente, pueden ser ocupados con cultivos en curva a nivel o pastos de corte (Figura 7).

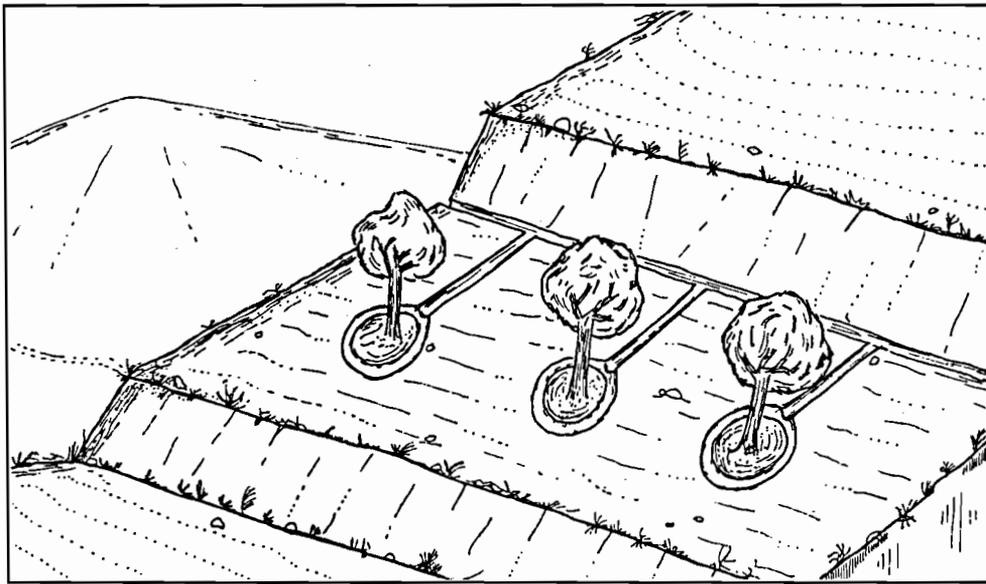


Figura 7. Las terrazas de huerto permiten un mejor manejo del agua de riego.

e) Terrazas individuales

Son terrazas de mesas de 1.5 m. de ancho utilizadas para árboles frutales. Su función consiste en eliminar la pendiente en los sitios destinados para cada árbol. Generalmente se ubican en curvas a nivel y son construídas en forma alterna entre las curvas, es decir en forma de tres bolillos, lo que permite la intercepción del escurrimiento superficial. Es aconsejable la siembra de pastos de corte en los espacios libres entre las terrazas (Figura 8).

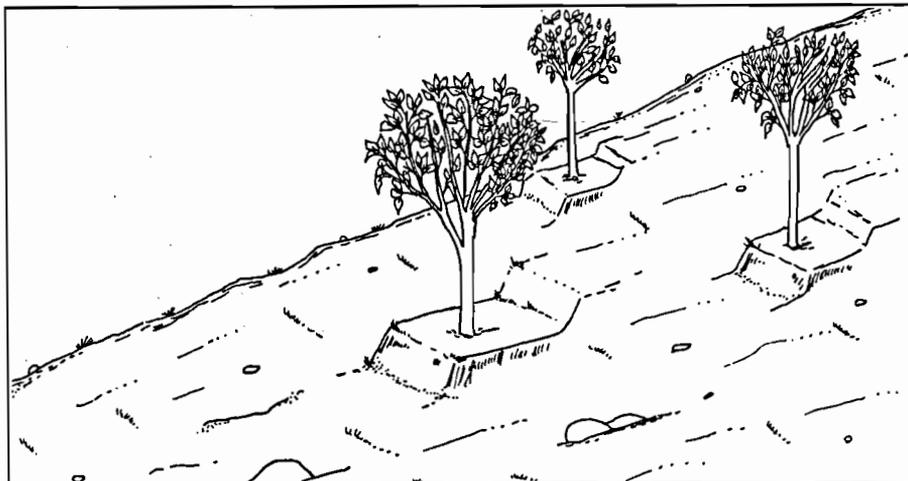


Figura 8. Las terrazas individuales permiten manejar la pendiente en el área destinada a cada árbol.

f) Caminos de agua

Son franjas naturales o construídas para la conducción o drenaje de las aguas sobrantes que escurren de las obras mecánicas o agronómicas de una área. Por seguir el sentido de la pendiente deben ser localizadas en las depresiones de los terrenos, caminos existentes o cercas divisorias. Deben ser protegidas con pastos, arbustos, etc., a fin de no causar daños a terrazas vecinas o carreteras.

g) Bordes de campo

Son fajas construídas en los contornos de los terrenos que permiten recibir el exceso de agua; son utilizadas también como vías de acceso para el viraje de maquinaria agrícola. Ellas deben ser protegidas con pastos.

h) Barreras muertas

Son muros de piedra o cangahua (duripan) ubicados en intervalos definidos en curvas a nivel con el objetivo de detener el movimiento de sedimentos, resultando en la formación paulatina de terrazas (ver C.2.1).

El espaciamiento entre zanjas, acequias de ladera o barreras muertas variará según el grado de pendiente de la chacra. En el Ecuador se han utilizado las siguientes distancias entre zanjas (Galloway, 1986):

| Pendiente (%) | Espaciamiento (m) |
|---------------|-------------------|
| 2-5 | 30-33 |
| 6-9 | 24 |
| 10-14 | 21 |
| 15-20 | 15 |
| 25-30 | 12 |
| 40-45 | 10 |

B.1.2 Prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas son aquellas que permiten mantener y mejorar las propiedades físicas y químicas de los suelos, es decir mejorar su fertilidad y productividad. A continuación se explican las más utilizadas en el proyecto:

a) Cultivos en curvas a nivel

Consiste en el trazado de varios surcos guías a lo largo de la pendiente en curvas a nivel, luego de lo cual se hace el surcado en forma paralela a los guías. En los surcos en contorno, el agua se acumula a lo largo del canal por la barrera que forman las lomitas; de esta manera el agua es absorbida en forma paulatina en el suelo. Es la práctica más sencilla y económica de aplicar y se recomienda practicarla en todas las chacras con pendiente. En regiones con mucha precipitación y donde el terreno tiene mal drenaje, es decir con suelos pesados o con subsuelo impermeable, se puede hacer el surcado con un desnivel del 0.5

a 1% para facilitar el drenaje del exceso de agua y no perjudicar el cultivo.

b) Cultivos en fajas

Consiste en cultivar los terrenos en pendiente en fajas alternas de anchura variable (con cultivos tupidos en surcos). Deben ser orientadas de acuerdo al principal agente erosivo de la zona (perpendicular a la pendiente en el caso que el principal agente sea el agua). Los cultivos deben seguir, además, un adecuado plan de rotación.

c) Rotación de cultivos

Es la sucesión de cultivos diferentes, de tal manera que sobre el mismo suelo una determinada especie vuelva a establecerse a intervalos más o menos largos. Esta práctica ayuda a conservar la fertilidad del suelo, al no repetirse sucesivamente cultivos que requieren los mismos nutrientes; permite, además, reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

d) Abonos verdes

Es la práctica por medio de la cual se incorpora al suelo materia orgánica verde a fin de mejorar las condiciones del suelo. En suelos con baja cantidad de materia orgánica se procede a sembrar una leguminosa y una gramínea en relación de 1 a 3. Cuando la leguminosa comienza a florecer, se le corta y se entierra todo el material verde al suelo. Luego de uno a dos meses se puede instalar el nuevo cultivo.

e) Labranza mínima y labranza cero

Tiene por objeto reducir el movimiento del suelo que hace el agricultor al mínimo, disminuyendo las posibilidades de perder el suelo por la erosión. En chacras anteriormente bien laboradas y con suelo suelto, se puede prescindir incluso de cualquier tipo de labranza (labranza cero). Antes de la siembra y durante el ciclo vegetativo del cultivo, la única tarea que se realiza es la entrega de la semilla al suelo, a la profundidad adecuada con ayuda de herramientas elementales, como la estaca. La finalidad de estas técnicas es de mantener la mayor cantidad de restos vegetales encima del suelo lo que ayuda a reducir la escorrentía, mantener la humedad, y mejorar la vida interna del suelo (lombrices, etc.).

f) Fertilización

Para lograr una producción agrícola alta, así como mantener un buen nivel de materia orgánica en el suelo, hay que sostener su fertilidad. Esto se hace mediante la fertilización oportuna con los nutrientes que requiere el cultivo. Este proceso debe ser continuo y es la única manera de mantener un suelo productivo con buenas condiciones.

g) Agroforestería

Los sistemas agroforestales utilizados en el proyecto son descritos en detalle en el Capítulo 3. Ellos incluyen cercos vivos y linderos, cortinas rompevientos, fajas en contorno o barreras vivas, bosquetes en terrenos marginales bajo cultivo, y árboles frutales a espaciamientos amplios dentro de cultivos anuales.

B.1.3 Prácticas culturales

Las prácticas culturales son las que permiten el mantenimiento de las prácticas mecánicas y agronómicas. Entre ellas se tienen sistemas de riego, podas de plantaciones y de frutales, selección de semillas, aplicación de pesticidas y la construcción de semilleros.

C. LA CONSERVACION DE SUELOS EN LA SIERRA DEL PERU

(Recopilado de la presentación del Ing. David Ocaña)

En la zona andina del Perú, la deforestación acompañada de prácticas agrícolas inadecuadas en laderas, han dado origen a lo que comunmente se llama el cáncer del suelo, la erosión. Debido a la pérdida alarmante de suelos productivos en este país, la conservación del suelo debería ser considerada como una actividad prioritaria de inmediata aplicación a nivel nacional.

C.1 La Conservación del Suelo en el Perú Antiguo

En la Sierra peruana durante la época precolombina existía ya la tradición de construir andenes o terrazas de piedra para aprovechar los terrenos de ladera. Estos fueron acompañados de obras de irrigación bien diseñadas que permitieron canalizar agua desde las partes altas de las montañas. Es probable que la erosión de suelos en el Perú prehispánico fuera menor de la actualmente existente, por la implementación de esta infraestructura agrícola que permitía un buen manejo de suelo y agua. Además, se estima que durante la época Incaica, gracias al desarrollo de estos sistemas, la producción de alimentos en la Sierra era lo suficientemente alta como para sostener una población dos o tres veces mayor a la actual.

Con la conquista española se inició la introducción de tecnologías agrícolas europeas que, junto con el desplazamiento de la población rural hacia los centros mineros, resultó en un abandono de grandes áreas de andenes y en el desprecio de la tecnología tradicional.

Se calcula que en el Perú de hoy, existe un millón (1'000,000) de hectáreas de andenes en diverso estado de conservación, y se estima que de esta superficie sólo se utiliza un máximo del 25% (Masson, 1985). Obviamente, una inversión en la recuperación de dichas obras podría resultar en un importante incremento en la producción agrícola nacional. Lamentablemente, hasta el momento hay muy poca actividad en este importante campo.

C.2 Experiencias Existentes en la Conservación del Suelo en el Perú

En el Perú, aunque hay pocos recursos disponibles para proyectos rurales, existe un buen número de instituciones haciendo conservación del suelo; desafortunadamente falta una coordinación entre los diferentes proyectos. Se considera que la forma más eficaz de hacer la conservación del suelo es con un ordenamiento progresivo a partir de una unidad geográfica, por ejemplo una microcuenca. Así, los trabajos podrían ampliarse en forma progresiva y planificada hacia áreas mayores.

A continuación se describen algunas de las experiencias existentes en la conservación del suelo, ejecutadas principalmente en el norte del Perú.

C.2.1 La formación lenta de terrazas con pircas y barreras vivas

En el Departamento de Ancash, el Proyecto Uso Racional de Laderas ha instalado, desde hace siete años, campos demostrativos con terrazas de formación lenta en unas 40 comunidades campesinas. El trabajo consiste en la construcción de muros de retención con piedras, formando "pircas" que siguen las curvas a nivel trazadas con el nivel tipo "A". La distancia entre pircas depende de la pendiente, con mayor pendiente la distancia entre las pircas debe ser menor. En terrenos donde el laboreo del suelo se hace con arado animal, la distancia mínima entre las pircas debe ser de 8 m. para facilitar el manejo de los animales.

Las pircas se llenan con sedimentos en poco tiempo y por lo tanto se requiere elevarlas lo necesario para que continúen cumpliendo su función. Una ventaja importante de la pirca, aparte de detener el movimiento de suelo en la chacra, es que funciona como línea guía para hacer el surcado en contorno, lo que a su vez sirve en la reducción de la escorrentía.

Durante los últimos años, a través de un convenio con el Centro Forestal y de Fauna (CENFOR-Ancash), se viene complementando la instalación de las pircas con la siembra de árboles, a distancias cortas (50-75 cm.) al pie de ellas; convirtiendo así las chacras en campos agroforestales. Cuando los árboles alcanzan un tamaño de 2 a 4 m. se hacen podas para formar barreras vivas, que sirven para continuar captando el suelo una vez que se llenan las pircas (ver Figura 19).

Las especies que más se utilizan para establecer las barreras vivas son el aliso (Alnus jorullensis) y el yagual (Polylepis racemosa), ambos rebrotan con facilidad. Aparte de proteger el suelo, las barreras vivas contribuyen con materia orgánica a la chacra y leña al campesino. Además, el aliso por ser fijador de nitrógeno tiene la ventaja de contribuir materia orgánica muy rica en este nutriente.

En la plantación de árboles aledaños a las pircas se ha conseguido mayor éxito con el trasplante de arbolitos de unos 60 cm. con pan de tierra en sus raíces. Aunque los costos de producción y de transporte son mayores cuando se trabaja con material grande, esto se justifica por las siguientes razones:

- La sobrevivencia de los arbolitos es mayor debido a que están en mejores condiciones de competir por luz con el cultivo;
- Los árboles soportan mejor el ramoneo del ganado en épocas posteriores a la cosecha, cuando el agricultor hace ingresar su ganado a la chacra; y
- Por ser más visibles, hay menos posibilidades de dañar los arbolitos cuando se hace el laboreo del suelo en los primeros años después de la plantación.

Cabe señalar que los trabajos de construcción de las pircas y de plantación de las barreras vivas se hacen a través de las organizaciones comunales existentes y sus faenas comunales. Se ha encontrado que una vez establecidos los campos demostrativos tienen un importante efecto

multiplicador sirviendo para promocionar el sistema y motivar a nuevos vecinos a ampliar el trabajo en sus propias chacras.

C.2.2 El establecimiento de barreras vivas en curvas a nivel

En el departamento de Cajamarca en la zona de Porcón, el Proyecto Piloto utiliza estacas de yagual para formar barreras vivas en curvas a nivel, dentro de terrenos de cultivo en pendientes moderadas y con suelos volcánicos (lugares sin roca). Se siembran directamente al campo estacas de 40 a 60 cm. de largo a un espaciamiento de 30 cm. entre ellas.

En poco tiempo las estacas empiezan a formar una barrera viva que sirve para reducir el escurrimiento, acumular sedimentos, y así paulatinamente formar terrazas. Además, las barreras producen leña para el campesino, dan materia orgánica a la chacra y abrigan los cultivos aledaños del viento y frío.

Desafortunadamente el Polylepis racemosa es una especie declarada en vías de extinción a nivel nacional y en la mayoría de la Sierra los pocos ejemplares que quedan no deben ser cortados para estacas sino propagados a través del sistema de esquejes (ver Capítulo 4 F.2.1). Sin embargo, para este tipo de trabajo existen otras especies que prenden también por estaca, o pueden utilizarse arbolitos de yagual propagados vegetativamente.

C.2.3 La recuperación de andenes

En la Sierra Central, la Universidad Nacional Agraria cuenta con un proyecto de recuperación de andenes acompañado de un programa de capacitación y extensión campesina.

La técnica empleada en la reconstrucción de andenes comprende los siguientes pasos:

- riego de las plataformas;
- acumulación de piedras en los bordes;
- localización y limpieza de los cimientos de antiguas paredes;
- levantamiento de los muros, disponiendo las piedras de mayor tamaño en la parte delantera, y las más pequeñas en los espacios remanentes entre las piedras grandes y el talud de la pared; y
- sellado de las capas de piedras con una capa de tierra húmeda, a manera de cemento o argamasa. (Masson, 1985)

C.2.4 Construcción de zanjales de infiltración en laderas

Principalmente en Cajamarca, la Universidad Técnica de Cajamarca, así como el Centro Forestal y de Fauna (CENFOR) promueven la construcción de zanjales de infiltración en laderas en plantaciones forestales y en pastizales. Estas obras, que aumentan la infiltración de agua al suelo y reducen la escorrentía, son requisito para el adecuado establecimiento de plantaciones en suelos calcáreos secos, comunes en dicho departamento, y también ayudan a incrementar la producción de pasto en ladera.

Además, existe el Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas ejecutado por el Ministerio de Agricultura a nivel nacional, que impulsa diferentes técnicas de conservación del suelo, principalmente a través de campos de comprobación.

D. RESUMEN

Por ser de gravedad el problema de la erosión del suelo en la Sierra y por considerarse que el rol más importante de la agroforestería en la región andina es el de conservación del suelo, fueron presentados conceptos básicos sobre la erosión y las técnicas apropiadas para combatirla.

En este primer capítulo, se presenta la erosión hídrica, así como la eólica; cómo actúan, los factores que las causan y cómo pueden ser identificadas en el campo. Se consideran algunas estrategias básicas para la conservación del suelo, como son la de cultivar en contorno, mantener restos vegetales, evitar el sobrepastoreo y manejar con cuidado el agua de riego. Además, son explicados con detalle los trabajos conservacionistas aplicados en el Proyecto de Manejo y Uso de la Tierra en Tungurahua; clasificados en prácticas mecánicas, agronómicas y culturales. Finalmente, se presentan algunos rasgos interesantes de proyectos existentes en conservación del suelo en la Sierra del Perú.

En base a las experiencias de proyectos de conservación desarrollados tanto en el Ecuador como en Perú, es evidente que para motivar al campesino a adoptar técnicas de conservación del suelo, es necesario demostrar en el campo la posibilidad de aumentar las cosechas con la aplicación de las técnicas de conservación.

Buenas prácticas agronómicas, así como trabajos mecánicos de conservación son necesarios para la protección de chacras en ladera. Los sistemas agroforestales juegan un papel muy importante en la conservación del suelo, pero sólo cuando sean manejados en coordinación con buenas prácticas agrícolas permitirán mantener una producción sostenible en las laderas de la Sierra.

Capítulo 3

SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA SIERRA ECUATORIANA

Un sistema agroforestal es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales (OTS y CATIE, 1986). Este capítulo presenta los sistemas agroforestales tradicionales y/o prometedores de la Sierra en dos secciones. En la primera sección se presentan cinco sistemas en los que se encuentra el árbol en asociación con cultivos; cada sistema es descrito, discutiéndose sus beneficios y sus limitaciones. En la segunda sección se presentan los sistemas silvopastoriles, es decir los sistemas en los que el árbol se encuentra asociado a pastos y ganado. En la zona andina la mayoría del terreno es dedicado al pastoreo, de ahí que se considere importante el tratamiento aparte de estos últimos. Sistemas como cercos vivos y cortinas rompevientos cumplen funciones en ambos grupos (cultivos y pastos) pero son tratados principalmente en la primera sección.

La selección de sistemas agroforestales del presente capítulo no ha logrado profundizar detalles de una clasificación de sistemas como ha sido adelantado por el OTS y el CATIE (1986), basada en el tipo de componentes incluidos y la asociación (espacial o temporal) existente entre ellos. Los sistemas que aquí se presentan son diferenciados por sus aspectos estructurales y sus funciones.

Toda decisión sobre el sistema agroforestal a aplicar en un predio, debe estar precedida de un proceso de análisis para determinar:

- las necesidades e intereses de la comunidad o propietario;
- las posibles alternativas a nivel técnico; y
- los sistemas más aceptables desde el punto de vista económico y social.

Es posible que pueda lograrse definir sistemas técnicamente apropiados para un lugar, pero de no contarse con el interés o la aceptación por parte de los propietarios, los mismos no tendrán éxito. Más adelante en el Capítulo 5 se discutirá con más detalle la importancia de la promoción y extensión en los trabajos agroforestales.

Previous Page Blank

A. ASOCIACIONES DE ARBOLES CON CULTIVOS

(Recopilado de las presentaciones de los
Ings. Glenn Galloway y Charles Rhoades)

A.1 Cercos Vivos y Linderos

Un cerco vivo es una barrera formada por vegetación permanente en forma densa, o de postes vivos complementados con alambre, cuya función es la de controlar el ingreso a las chacras y definir los límites de las propiedades. La plantación de árboles en los bordes de las chacras o linderos, aunque muchas veces no forman barreras cerradas, son consideradas dentro de este sistema (Figura 9).

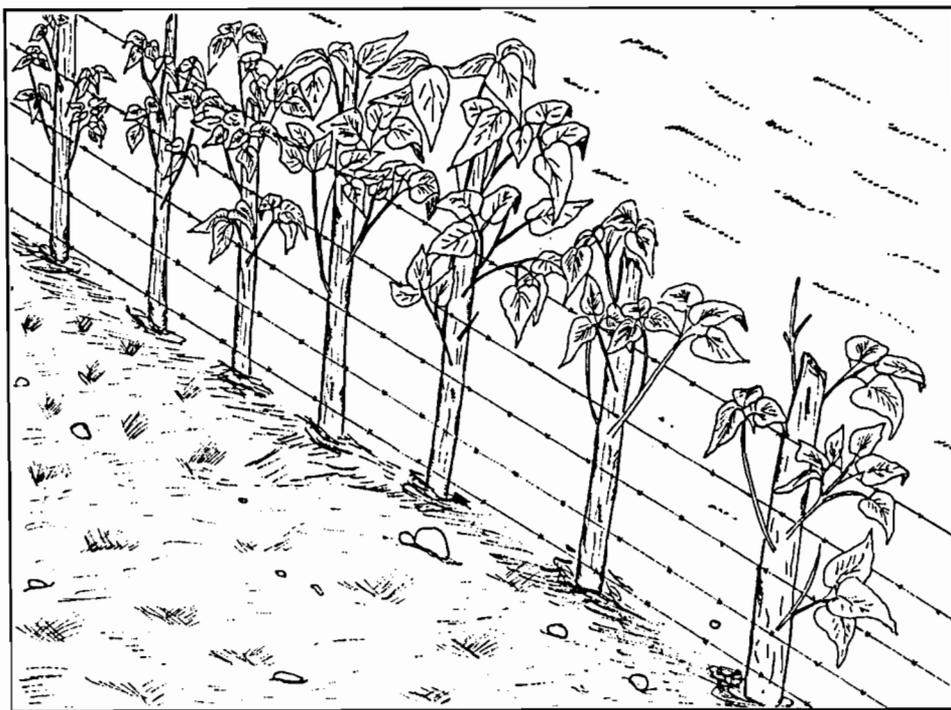


Figura 9. Cerco vivo formado por postes vivos de guato (*Erythrina* sp.) complementado con alambre de púa.

Este sistema agroforestal es el más común en la Sierra. En pequeñas fincas es extremadamente importante por ser el único lugar de la propiedad donde puede encontrarse vegetación leñosa.

A.1.1 Beneficios

- i. Producen leña y otros productos diversos como frutos, nuevos postes, etc.;

- ii. Los árboles de linderos, por encontrarse en terrenos de cultivo, alcanzan una alta producción de madera de aserrío;
- iii. Algunas pocas especies en la Sierra como el guato (Erythrina sp.) producen forraje;
- iv. Son económicos y durables; a diferencia de los postes secos o muertos, los cercos vivos no requieren renovarse regularmente y están al alcance de los agricultores;
- v. Pueden mejorar el microclima de una chacra. Un cerco denso e inclinado sobre una chacra, por ejemplo, puede desviar el cauce del aire frío y así servir como barrera contra las heladas (Bermejo y Pasetti, 1985);
- vi. Dependiendo de las especies utilizadas, los cercos vivos pueden aportar su hojarasca para incorporarla al suelo; y
- vii. Si el cerco tiene orientación contra la pendiente, puede reducir la erosión.

A.1.2 Desventajas o limitaciones

- i. Además de ocupar un espacio de terreno, lo que es un problema para pequeños propietarios, los cercos vivos y linderos compiten con los cultivos aledaños por luz, humedad y nutrientes. Algunas maneras de minimizar esta limitación son:
 - mezclar arbustos con árboles para evitar sombra excesiva;
 - podar o cortar las raíces de los árboles desde joven, para reducir la competencia por humedad y nutrientes;
 - podar las ramas de los árboles para reducir el alcance de la sombra, así como para garantizar la producción de madera de calidad. En el proceso de la poda es importante dejar un corte limpio al ras del tronco y nunca sobrepasar 2/3 partes de la altura del árbol.
- ii. Existen pocas especies en la Sierra que producen postes capaces de rebrotar. Las pocas que sí rebrotan, como el guato, sauce (Salix sp.) y lechero, generalmente sólo crecen aceptablemente en buenos suelos;
- iii. Pueden servir como hospedero de plagas;
- iv. En algunos lugares la ley prohíbe la siembra de árboles a menos de 3 m. de un lindero, siendo necesario obtener un acuerdo entre vecinos para establecer este sistema; y
- v. El establecimiento de cercos vivos puede ser difícil. Dado que muchas veces se establecen en los límites del terreno existe tránsito regular de personas y ganado, es común pérdida de arbolitos por ramoneo, pisoteo o robo. Algunas soluciones a este problema pueden ser:

- la plantación de material grande y robusto que permita un rápido despegue y una mayor posibilidad de rebrotar en el caso de daño;
- una buena preparación de sitio para estimular el crecimiento inicial y reducir el tiempo de establecimiento;
- la fertilización de los arbolitos;
- la marcación de los arbolitos con estacas o una cobertura de paja alrededor de cada uno;
- la plantación de pasto de corte al lado de los arbolitos que permita hacer los más visibles; con ello se resultará el daño a las raíces cuando se cultive en los primeros años después de la plantación.

A.1.3 Otras consideraciones

a) Espaciamiento

No existen escalas definidas de espaciamientos a utilizar para establecer un cerco vivo o lindero. El espaciamiento depende de las especies a plantar y de lo que se quiera obtener. Considerando la posibilidad de pérdida de arbolitos al lado de la chacra, es recomendable por lo general utilizar espaciamientos bastante pequeños. Con árboles frutales que requieren mayor espacio para desarrollar buenas copas un espaciamiento de 5 m., con arbustos entre ellos, será apropiado. Para especies maderables (eucalipto, pino, etc.) 2 m. es un espaciamiento común y para la producción de leña, con árboles de tamaño mediano, es aconsejable un espaciamiento de 1 a 2 m. En la experiencia de Tungurahua, con el fin de reducir la competencia de árboles con cultivos, amplían el espaciamiento entre éstos, cubriendo los espacios abiertos con la plantación de arbustos cada 50 a 75 cm. De esta manera garantizan la efectividad del cerco.

b) Especies

Existen muchas especies, tanto nativas como exóticas que pueden ser utilizadas para cercos vivos y linderos. Cabe mencionar que en la zona de Tungurahua y Chimborazo se viene utilizando gran cantidad de quishuar (Buddleia spp.) así como arbustos como la chilca (Baccharis sp.) y retama (Spartium junceum) para el establecimiento de cercos vivos. Otras especies de mucho interés, especialmente para zonas secas, son el Agave sp. y la Fourcroya sp. (Figura 10).

A lo largo de la Sierra, la especie más plantada en linderos es el Eucalyptus globulus. Aunque el eucalipto es un árbol de mucha importancia, vale señalar algunas de las limitaciones de su plantación al lado de chacras. El eucalipto tiene rápido crecimiento y su copa, relativamente densa, proporciona mucha sombra a los cultivos. Es una especie que compite agresivamente con otras plantas por la humedad, por lo que puede ser perjudicial a cultivos cercanos especialmente en suelos secos. Sin embargo, si se hacen podas de raíces desde que el árbol es joven y se cortan antes de que alcancen demasiada altura, puede reducirse la competencia del eucalipto en campos agrícolas (Figura 11).

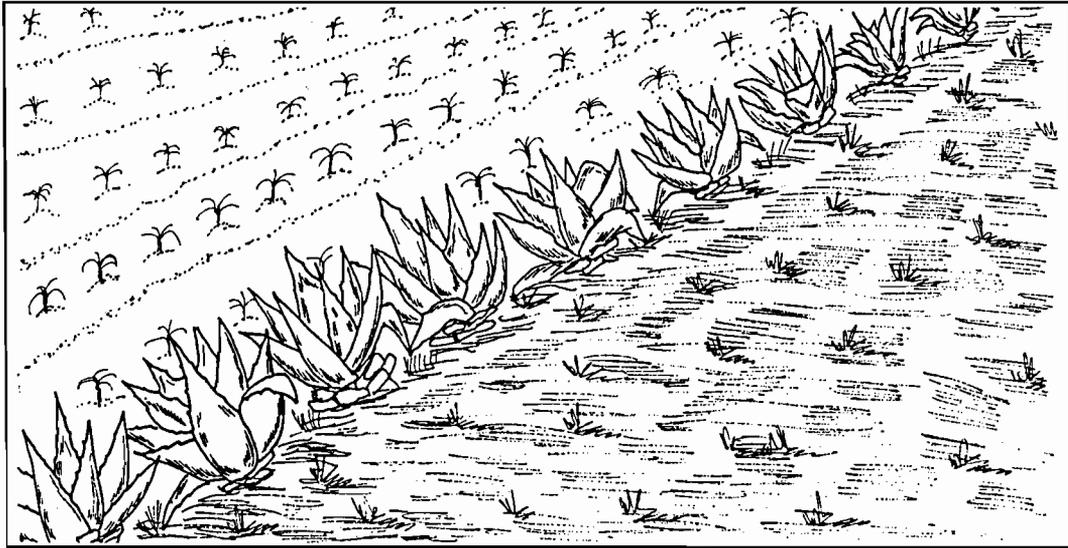


Figura 10. Cerco vivo de Agave. Sistema muy común en la Sierra ecuatoriana.

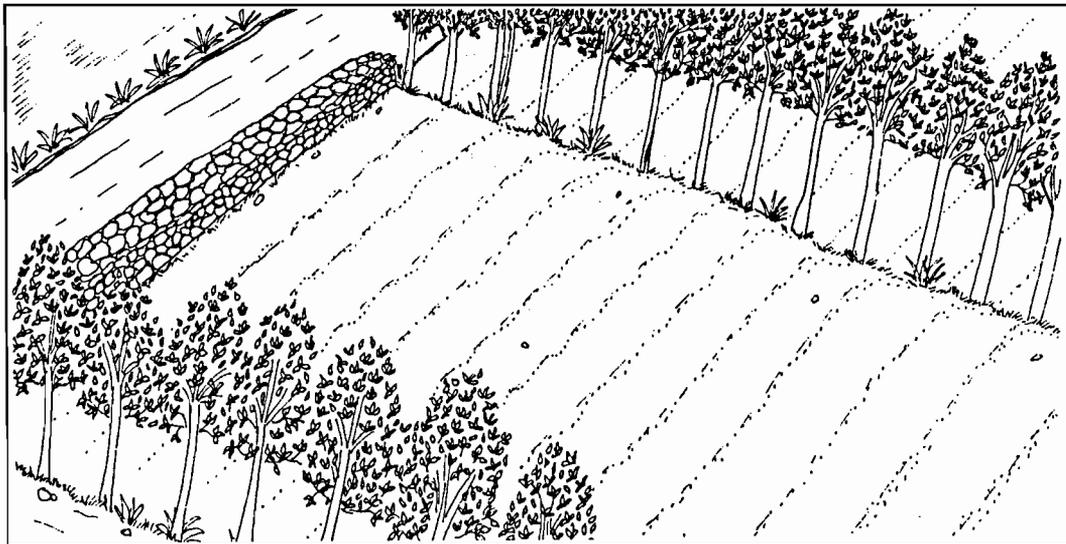


Figura 11. Eucalipto en lindero de chacra.

A.2 Cortinas Rompevientos*

La forma más efectiva de proteger el suelo, los cultivos y el ganado contra la influencia negativa del viento es a través del establecimiento de cortinas rompevientos. Un rompeviento es una barrera de vegetación, usualmente árboles y arbustos, plantada perpendicularmente a la dirección dominante del viento. La diferencia entre una cortina rompeviento y un cerco vivo o lindero es su orientación hacia la dirección del viento así como su homogeneidad y continuidad. Un cerco vivo plantado perpendicularmente al viento, continuo y homogéneo en su densidad, sirve también como rompeviento.

Debido al impacto negativo del viento sobre la producción agrícola en la región andina, no cabe duda que las cortinas rompevientos representan uno de los sistemas agroforestales más prometedores para la Sierra. Como ejemplos de la importancia de los rompevientos en la agricultura mundial, se estima que en los Estados Unidos de América existen 272,000 km. de cortinas (Newman, 1986), en Dinamarca se establecen un promedio de 900 km. de rompevientos cada año y en Rusia se han encontrado aumentos de producción de hasta un 40% gracias a las cortinas rompevientos (Link, 1985).

Sin embargo, en la Sierra ecuatoriana casi no existen ejemplos de cortinas diseñadas y establecidas adecuadamente. A continuación se presenta algunas de las ventajas y desventajas de los rompevientos, así como una explicación de su funcionamiento y estrategias para su establecimiento y manejo.

A.2.1 Beneficios

Desde el punto de vista agrícola, algunas de las ventajas son:

- i. Reducción de la erosión eólica;
- ii. Reducción de la evapotranspiración de los cultivos hasta en una quinta parte;
- iii. Aumento de la cantidad y mejoramiento de la calidad de los cultivos, adelantando la madurez de las cosechas;
- iv. Incremento en la producción de frutales por la reducción de la pérdida de flores por acción del viento;

* Información básica de esta sección proviene de "Cortinas Rompevientos" por Gumersindo Borgo, Managua, Dirección de Recursos Naturales, Ministerio de Agricultura, 24 pp., 1981, y "Shelterbelts - Functions and Uses", por C.P. Bhirmaya, Roma, en: FAO Conservation Guide No. 3, pp. 17-28, 1976.

Algunos párrafos fueron extraídos textualmente de la Guía sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana (Galloway, 1986) y de Criterios y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la Sierra Ecuatoriana (Galloway, 1987).

- v. Provisión de productos alimenticios (mora, capulí, etc.); y
- vi. Reducción de la caída de plantas de granos por el viento.

En lo que respecta a la ganadería, las principales ventajas son:

- i. Proporcionan sombra y abrigo al ganado reduciendo las pérdidas caloríficas;
- ii. Mejoran la producción y calidad de forraje; y
- iii. Forman sitios protegidos que los animales pueden aprovechar para la parición y protección de pequeñas crías.

Finalmente, un rompeviento puede proveer madera para usos locales (postes, leña, etc.), así como madera de calidad para aserrio.

A.2.2 Desventajas o limitaciones

- i. Pérdida de terreno por la disminución del uno o dos por ciento de la superficie cultivable. Esta pérdida es de mucha importancia para los minifundios, aunque cabe destacar que, como el área de protección de una cortina es de veinte veces su altura, un propietario con chacra de 40 m. de anchura sólo necesitará cortina de dos metros de altura para proteger sus cultivos;
- ii. Competencia en luz, humedad y elementos nutritivos con los cultivos cercanos al rompeviento. La cantidad de sombra producida por un rompeviento depende de la dirección cardinal de su orientación; una cortina orientada de este a oeste producirá un mínimo de sombra a los cultivos (por seguir la dirección del sol) y los otros aspectos pueden minimizarse con podas radicales; y
- iii. Riesgo de refugiar insectos nocivos.

Todas estas desventajas pueden ser válidas, pero no hay duda que las ventajas son mucho mayores, pues aumentan la producción, sobre todo en lugares de climas secos o fríos con vientos fuertes.

Una forma sencilla de demostrar a los finqueros algunos de los beneficios ofrecidos por un rompeviento es la siguiente: Comparar las plantas dentro de una chacra con las plantas del borde. En lugares con vientos fuertes, las plantas dentro de la chacra serán más grandes y más productivas, demostrando la importancia de la protección contra el viento.

A.2.3 Reducción de la velocidad del viento

Cuando el viento choca perpendicularmente contra un rompeviento, su velocidad se modifica a los dos lados del mismo. En el caso de un rompeviento moderadamente permeable, una parte del viento penetra, mientras que la otra porción se refleja hacia arriba. Como consecuencia de esta división del flujo de aire, hay una zona (sotavento) donde el viento sopla con menos fuerza (Figura 12). La magnitud de esta reducción depende de la estructura y la altura del rompeviento.

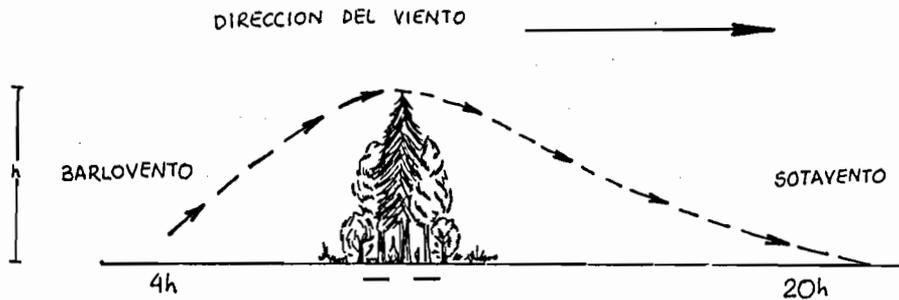


Figura 12. Protección ofrecida por un rompeviento a barlovento y a sotavento. El rompeviento no está dibujado a escala.

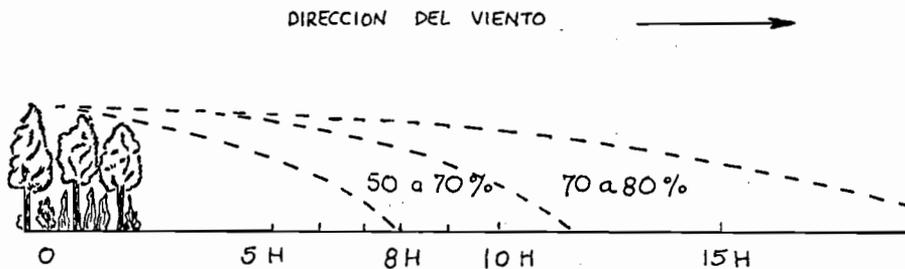


Figura 13. Velocidad del viento a sotavento al lado abajo de un rompeviento, expresado en porcentaje de la velocidad del viento en campo abierto a diferentes distancias del rompeviento. La cortina no está dibujada a escala.

El porcentaje de reducción de la velocidad del viento a una distancia X del rompeviento es constante, sea cual sea la velocidad del viento. La zona protegida, normalmente se expresa en múltiplos de la altura (h) del rompeviento.

Aunque una cortina totalmente impermeable al viento ofrece mayor protección en la zona cercana a la misma, una parcialmente permeable reduce el viento por mucho más distancia (Figura 14). Por lo tanto, para lograr una protección óptima, un rompeviento debe: 1) ser orientado correctamente, 2) ser permeable, 3) tener un ancho y forma conveniente, y 4) ser lo más alto posible. A continuación se discuten cada una de estos aspectos.

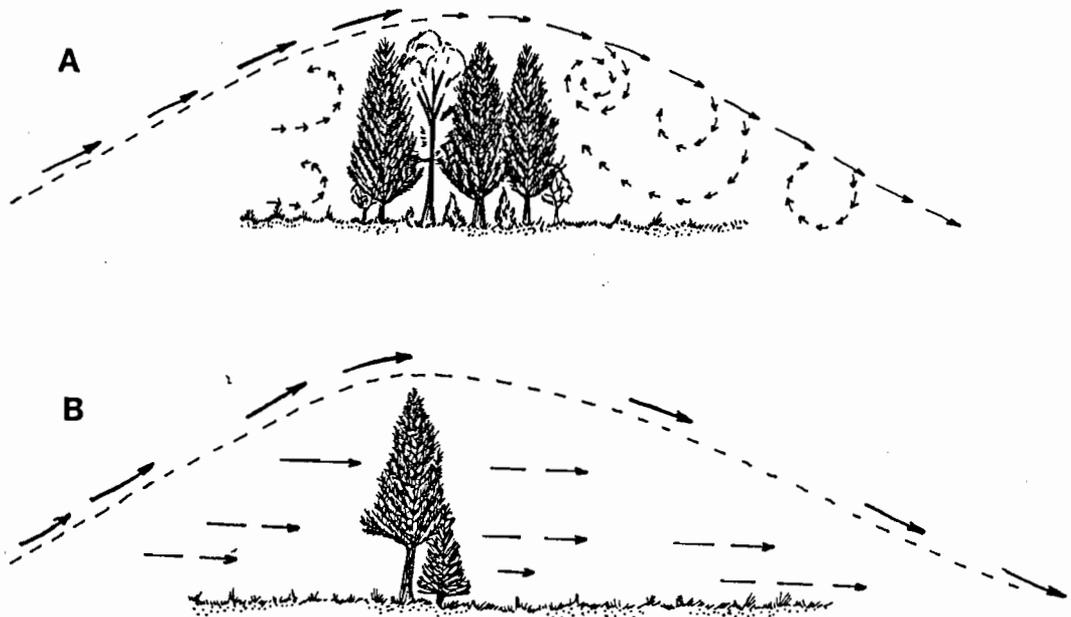


Figura 14. a. Efecto de una cortina impermeable en la corriente de aire (notar la turbulencia).
 b. Flujo de viento de un rompaviento moderadamente permeable. Este reduce el viento por una distancia mucho mayor que la cortina impermeable.

a) Orientación y ubicación de las cortinas rompavientos

El sistema de rompavientos debe hacerse bajo un modelo que considere la dirección del viento y las características físicas y culturales del terreno. Si los vientos dominantes soplan casi siempre en una misma dirección, las cortinas serán perpendiculares a estos vientos y paralelos entre sí. Si por el contrario, los vientos soplan en varias direcciones, los rompavientos se establecerán en forma semejante a un tablero de damas.

En la práctica, los minifundistas establecen las cortinas en sus linderos y por lo tanto usualmente no son perpendiculares a los vientos. En Tungurahua se trata de establecer las cortinas por los dos lados de la chacra que reciben los vientos dominantes para asegurar una protección adecuada. Esto se complementa con el establecimiento de linderos o cercos vivos por los otros dos lados (Figura 15).

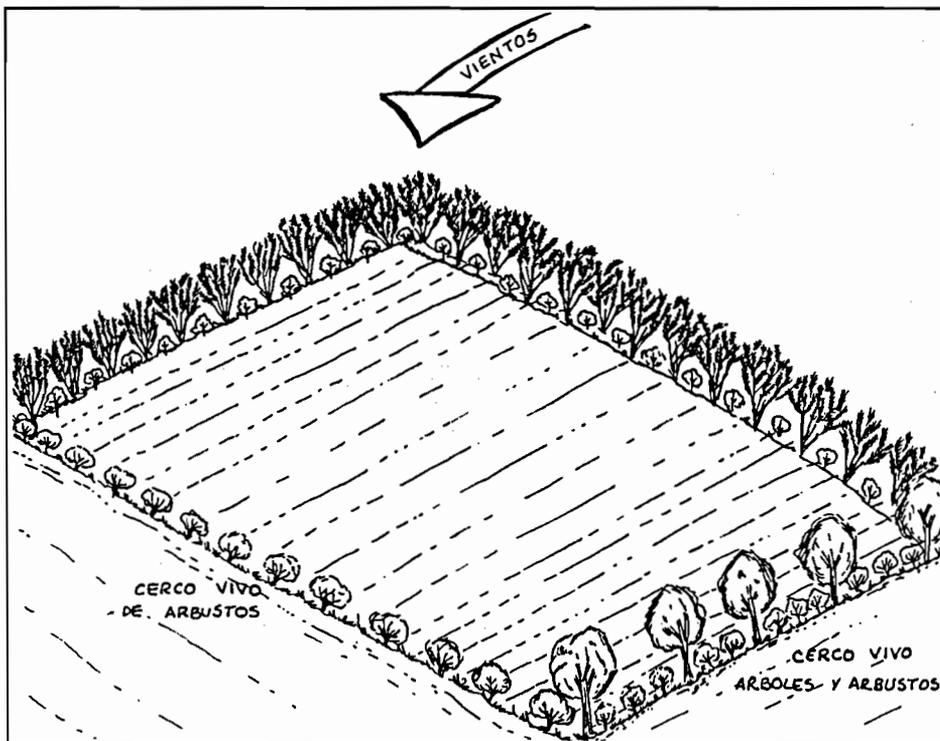


Figura 15. Forma típica de establecer cortinas en los dos linderos que reciben los vientos dominantes.

b) Efecto de la permeabilidad

Como se mencionó anteriormente, un rompeviento moderadamente permeable ofrece menor protección en la zona cercana (sotavento) a la cortina, pero reduce la velocidad del viento por una distancia mucho mayor (ver Figura 14).

Para lograr una buena protección es importante que la cortina sea compuesta de vegetación de densidad casi uniforme desde la punta hasta la base. En un sistema de rompevientos debe evitarse, hasta donde sea posible, las aberturas o discontinuidades. Aún la menor abertura neutraliza el efecto de una gran parte de la cortina, debido al "embudamiento" del viento, como se muestra en la Figura 16. Por esto, cuando las cortinas atraviezan caminos y canales, las aberturas de paso deben adoptar una posición oblicua a la cortina.

En Tungurahua se viene estableciendo cortinas en terrazas de banco. Aunque no es problema establecer árboles en los extremos de las terrazas, quedan espacios vacíos sobre el talud (Figura 17). En sitios secos, esto es una dificultad pero en sitios húmedos se puede plantar un arbusto en una terraza individual en el talud con el fin de llenar el espacio.

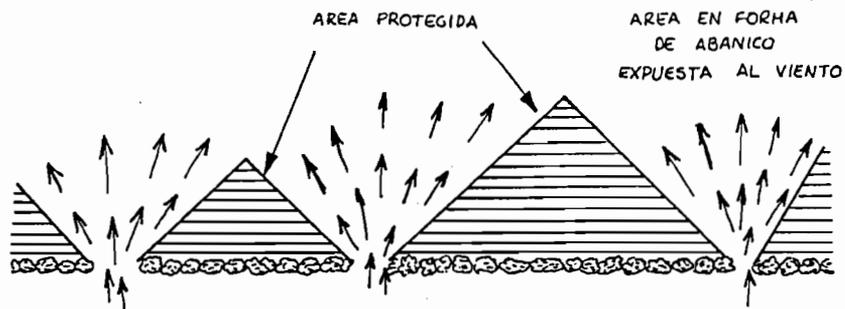


Figura 16. Diagrama de la "acción de embudo" del viento por las aberturas en una cortina. Solamente la superficie de los triángulos rayados es la protegida por el viento, en vez de todo el campo.

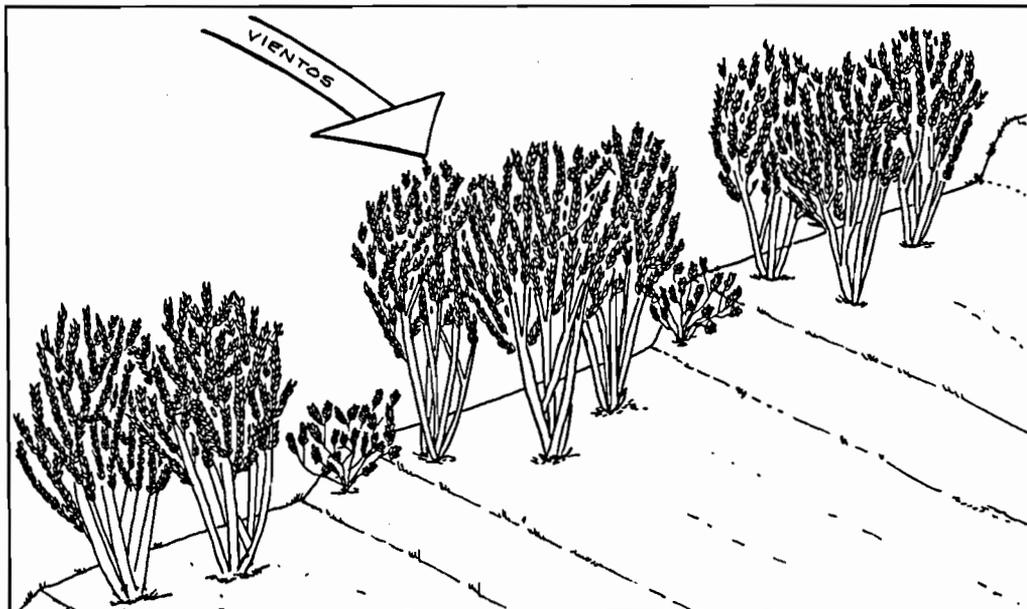


Figura 17. Forma de establecer cortinas rompevientos en los linderos de terrazas de banco. Se plantan arbustos en el talud de la terraza para llenar espacios entre árboles.

c) Efecto del ancho y forma de la cortina

El ancho de una cortina no es tan importante en la reducción de la velocidad del viento. Los rompevientos angostos con densidades moderadas son tan o más efectivos como los anchos.

En la práctica, el ancho lo señala la superficie del terreno disponible para la plantación y el número mínimo de hileras necesarias para tener una buena permeabilidad.

En zonas muy áridas, o donde el terreno disponible es sumamente limitado, puede utilizarse cortinas de tres hileras. Las cortinas de una sola fila son riesgosas por las aberturas que se pueden presentar. En una cortina de tres filas, dos deben ser de árboles y la otra puede ser de arbustos o árboles pequeños. Cortinas de más hileras (por ejemplo de cinco a ocho) son más seguras y duraderas. Además, producen más madera para el propietario.

d) Efecto de la altura

En términos generales, se considera que un rompeviento protege el terreno hasta 20 veces su altura (h). En un sistema de rompevientos hay que considerar también la protección a barlovento, o al lado de arriba, que corresponde a una distancia de aproximadamente $4h$. La zona mayor al sotavento más el área pequeña protegida a barlovento se combinan para dar protección entre dos cortinas (Figura 18).

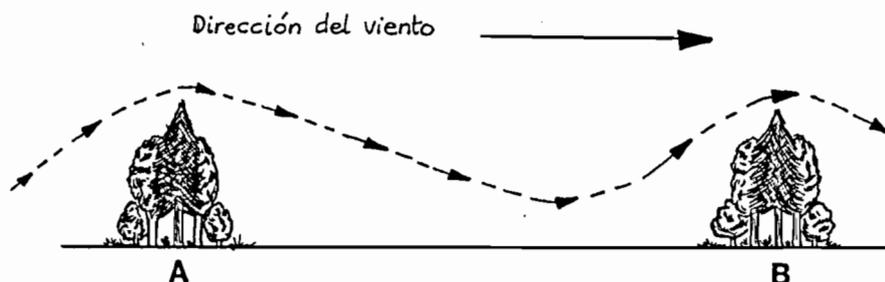


Figura 18. Protección entre dos cortinas. La protección a sotavento del rompeviento A combina con la protección a barlovento de rompeviento B. El dibujo no es a escala.

Cabe señalar que en campos agrícolas pequeños (20 m. de ancho, por ejemplo) un rompeviento de poca altura basta para proteger los cultivos del viento. Por lo tanto, se puede utilizar arbustos para el rompeviento, los cuales no ocupan mucho espacio de la chacra y no producen excesiva sombra.

e) Espaciamiento entre árboles

La separación entre hileras no es cosa grave cuando el rompeviento consta de varias filas. El espaciamiento apropiado depende de los hábitos de crecimiento de los árboles y de las actividades de manejo planeadas (por ejemplo, raleos). En la práctica este espaciamiento es generalmente de tres a cinco metros.

La distancia entre los árboles de una misma hilera afecta la permeabilidad de las cortinas. Cuando los árboles se plantan demasiado juntos, tienden a apretarse entre sí creando una barrera demasiado densa a la altura de sus copas, lo que no ocurre en sus niveles inferiores. La separación de los árboles en una línea depende de los hábitos de crecimiento de la especie y del tipo de manejo programado. Para árboles

de rápido crecimiento es común plantarlos a distancias de tres a cuatro metros, para árboles pequeños de 2 a 3 m. y para arbustos de 1 a 1.5 m.

f) Separación entre cortinas

En general la separación entre rompevientos debe ser de 20 veces la altura máxima, que tendrá en 15 a 20 años la especie más alta en la cortina. Donde es conveniente se puede establecer entre dos rompevientos, una cortina temporal de unos cinco años (de crecimiento rápido), que debe quitarse cuando los árboles de las cortinas permanentes se aproximan a su altura máxima.

A.2.4 Selección de las especies

La lista de especies utilizables puede ser muy amplia según las condiciones ecológicas y la finalidad de la cortina. El primer criterio en la selección es la rapidez de crecimiento con el objeto principal de alcanzar la eficacia de la protección lo más pronto posible.

Es muy recomendable plantar más de una especie en un rompeviento, pues si una especie sufre un ataque de una plaga o enfermedad, la protección ofrecida por la cortina no se pierde totalmente.

Por su misión en el rompeviento, las especies se clasifican en: principales, secundarias y accesorias. Las primeras son las que proporcionan la altura máxima del rompeviento; las segundas, las que contribuyen a obtener la permeabilidad deseada y el perfil transversal; y las terceras, son las que evitan la excesiva permeabilidad en las partes inferiores.

Las especies seleccionadas, sean exóticas o nativas, deberán ser aquellas que crecen bien en el lugar. Se prefieren los árboles o arbustos siempre verdes o que conserven su follaje durante los períodos de vientos fuertes. También debe considerarse en la selección de especies, su resistencia a las plagas, enfermedades, sequía y que sean de larga vida. Por lo tanto, no es recomendable utilizar Pinus radiata en cortinas en zonas donde es susceptible al Dothistroma pini.

Para la Sierra ecuatoriana se señalan las siguientes especies como candidatas para ser utilizadas en cortinas rompevientos:

Especies principales

Acacia melanoxylon
Casuarina cunninghamiana
Cupressus macrocarpa
C. lusitanica
Eucalyptus camaldulensis
E. globulus
E. robusta
E. saligna
Pinus patula

Especies accesorias

Arunda nitida (Sigi)
Agave spp.
Baethneria spp. (Chivo caspi)
Baccharis spp. (Chilca)
Opuntia ficus-indica (tuna)
Rubus spp. (mora)
Spartium junceum L. (retama)
Cacto

Especies secundarias

Alnus jorullensis

Buddleia spp.

Cassia spp.

Polylepis spp.

Prunus capulí

Schinus molle

En chacras pequeñas en la zona de Tungurahua donde no conviene una cortina alta, se viene utilizando para la fila principal Buddleia, Alnus y Cupressus y en la fila secundaria Buddleia, Polylepis, Spartium y Baccharis.

A.2.5 Establecimiento y manejo de cortinas rompevientos

Para tener un exitoso establecimiento de una cortina rompeviento se necesita lograr un rápido despegue y crecimiento de los árboles. Para ello es necesario hacer una buena preparación del suelo, utilizar plantas de la mejor calidad, controlar las malezas durante los primeros años y, como aspecto más importante, proteger la cortina contra los animales, principalmente el ganado.

El buen manejo de un rompeviento tiene dos objetivos principales: (1) mantener y mejorar el vigor y crecimiento de los árboles y arbustos para favorecer la formación de una buena copa y (2) mantener y mejorar la estructura del rompeviento para que sea más efectivo como barrera contra los vientos.

Frecuentemente, se plantan árboles en una cortina con espaciamientos estrechos para formar una barrera contra el viento lo más pronto posible. Hay que reducir la densidad excesiva para que los árboles mantengan su vigor y una copa suficientemente desarrollada para dar la protección deseada.

Periódicamente, hay que analizar la cortina para detectar signos de deterioración precipitada por densidad excesiva, tales como:

- i. Pérdida prematura de follaje;
- ii. Pobre color de follaje; y
- iii. Reducción de la copa viva.

A.2.6 Algunas consideraciones sobre el manejo de pino en cortinas rompevientos

Un buen manejo de cortinas rompevientos tiene como objeto garantizar la efectividad de la cortina en la protección de los cultivos asociados, así como la producción de madera que puede constituir un importante ingreso económico. A continuación se detalla un sistema de manejo descrito por Tomblson (1984) en el cual Pinus radiata ha dado buenos resultados en Nueva Zelanda.

- i. Plantar una hilera de P. radiata con un espaciamiento de 2.5 m. entre árboles. Paralelamente, y en tres bolillos, poner otra

hilera de Cupressus spp. En Nueva Zelandia se utiliza Thuja plicata, una especie que ofrece una protección parecida al ciprés. En esta cortina, el pino crecerá más rápidamente y dará la altura máxima de la cortina, mientras que el ciprés producirá la protección en los estratos medio e inferior del rompeviento;

- ii. Seguir el régimen de podas de los árboles. La poda es recomendable por las siguientes razones:
 - Reduce el ancho de la cortina, disminuyendo la sombra producida por los árboles;
 - El pino podado en asociación con el ciprés, de crecimiento más lento, asegura que la cortina sea permeable;
 - La poda mejora significativamente la calidad de la madera y por ende, los ingresos del rompeviento al final del turno. Es indispensable efectuar las podas oportunamente para lograr la producción de madera de calidad.
- iii. Usar una parte de los ingresos de la cortina para el corte y extracción de la madera y además, para establecer otros rompevientos. Con una cortina de sólo dos filas se puede garantizar un buen desarrollo de los árboles en sitios adecuados. Por consiguiente, el volumen de madera producido resulta significativo.

En zonas donde P. radiata sufre ataques de Dothistroma pini no se recomienda el uso de esta especie en los rompevientos. En tales sitios sería preferible plantar una alternativa como Pinus patula o Pinus muricata. Para aplicar el sistema, la estrategia sería la antes descrita.

A.2.7 Algunas consideraciones sobre el manejo de eucalipto en cortinas rompevientos

Los eucaliptos también sirven en rompevientos como especie principal, porque pueden proporcionar la altura máxima a la cortina. Sin embargo, presenta parcialmente problemas por su propensión a la poda natural, lo que permite que el viento sople por debajo de las copas de los árboles. Una manera de superar este problema es plantar los eucaliptos en varias hileras (tres por ejemplo) y después, cada tres años, cortar una hilera, dejándolos rebrotar. Este método de plantación y manejo de rebrotes da origen a una cortina razonable y proporciona también postes y leña para usos en la finca (Jacobs, 1981). Naturalmente, para aplicar este sistema es importante elegir especies de eucalipto que rebrotan bien. En la Sierra E. globulus y E. saligna son especies adecuadas.

Otra manera de establecer la protección necesaria en los estratos medio e inferior, es la de utilizar otras especies como ciprés, pino, acacia, capulí, etc., y arbustos. En la zona de Cayambe se ve la mezcla de E. globulus con Cupressus macrocarpa para formar cortinas rompevientos efectivas.

A.3 Fajas de Árboles en Contorno Combinados con Barreras Muertas o Vivas y Zanjas de Infiltración en Terrenos Agrícolas

Este sistema consiste en la siembra de árboles, u otra vegetación leñosa, dentro de terrenos cultivados al pie de obras mecánicas de conservación del suelo, como son barreras muertas, vivas o zanjas en contorno (ver Capítulo 2.A.2). En el Perú, este sistema es llamado "formación lenta de terrazas" pues la faja de vegetación junto con las barreras retiene el suelo y la chacra paulatinamente va a nivelarse en una serie de gradas (Holland, 1982). Lo importante de la faja de árboles es que una vez que se llenan las barreras, la faja de vegetación leñosa continuará captando sedimentos como una nueva barrera (Figura 19).

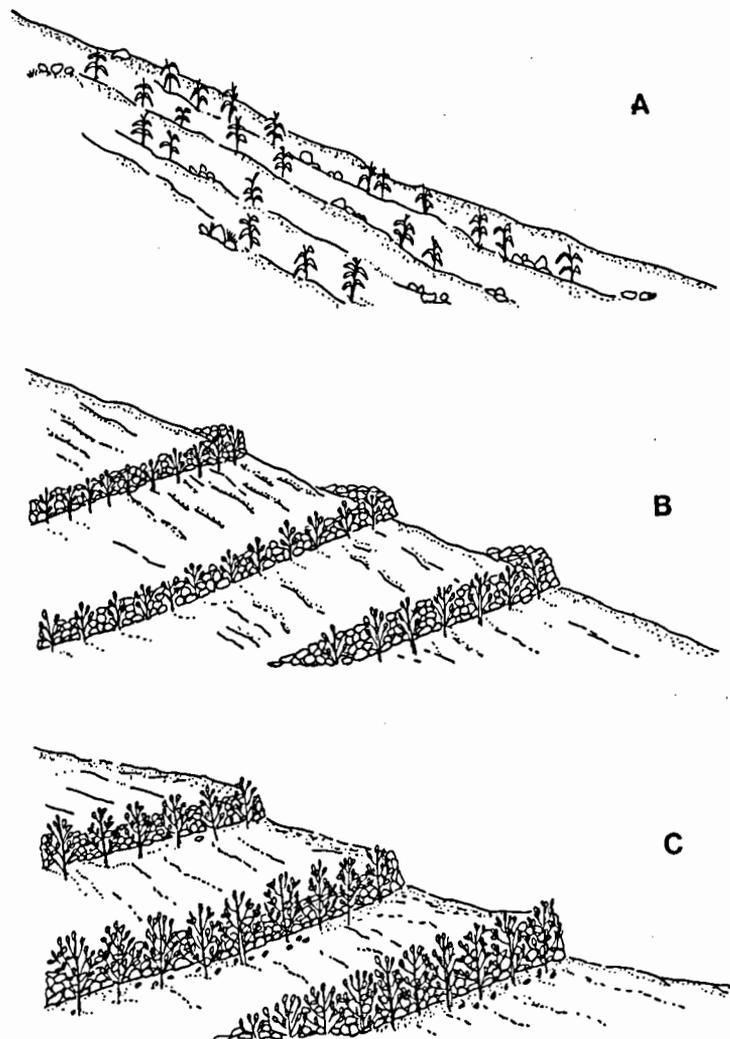


Figura 19. Proceso de formación lenta de terrazas combinando pircas y faja arbórea (Carlson, 1985).

Se considera que este sistema es de mucha importancia para las chacras en laderas porque es uno de los métodos más efectivos para frenar la erosión, además de aumentar materia orgánica en las chacras. Por ser conocido será fácil promocionarlo.

A.3.1 Beneficios

- i. Dependiendo de la especie utilizada, la faja podría contribuir cantidades significativas de materia orgánica a incorporar al suelo;
- ii. La faja arbórea puede mejorar el microclima de la chacra;
- iii. La faja produce leña y otro material de dimensión pequeña para uso local; y
- iv. La faja de árboles ayuda a estabilizar las barreras muertas o vivas.

A.3.2 Desventajas o limitaciones

- i. La faja de árboles, así como las barreras, ocupan espacio de cultivos en la chacra lo que puede ser considerado negativo por el pequeño agricultor;
- ii. Al cultivar la chacra habrá que tener cuidado en no dañar demasiado las raíces de los árboles; y
- iii. La faja puede servir como hospedera de plagas.

A.3.3 Cómo establecer las barreras y la faja de arboles

a) Barreras muertas

Consisten en muros de piedra o cangahua contruídos sobre curvas a nivel que permitan captar el suelo que baja por las labores normales de cultivo y por la erosión. Este suelo rellena la parte posterior de la barrera, siendo recomendable cada año, cuando se prepara la chacra, elevar la barrera con nuevas piedras o cangahua. A continuación se detalla los pasos a tomar para construir una barrera muerta:

- i. Se marca las líneas longitudinales a nivel utilizando un nivel en "A". Como regla general, para determinar la distancia entre barreras, la persona que hace la marcación debe ubicarse en la primera línea mirando hacia arriba. Se marca la base de la siguiente línea donde se intercepta horizontalmente la línea de vista con la pendiente, como se muestra en la Figura 20. Las barreras se pueden espaciar más si existe el problema de escasez de materiales; sin embargo, debe considerarse que la efectividad baja con el aumento de distancia entre las barreras;

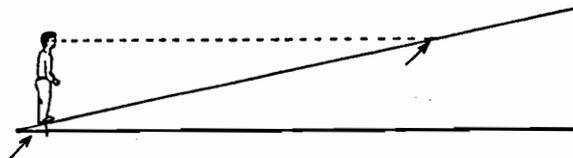


Figura 20.

- ii. Se excava sobre las líneas en contorno una zanja de 30 cm. de profundidad en la que se instalará la base del muro. Debe colocarse la tierra excavada en la parte superior de la zanja;
- iii. Se construye un muro aproximadamente de 80 cm. de altura; y
- iv. Se apisona o compacta un poco la tierra arriba de la zanja.

b) Barreras vivas

Estas son construídas de la misma manera que las muertas, pero en lugar de piedras se usa material vegetal como chamba de pasto o especies como el agave azul, la cabuya, etc.

Antes de arar en pastizales, sería muy recomendable construir estas barreras con chambas de pasto o, después de arar, en lugar de quemar los pastos, colocarlos en barreras en contorno.

c) Zanjas de infiltración o desviación

En pendientes moderadas se puede utilizar zanjas de infiltración o de desviación para reducir la escorrentía y captar sedimentos. Con ellas lo más recomendable es establecer dos fajas de árboles, una deberá colocarse asociada con pasto encima de la zanja, que servirá para captar los sedimentos que bajan, la otra al costado de la zanja junto al talud. No se deben plantar árboles al fondo de las zanjas, por que los sedimentos podrían cubrirlos; además, dado que la gente utiliza las zanjas como senderos, habrían más posibilidades de daño por pisoteo.

d) La plantación de árboles con barreras

Debajo de las barreras se plantan los árboles a espaciamientos estrechos (50 a 75 cm. por ejemplo); los árboles serán podados una vez que alcanzan un tamaño adecuado (2 a 4 m. dependiendo de la especie) con el fin de formar setos que servirán para captar sedimentos una vez que las barreras se rellenan. En el Perú, se ha conseguido mayor éxito en este sistema transplantando arbolitos de unos 60 cm. con pan de tierra en las raíces. Ellos tienen mayor sobrevivencia debido a que en los primeros años soportan mejor la competencia por luz con los cultivos y el ramoneo del ganado y, al ser más grandes y visibles, sufren menos daño cuando se cultiva la chacra.

Las especies que se han utilizado más en este sistema en el Perú son el aliso y el yagual. Otras especies prometedoras para este sistema en la Sierra son el quishuar, Acacia cyanophylla y A. dealbata.

Obviamente, una condición básica para una especie en este sistema debe ser su capacidad de rebrotar vigorosamente.

El uso del aliso en las fajas constituye un sistema muy prometedor. Por ser fijador de nitrógeno con rápido crecimiento, el aliso tiene la capacidad de producir bastante hojarasca, rica en nitrógeno, para incorporar al suelo de la chacra. Cada vez que se haga la poda aérea de la faja para reducir su sombra, debe dejarse las ramas tiernas del aliso en la superficie del suelo para su incorporación como abono verde. Debido a la alta cantidad de nitrógeno en su hojarasca su decomposición y efecto de fertilización es rápida (ver Capítulo 4 C.2.1.d). Es posible que Acacia cyanophylla y A. dealbata, que rebrotan bien y crecen rápido, puedan servir en forma similar.

Otro aspecto a considerar en la plantación de árboles en fajas junto con barreras, es que las condiciones del sitio serán más favorables para el prendimiento y crecimiento de la faja arbórea. En los primeros años, los arbolitos estarían al pie de una barrera o zanja, lo que incrementaría la infiltración de agua en el área de sus raíces, contribuyendo a un buen prendimiento y crecimiento inicial. Además, los árboles aprovecharán de la acumulación del suelo del horizonte A al pie de la faja (Figura 21). Por ello, en fajas arbóreas en suelos de cultivos debe esperarse un crecimiento mayor (tanto en biomasa como en nodulación en el caso de fijadores de nitrógeno) que lo normalmente alcanzado en una plantación en bloque en el mismo sitio.

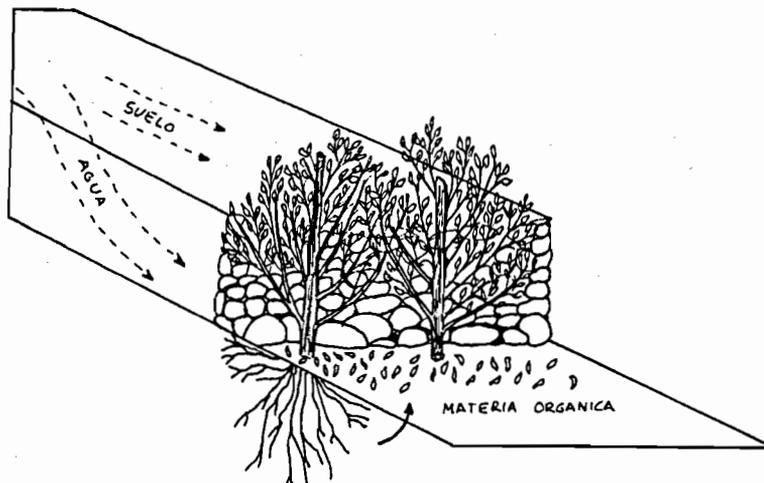


Figura 21. Representación esquemática de la interrelación de una faja de vegetación leñosa (aledaña a pirca) con la chacra (Carlson, 1985).

En Ancash, Perú, se ha observado que el aliso prende y crece bien cuando es establecido bajo este sistema en sitios normalmente considerados demasiado secos para la especie.

A.4 Árboles Intercalados a Espaciamientos Amplios Dentro de los Cultivos

Es un sistema en el que simultáneamente se tienen árboles y cultivos en las chacras. Su función principal es la de producir, en una misma área, diferentes productos forestales o frutícolas con cultivos anuales y, en el mediano y largo plazo, garantizar la existencia de algún tipo de producción y protección forestal (Figura 22).

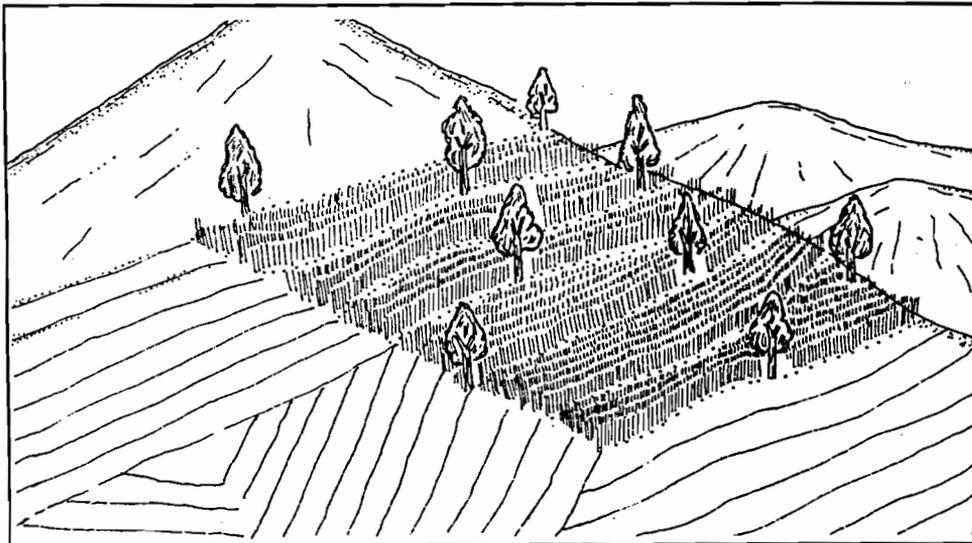


Figura 22. Plantación de árboles con amplio espaciado junto a cultivos permite contar con producción simultánea de productos forestales y agrícolas.

En la región de Ambato (Tungurahua) es bastante común encontrar este sistema, con el que cultivan árboles frutales (como la manzana, durazno, pera y claudia) en asociación con cultivos anuales (ver Capítulo 4.D). Por ser un sistema bastante conocido, su promoción puede ser relativamente fácil.

A.4.1 Beneficios

- i. Mejora el microclima de la chacra para los cultivos asociados reduciendo el impacto del viento y la incidencia de las heladas;
- ii. Puede mejorar el suelo con la incorporación de materia orgánica que producen los árboles. En el caso de árboles fijadores de nitrógeno pueden contribuir con este nutriente al cultivo asociado;
- iii. En chacras con pendientes pronunciadas, las raíces profundas de los árboles pueden proteger el suelo contra deslaves;

- iv. Los árboles tienen un medio bastante favorable para su crecimiento y producción rápida de madera, aprovechando la preparación del sitio para los cultivos anuales, la fertilización, riego y posiblemente la protección contra el ganado;
- v. Este sistema permite en un mediano plazo, reemplazar la producción agrícola por pasturas, estableciendo así un sistema silvopastoril con mayor facilidad que en un potrero permanente. En este último, el crecimiento y no uso de los pastos por un tiempo determinado, muchas veces no resulta rentable para el productor; y
- vi. Constituye una manera barata de establecer árboles, dado que se aprovechan las labores de cultivo para su establecimiento.

A.4.2 Desventajas o limitaciones

- i. Los árboles ocupan espacio dentro de las chacras y pueden competir con los cultivos para luz, agua y nutrientes;
- ii. Dificulta el laboreo mecanizado del terreno;
- iii. Al cultivar la chacra, si no se tiene el cuidado adecuado se pueden dañar las raíces de los árboles, lo que va a perjudicar el crecimiento de los mismos;
- iv. Si la especie del árbol plantado no cuenta con capacidad de poda natural, habrá que podarlo para reducir la sombra en la chacra y producir madera de calidad;
- v. En términos del control de la escorrentía y erosión laminar, este sistema solo no tendrá mayor impacto por el amplio espaciamiento entre los árboles; y
- vi. Los árboles pueden servir como hospederos de plagas.

A.4.3 Otras consideraciones

a) Espaciamiento

Obviamente la especie plantada y la finalidad de la plantación van a definir el espaciamiento óptimo a utilizar. En el subproyecto de agroforestería del EMDEFOR (Empresa Mixta de Desarrollo Forestal) en la Provincia de Chimborazo, se plantea trabajar con espaciamientos de 10 a 15 metros entre árboles (es decir aproximadamente 50 a 100 árboles/hectárea) en este tipo de sistema.

b) Especies

Los árboles frutales son los más utilizados en este sistema, debiendo ampliarse su promoción. Sin embargo, otras especies de usos múltiples como el nogal (Juglans neotropico), el capulí (Prunus capuli) y el aliso (Alnus jorullensis) u otras que dan frutos, madera de alto valor o fertilizan el suelo, deben ser también consideradas.

A.5 Bosquetes en Terrenos Marginales Bajo Cultivo

Es un sistema donde se establecen árboles en terrenos marginales pero bajo cultivo, a espaciamentos apropiadas para una plantación cerrada (3 x 3 m. por ejemplo). Una vez que cierran las copas de los árboles se descontinúa la producción agrícola. Después del turno y la tala de los árboles se podría repetir el ciclo cultivando el terreno durante la primera etapa de la plantación hasta cerrar las copas. Así, se podría considerar el sistema como un "Taungya" Serrano (Figura 23).

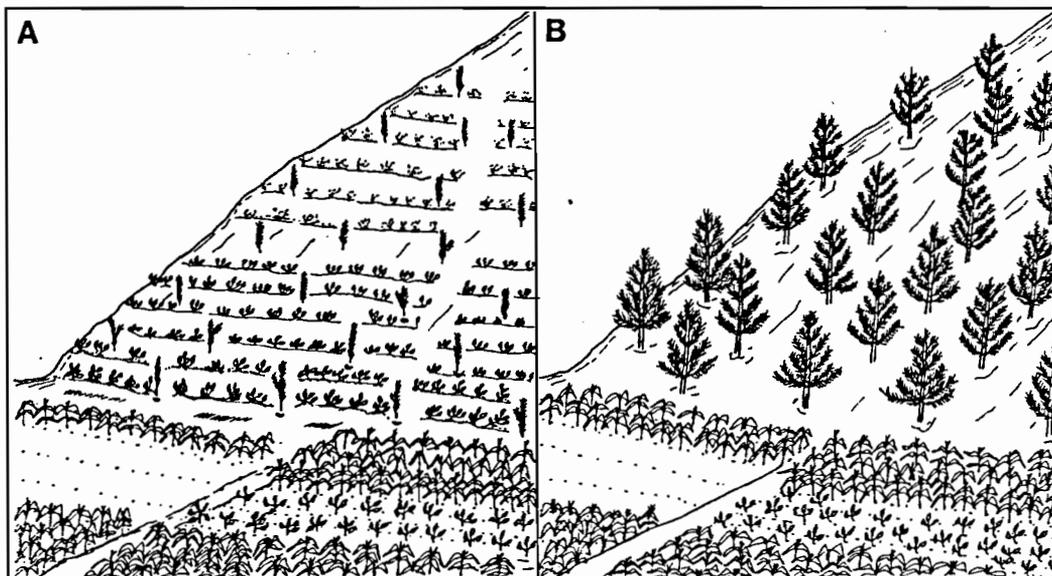


Figura 23. Instalación de bosquetes en terrenos marginales bajo cultivo
A. Se establecen árboles y, en la primera etapa de crecimiento, se mantiene la producción agrícola alrededor de ellos.
B. Al cerrarse las copas de los árboles se descontinúa la producción agrícola.

La diferencia de este sistema con el anterior, es que el espaciamento es tal que permite lograr un bosque cerrado, para reemplazar la agricultura en sitios muy marginales para ella.

A.5.1 Beneficios

- i. Es una manera de establecer plantaciones cerca de las casas donde los agricultores tendrán fácil acceso a sus productos forestales y donde, generalmente, los problemas de heladas e incendios son menores que en los páramos;
- ii. Sirve para convertir gradualmente terrenos no aptos para la agricultura en bosquetes, sin detener inmediatamente el sembrío de cultivos;

- iii. Ayudarán a recuperar los suelos a lo largo del ciclo de las plantaciones, con la contribución de la hojarasca y por la acción de las raíces;
- iv. Los arbolitos aprovechan el laboreo del suelo, la fertilización y riego de los cultivos y, posiblemente, mayor protección contra el ganado; y
- v. Los bosquetes establecidos dentro de zonas agrícolas pueden mejorar el microclima de las chacras aledañas.

A.5.2 Desventajas o limitaciones

- i. La escorrentía y erosión continuarán en la plantación hasta que cierren las copas y dejen de cultivar bajo ella;
- ii. Los árboles en el mediano plazo reemplazarán los cultivos, lo que significa un problema para el pequeño agricultor;
- iii. Por ser plantada en tierras marginales, la producción de madera generalmente no será muy buena;
- iv. En éste, como en cualquier sistema, si la gente extrae toda la hojarasca para leña (como es común en bosquetes de eucalipto en zonas pobladas) habrá una degradación del sitio; y
- v. Durante la etapa de establecimiento habrá mucha oportunidad de dañar las raíces de los arbolitos al cultivar entre ellos.

A.5.3 Otras consideraciones

Los bosquetes no tienen tamaño mínimo; pueden ser muy pequeños, como de 15 a 20 árboles en un rincón de la chacra. Es una forma de aumentar paulatinamente el capital de una finca estableciendo un cultivo de madera que puede rendir un buen retorno económico.

Un aspecto interesante de este sistema, es que es una manera de establecer bosquetes en alturas medianas, donde existe concentración de población y explotación agrícola en la Sierra. En ellas, las condiciones climáticas son más favorables para el crecimiento de árboles que en los páramos, donde se vienen estableciendo la mayoría de las plantaciones.

B. ASOCIACIONES DE ARBOLES CON PASTOS Y GANADO

(Recopilado de las presentaciones de los
Ings. Joseph Vieira y Glenn Galloway)

En la región andina la gran mayoría de los terrenos considerados de aptitud forestal son utilizados para el pastoreo. El gran reto para lograr un buen manejo de éstos, constituye el establecimiento de una cobertura forestal mientras se mantiene al máximo la producción ganadera. Esta tarea se dificulta debido a que el problema principal en el establecimiento de plantaciones en la Sierra es el daño por pastoreo (Carlson y Candela, 1985).

Los sistemas agroforestales en los que se encuentra el árbol en asociación con pastos y ganado, se llaman sistemas silvopastoriles. En la presente sección se discuten las funciones de los árboles en el medio pastoril comparando sus beneficios y sus desventajas. Se presentan los sistemas silvopastoriles de mayor importancia para la Sierra ecuatoriana, así como estrategias de manejo del pastoreo para permitir lograr el establecimiento de estos sistemas. La importancia del manejo de pastos en la exitosa aplicación de sistemas silvopastoriles, volverá a ser retomada en el Capítulo 4.

B.1 Funciones de la Vegetación Arbórea en el Medio Pastoril

Los árboles y arbustos tienen varias funciones en las zonas de pastura. A continuación se señalan las más importantes:

B.1.1 Efecto sobre el microclima

Los árboles sirven para proteger contra el viento tanto el ganado como el pasto. Con sólo 100 árboles/ha. se ha logrado reducir la velocidad del viento en un 40%, en plantaciones de Pinus radiata de 9 años. Esta protección es especialmente importante en lugares fríos con vientos fuertes (Hawke y Percival, 1984). En tales sitios, la reducción del viento disminuye la mortalidad de crías, protege ovejas recién esquiladas y reduce los requerimientos calóricos de los animales (Peñaloza y Hervé, 1984).

Aparte del abrigo contra el viento, la sombra es importante en las zonas altoandinas para proteger el ganado de los extremos de calor y frío, ayudando así a aumentar la producción de carne y leche. Además, la combinación de sombra y reducción del viento, reduce la evapotranspiración mejorando la producción de pastos. En la Sierra, donde en el verano existe una radiación extremadamente fuerte y vientos secos, la protección que dan los árboles puede ser muy ventajosa. Peñaloza y Hervé (1987) observaron debajo de una plantación silvopastoril de Pinus radiata, un aumento en la capacidad de retención de humedad en el suelo, con la cual fue posible extender el crecimiento de pasto por un mes más, el mismo que se mantuvo verde aún durante la época de verano.

B.1.2 Efecto sobre el suelo

Como se ha mencionado, las raíces de los árboles ayudan a proteger el suelo contra deslaves en pendientes pronunciadas. Además, las raíces al abrir canales dentro del suelo, aumentan las posibilidades de infiltración del agua (disminuyendo la escorrentía); con la muerte de las raíces los canales que quedan sirven para contrarrestar la compactación del suelo producida por el pisoteo del ganado.

Los árboles pueden aportar materia orgánica al suelo, en forma de hojarasca o por la mortandad de sus raíces secundarias. La mantención de la materia orgánica en el suelo es importante para mantener su fertilidad y capacidad de retención de humedad. Otra manera en que los árboles pueden incrementar la humedad del suelo en zonas de neblina, es por la condensación de la neblina en sus copas y la caída de las gotas al suelo. Sin árboles en un lugar así, se reduce al mínimo esta condensación.

Algunas especies arbóreas pueden tener un impacto significativo sobre la cantidad de nitrógeno en el suelo. Por ejemplo, en Colombia se ha estimado aumentos de nitrógeno en suelo bajo aliso (Alnus jorullensis) de 280 a 400 kg/ha por año (Smit et al., 1965; Carlson y Dawson, 1985).

B.1.3 Efecto sobre el pasto

Por los efectos mencionados del árbol sobre suelo, es evidente que podría tener importante impacto sobre la calidad y cantidad del pasto. En Caldas, Colombia, donde se estudió el aumento de nitrógeno en el suelo bajo el aliso, se determinó que el pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum) bajo aliso de 12 años, tenía doble cantidad de proteína que el kikuyo en un pastizal al lado, expuesto a pleno sol (Smit et al., 1965).

Debido a la sombra parcial y a la mejor retención de humedad que hay bajo los árboles, se prolonga el ciclo de crecimiento de los pastos de clima templado, que son comunes en la Sierra. Además, al ser los pastos más verdes se minimiza el problema de desgaste de dientes del ganado que ocurre en pastos secos con alto contenido de fibra.

B.1.4 Diversificación de producción

Existen posibilidades de diversificar la fuente de forraje con un buen manejo de la vegetación leñosa en la zona andina. Por ejemplo, en el sur del Ecuador el guato (Erythrina sp.) es una especie arbórea común que se podría manejar en los cercos de potreros para la producción de vainas y hojas que sirven como forraje. En Ancash, Perú, un hacendado alimentaba su ganado con las vainas de guato, tumbándolas de los árboles durante la época de sequía, cuando había abundancia de la vaina pero poco pasto. Otros árboles y arbustos que se reportan utilizados como forraje en la Sierra son el faique (Acacia macrocantha), retama (Spartium junceum), chilca (Baccharus sp.) y tuna (Opuntia ficus-indica).

Es probable que existan otras especies leñosas que producen forraje para animales domésticos; se necesita mucho más estudio sobre las posibilidades de manejarlas dentro de sistemas silvopastoriles para ampliar la producción de forraje, especialmente en épocas de sequía.

Por otro lado, un beneficio importante del árbol en pastura es la producción de otros productos forestales, como leña, material de construcción y madera de aserrío para la venta. En Nueva Zelanda, por ejemplo, se cosecha *P. radiata* para aserrío de cortinas rompevientos en fincas lecheras (Tomblison, 1984) y los finqueros de la zona lechera de Costa Rica reciben un aumento de sus ganancias netas del 20% o más con el manejo de aliso a espaciamientos amplios dentro de sus potreros (Coombe, 1981). En la Sierra del Ecuador existen buenas posibilidades de producir madera de calidad dentro de sistemas silvopastoriles.

B.1.5 Desventajas de árboles con pastos

Aunque hay muchos posibles beneficios de combinar árboles con pastos bajo un régimen de buen manejo en la zona andina, existen desventajas de su asociación, especialmente donde no existe un manejo adecuado. La limitación principal es la competencia que existe entre el árbol y los pastos por luz, humedad y nutrientes. Con el fin de reducir la competencia por estos factores de crecimiento, hay que determinar espaciamientos adecuados de los árboles y seguir regímenes de raleos y podas. La razón por la que no se encuentra buen pasto en la mayoría de las plantaciones forestales en la Sierra es por un espaciamiento denso y la ausencia de manejo de las plantaciones.

Obviamente, una especie con copa abierta que da poca sombra y con poda natural, como es el aliso, es preferible para combinar con pastos. Otras especies forestales importantes como los pinos, por ejemplo, necesitan un manejo más continuo de raleos y podas para minimizar la sombra y cantidad de hojarasca que cae sobre el pasto.

Otra desventaja, en el caso de pino, es la posibilidad que su forraje tierno puede provocar el aborto en los animales. Por este problema animales en gestación no deberían permanecer dentro de un rodal de pino los dos o tres últimos meses previos a la parición. Este problema puede acentuarse más luego de una poda o raleo, cuando existen desperdicios tiernos esparcidos sobre el terreno (Hawke y Percival, 1984).

Finalmente, un problema de árboles en potreros es la de congregación de los animales debajo de ellos. Esto puede resultar en una mayor compactación del suelo bajo el mismo y aumentar las posibilidades de problemas fitosanitarios en los animales.

B.2 Sistemas Silvopastoriles

A continuación se presentan algunos sistemas silvopastoriles que tienen potencial para ser aplicados ampliamente en la Sierra.

B.2.1 Árboles dispersos en pastizales

Es un sistema donde se tiene árboles a espaciamientos amplios dentro de pastizales. En este sistema, la producción ganadera es la actividad principal sobre el terreno y la función básica de los árboles es la de mejorar las condiciones ambientales para ella. Esto puede incluir la conservación del suelo, la sombra parcial para el ganado y los pastos y la

fertilización del suelo a través de la fijación de nitrógeno. La producción forestal dentro de este sistema también puede ser importante, pero es considerada como complementaria a la producción ganadera.

El ejemplo más importante de este sistema para la Sierra ecuatoriana es el manejo de aliso en potreros. La plantación de aliso en combinación con pastos se ha practicado desde hace décadas en zonas lecheras de Costa Rica (Holdridge, 1951). Allí se establecen unos 100 árboles/ha., los cuales se podan en tres ocasiones hasta los quince años y, a esa edad, se cortan alternando un árbol, para que el pasto tenga suficiente luz. En la Sierra, este raleo sería comercial, ya que hay buen mercado para madera de aliso de diámetro mediano. El corte final se realiza a los 25 años de edad.

En la región de Caldas, Colombia, los ganaderos también dejan (con espaciamiento amplio) la regeneración natural del aliso al limpiar sus potreros, y en Carchi, Ecuador, se ha encontrado la misma práctica (Alfredo Flores, comunicación personal). Es pertinente señalar que, tanto en Costa Rica como en Colombia, estos sistemas de producción de aliso con pasto se utilizan en áreas de suelos sueltos, volcánicos y con una precipitación, durante gran parte del año, mayor que la evaporación. La Sierra ecuatoriana cuenta con muchas áreas similares.

Por contar con una copa abierta que deja pasar bastante radiación solar, el aliso generalmente no impide el crecimiento del pasto, más bien hay evidencias de que esta combinación favorece la calidad del pasto. En Colombia, no sólo se encontró el doble de proteína en el pasto kikuyo bajo el aliso en comparación con el que crecía a pleno sol, también se determinó que terneros pastando en potreros con aliso aumentaron 33% más su peso que animales pastando en áreas sin aliso, debido a la protección contra el sol y el viento y a la mejor calidad de pasto (Rojas *et al.*, 1978). Además, se observó que en la época de sequía el pasto en el lote abierto disminuyó considerablemente, lo que no ocurrió en el pastizal con Alnus.

Desde el primer semestre de 1986 en el Proyecto DINAFA/A.I.D. se han establecido seis ensayos silvopastoriles con aliso en la provincia de Pichincha, utilizando densidades de plantación que varían entre 100 y 400 árboles por hectárea. Se considera que la densidad ideal de aliso, en pastos para su mejoramiento, es entre 50-100 árboles/ha. Con otras especies con copas más densas podría ser menor. Una ventaja de utilizar una densidad mayor es que habrán más árboles para ralear permitiendo una selección amplia para mejorar el rodal y, si hay mortandad de árboles, todavía se mantendrá una densidad adecuada. Por otro lado, al plantar solamente 100 árboles por ha. (es decir a 10 x 10 m.) es probable que se pueda ganar tiempo transplantando arbolitos de mayor tamaño, que podrían soportar la presencia de ganado en menos tiempo.

Lo que se ha aprendido hasta la fecha con los ensayos, es la importancia de seleccionar la procedencia apropiada de aliso. En las condiciones comunes de heladas y sequía que existen en el callejón interandino, la procedencia de Alnus que viene de un sitio seco de 3,300 msnm en Carchi está prosperando mejor que una que viene de la zona húmeda del flanco oriental de los Andes.

Se considera que el establecimiento de aliso en pastos, con la finalidad de su mejoramiento y la producción de madera, podría ser uno de los sistemas silvopastoriles más importantes en muchas áreas de la Sierra ecuatoriana.

B.2.2 Pastoreo en plantaciones forestales

Es un sistema en el cual el manejo de plantaciones forestales se hace, en parte, para poder practicar el pastoreo bajo el dosel de los árboles. En este sistema la densidad de árboles es mayor que en el anterior dado que el fin principal es la producción o protección forestal. La producción ganadera dentro del sistema puede ser muy importante pero se considera complementaria a la producción forestal.

En la Sierra existe una amplia área de plantaciones forestales sin ningún manejo. Haciendo oportunamente raleos y podas en estas áreas se podría mejorar la calidad de madera a producir, así como mejorar las condiciones para el crecimiento de pastos dentro de las plantaciones. Esto representa una gran ventaja para pequeños y medianos propietarios que requieren ingresos del componente agrícola-ganadero durante el período de desarrollo de los árboles. En la gran mayoría de las encuestas en la Sierra, aplicadas por el DINAFA/A.I.D. en 1986 sobre manejo forestal, los propietarios mostraron interés en manejar sus plantaciones para permitir el pastoreo dentro de las mismas.

En Nueva Zelanda, Australia y Chile aplican exitosamente el pastoreo en plantaciones de P. radiata (Gillingham et al., 1976; Powell y Mater, 1984; y Peñaloza et al., 1985). Con un manejo adecuado se ha podido sostener la producción ganadera y a la vez lograr una producción importante de madera de calidad. Esta es una forma eficaz para diversificar las actividades de una finca y aumentar sus ingresos.

A continuación se presentan algunas consideraciones para el establecimiento y manejo del pino en sistemas silvopastoriles en la Sierra, tomado de Criterios y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la Sierra Ecuatoriana (Galloway, 1987).

Se recomienda establecer la plantación de pino con espaciamiento de 2 x 7 m. (alrededor de 710 árboles/ha.). En plantaciones ya establecidas con espaciamientos más estrechos (3 x 3 m. ó 3 x 2 m., por ejemplo) también se pueden establecer sistemas silvopastoriles, si se ejecutan raleos y podas oportunas.

Cuando los pinos alcanzan dos metros de altura son relativamente resistentes a daños ocasionados por ovejas, porque les resulta difícil a éstas mascar la yema terminal de un árbol de esta altura. Es decir, en un sitio bueno para pino, los animales pueden pastorear luego de dos años de establecida la plantación. En Nueva Zelanda, han logrado introducir ovejas sin mayores problemas en plantaciones de P. radiata de sólo un metro de altura, suprimiendo la entrada de los animales en la primavera cuando los árboles están creciendo activamente (Forest Research Institute, N.Z., 1975). Para que los daños sean mínimos, es necesario también asegurar que haya forraje y pasto dentro del rodal en cantidades suficientes para satisfacer a los animales. En lotes donde el forraje es escaso, las ovejas causan a

menudo daños irreparables, incluso en árboles de más de dos metros de altura.

Antes de permitir la entrada de ganado vacuno en una plantación, se debe esperar un tiempo prudencial. Los árboles deben alcanzar por lo menos cuatro a cinco metros de altura para evitar daños serios ocasionados por estos semovientes.

El editor de la revista "Desde el Surco" viene practicando exitosamente el pastoreo de llamas debajo de árboles jóvenes de Eucalyptus globulus. Es posible que éstos animales sean menos dañinos que el ganado vacuno u ovino.

En el manejo de pino en sistemas silvopastoriles hay dos objetivos principales. El primero es la producción de madera de buena calidad y de diámetro comercial. El segundo es el mantenimiento del componente pecuario en el terreno donde se establece la plantación. Para lograr estos dos objetivos hay que efectuar raleos y podas. En la tabla siguiente se detalla la secuencia que debe seguirse para lograr estos propósitos.

Tabla 1. Operaciones Silviculturales en un Sistema Silvopastoril con Pino*

| Altura Promedio del rodal (metros) | Tratamiento |
|------------------------------------|--|
| 0 | Plantar aproximadamente 714 árboles/ha., 2.0 x 7.0 m. |
| 4 a 5 | Ralear 215-275 árboles/ha. para dejar 450-500 árboles/ha. Podar los árboles restantes hasta 2.0-2.5 m. |
| 9 a 10 | Ralear hasta 200 árboles/ha. Podarlos hasta 5.5-6.0 m. |
| --- | Corte final. |

*Otros aspectos metodológicos

1) En Nueva Zelandia se ha determinado que para sostener una buena producción de madera en combinación con animales, las densidades recomendables son de 200 árboles/ha. o menos (Hawke y Percival, 1984). En algunos casos de baja precipitación, se sugiere una densidad de 100 árboles/ha. Las experiencias muestran que si se mantienen más de 200 árboles/ha. durante todo el turno, hay una fuerte reducción de la productividad del componente pasto cuando los árboles comienzan a interceptar sus copas. Esto sucede aún en áreas relativamente húmedas bajo condiciones favorables para el desarrollo del pasto. Por lo tanto, en la Sierra será importante observar la aplicación de los sistemas silvopastoriles con el propósito de asegurar que se logren los dos objetivos planteados.

2) Siempre es conveniente aplicar la poda a alturas variables (PAV). Los desechos después de la realización de las podas y raleos, pueden ser un

problema en la aplicación de los sistemas silvopastoriles. La presencia de éstos puede causar dificultades para manejar el hato de animales e interfieren en el desarrollo normal del pasto, al contribuir parcialmente a la invasión de malezas. A veces, no será práctico sacar los desechos después de un raleo o poda. Tampoco conviene remover aquellos de diámetro pequeño. Se pueden reducir estos problemas, raleando y podando oportunamente y cortando los desechos de mayor tamaño en secciones pequeñas. En muchos lugares en la Sierra, se utilizará la madera de los raleos para combustible.

Al igual que con el pino, se puede pastorear animales en plantaciones forestales de muchas especies. En el Valle del Mantaro en Junín, Perú, se lo ha hecho ya por unos 15 años en una plantación experimental de Eucalyptus globulus. En todos los sitios donde se ha practicado el pastoreo controlado dentro de plantaciones, la clave del éxito, es la realización oportuna de raleos y podas para un buen desarrollo de los pastizales.

Un detalle interesante es que al término del turno, se tendrá casi el mismo número de árboles que habría en una plantación sólo destinada a la producción de madera de calidad, lográndose adicionalmente, mantener la producción pecuaria.

B.2.3 Pastoreo en áreas con bosques naturales

Aunque dentro del callejón interandino ya casi no existen bosques naturales, en el sur de la Sierra, así como en los flancos orientales y occidentales, quedan aún áreas significativas de bosque natural donde la gente viene talando indiscriminadamente con el fin de establecer nuevos potreros. En estas áreas podría reducirse mucho el impacto negativo de la deforestación, aplicando un plan de explotación selectivo al momento de tala. Para convertir bosques en áreas silvopastoriles deben dejarse árboles a una densidad adecuada, tal vez 50-100 árboles por hectárea, utilizando los siguientes criterios de selección de los árboles a mantener:

- árboles fijadores de nitrógeno como el Alnus, Myrica, Inga, Acacia o Erythrina; manteniendo un mínimo de 25 por hectárea si existen;
- árboles de madera de mucho valor que están creciendo bien y que todavía no han alcanzado un tamaño óptimo para su venta, conservándolos para una cosecha futura;
- árboles que producen frutos o follaje comestible para el ganado; y
- árboles de menor valor, pero que servirán para dar sombra o protección al suelo. Estos permitirán mantener la densidad deseada en el caso de que no hayan ejemplares adecuados de las especies antes señaladas.

Cabe destacar que en las zonas húmedas de la Sierra muchas veces se encuentra regeneración natural de árboles dentro de los potreros. En tales casos, hay que promocionar la limpieza selectiva de los potreros con el fin de dejar y cuidar los brinzales o arbolitos de las especies deseadas a un espaciamiento apropiado para el establecimiento de parcelas silvopastoriles.

B.2.4 Otros tipos de asociación de árboles con pastos y ganado

a) Cercos vivos para la división interna de potreros

En el Capítulo 3 se presentaron las características, beneficios y posibles limitaciones de los cercos vivos. Cabe destacar que en la producción ganadera andina, los cercos vivos para la división interna de potreros pueden jugar un papel muy importante en el manejo racional del pastoreo.

Como va a ser discutido en el Capítulo 4.E, para un buen manejo de pastos se necesita controlar el movimiento de los animales y la intensidad de pastoreo en cada área. En muchas partes del mundo para lograr ésto, se utilizan cercos de postes secos con alambres de púas o con electricidad; estas técnicas no están al alcance del campesino andino por su alto costo. Los cercos vivos, especialmente los de vegetación compacta que no requieren alambre de púa, representan una alternativa real para la división interna de potreros y el buen manejo de los mismos (Figura 24).

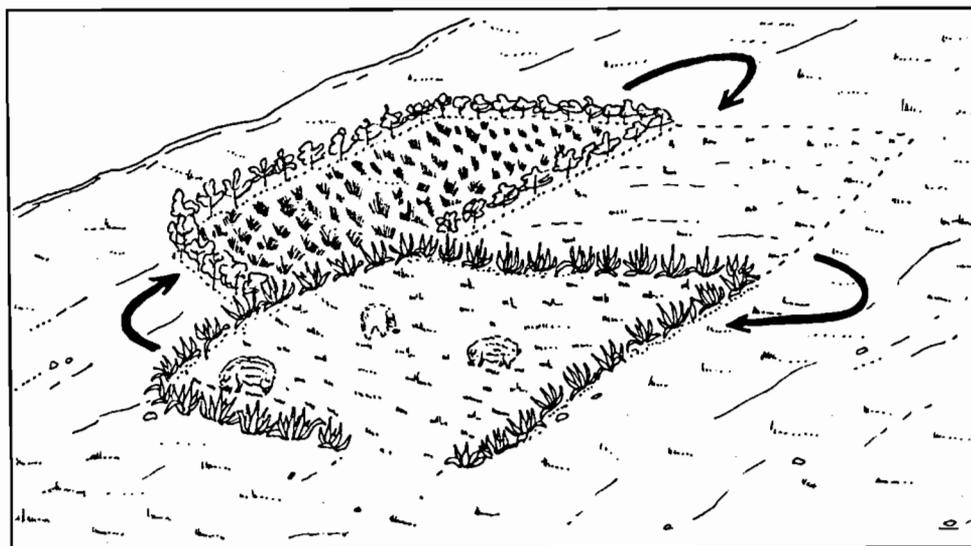


Figura 24. El movimiento de los animales en el potrero y la intensidad del pastoreo puede ser controlado con la instalación de cercos vivos divisorios.

b) Cortinas rompevientos

Ya se discutió con bastante detalle en el Capítulo 3.C los beneficios, así como el funcionamiento de las cortinas rompevientos. Se menciona de nuevo dentro de los sistemas silvopastoriles para destacar su gran potencial en la Sierra, tanto por reducir la erosión eólica como por su efecto sobre el microclima y abrigo del ganado. En el sistema de cortinas rompevientos, al igual que en cercos vivos, existe mucho por

investigar acerca de plantas leñosas-forrajeras de la Sierra que pueden ser utilizadas dentro de estos sistemas.

c) Bosquetes de protección dentro de pastizales

En terrenos muy marginales dentro de potreros, por ejemplo sitios con problemas serios de erosión, se deberían instalar cercos para evitar la entrada de animales y establecer bosquetes de protección con árboles y/o arbustos. Estos bosquetes servirán para recuperar paulatinamente los suelos, para abrigo del potrero aledaño contra los vientos y heladas, y para producir leña u otros productos forestales.

De suelos marginales no debe esperarse mucha producción y posiblemente habrá que invertir relativamente más en la preparación del sitio para lograr un aceptable establecimiento. En sitios donde se considera más apropiada la plantación de arbustos y, donde se tiene una razonable posibilidad de protección contra animales, se debería ensayar la siembra directa de semillas en el campo. En el sur del Perú se han tenido resultados prometedores de la siembra directa de retama y Cassia sp. en combinación con zanjas de infiltración en suelos marginales.

B.3 El Manejo de Pastoreo para el Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles

El problema principal en el establecimiento de plantaciones forestales en la región andina es el daño causado por el ganado. Se encontró que de todas las plantaciones establecidas a lo largo de la Sierra peruana durante 1984-1985, en más de 90% había pérdida de arbolitos por los animales y en 50% de ellas el daño por el pastoreo fue severo (Carlson y Candela, 1985). Si el problema es tan serio en plantaciones masivas, será más difícil en sistemas donde se pretende establecer árboles dentro de áreas de pastoreo.

A continuación se presentan algunas estrategias de manejo del pastoreo para ayudar al establecimiento de sistemas silvopastoriles. Estas ideas son relevantes para todos los sistemas agroforestales debido a que el ganado se encuentra en casi todo rincón de la Sierra.

B.3.1 Descanso total de potreros o pastizales

Una solución para establecer árboles en potreros es la de eliminar la presencia de los animales de un área del potrero durante algunos años, hasta que los árboles alcancen un tamaño adecuado para poder soportarlos. Durante esta etapa se podría incluso cultivar el terreno como se mencionó en el Capítulo 3.C. Esto además, podría ayudar al establecimiento de los árboles, porque ellos aprovecharían de las labores culturales del terreno. Una vez que los árboles hayan alcanzado el tamaño adecuado se pueden establecer los pastos deseados y convertir el terreno en un área silvopastoril.

En áreas de latifundios, donde no hay tanto problema en cerrar potreros durante algunos años, existe la posibilidad que durante la etapa de descanso surgirá la regeneración natural de árboles. Esto viene sucediendo con el aliso en uno de los ensayos silvopastoriles del Proyecto DINAFA/A.I.D. en la zona de Pasochoa.

Obviamente la limitación principal de esta técnica es que no es factible para minifundios donde la escasez de tierra no permite el descanso de un potrero el tiempo necesario para establecer los árboles. Sin embargo, donde hay posibilidades de hacer la rotación de potreros a cultivos puede ser una manera de establecer los árboles sin presencia del ganado.

B.3.2 El corte de pastos

Una manera muy apropiada para eliminar la presencia de animales de un terreno mientras se establece los árboles, sin perder la producción forrajera, es con el corte de pastos. En propiedades pequeñas esto se realizaría manualmente, mientras en predios grandes con pendientes suaves se puede utilizar maquinaria para ejecutar este trabajo. Así, no sólo se elimina la presión del pastoreo, se tendría una reserva forrajera para épocas secas, a la vez que se limpia o deshierba los arbolitos en su etapa inicial de establecimiento.

B.3.3 Protección individual de los árboles

En sistemas donde se quiere establecer árboles dispersos en potreros, una manera lógica de proteger los arbolitos sin eliminar la presencia de animales del área es a través de la construcción de cercos individuales para cada arbolito. En Costa Rica se utiliza esta práctica para establecer aliso en potreros construyendo cercos triangulares alrededor de cada planta (Figura 25).

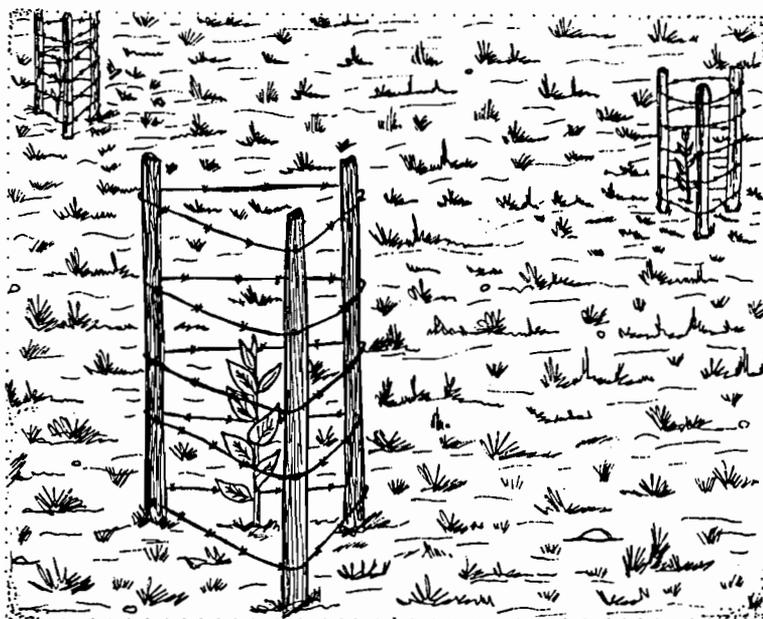


Figura 25. Cercos individuales para proteger arbolitos en pastizales.

La limitación principal de esta práctica es el costo de materiales para los cercos. En Chimborazo se ha calculado que para cercar 100 árboles por hectárea se necesitarían unos S/. 18,000, considerando cercos de cuatro

postes de madera y cuatro alambres de púa (Ing. Eduardo Cevallos, comunicación personal). Obviamente, este costo podría reducirse utilizando materiales locales. Por ejemplo en Saraguro, están ensayando cercos hechos de hojas de penca (ver Figura 26). Aunque estos cercos no son suficientemente sólidos, se espera que, en combinación con una buena guardianía, serán adecuados para proteger los arbolitos durante la etapa de establecimiento.

B.3.4 El sogueo

El sogueo es una práctica común para controlar el pastoreo en muchas áreas de los Andes; cada animal es amarrado con una soga a una estaca y solo puede pastar dentro de un círculo limitado por el largo de la soga. Una vez que consume todo el pasto dentro de esa área, se mueve la estaca a otro lugar. Esta práctica permite el pastoreo dentro de áreas con árboles jóvenes sin causar daño. Lo más seguro es combinar esta práctica con la protección individual o marcación de los árboles con material local (cerco de hojas de penca, por ejemplo) para asegurar que el guardián estará siempre consciente de la ubicación de los arbolitos que hay que proteger (Figura 26).

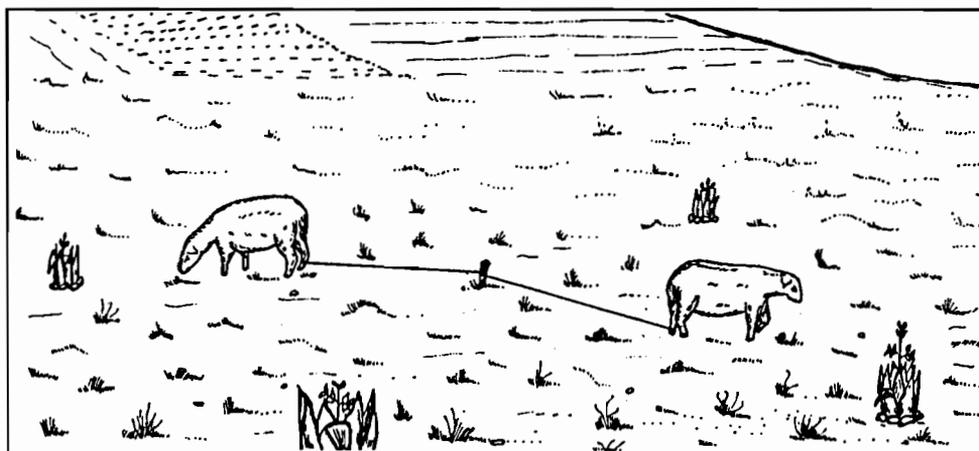


Figura 26. El sogueo controla el movimiento de los animales y limita su área de pastoreo. La protección de los árboles puede complementarse con la instalación de cercos de penca alrededor de cada árbol.

B.3.5 Ambientar animales

El ganado vacuno acostumbrado a comer debajo de árboles causa menos daño que los que ingresan a una plantación por primera vez (Gillingham *et al.*, 1976; Hawke y Percival, 1984). Por lo tanto, se recomienda introducir los animales debajo de una plantación de mayor tamaño antes de pastorearlos dentro de un rodal joven. Además, será importante vigilarlos continuamente durante sus primeras visitas dentro la plantación.

B.3.6 Plantación con árboles grandes

Una manera de reducir el tiempo de protección de los árboles del pastoreo, es a través de la plantación de arbolitos grandes. Aunque el uso de material grande (de 60-80 cm. por ejemplo) implica mayor costo por planta en la producción en vivero y su transporte, muchas veces se justifica para sistemas agroforestales, dadas las difíciles condiciones de establecimiento. Por otro lado, los costos de establecimiento no son necesariamente más altos si se considera que en sistemas agroforestales generalmente se plantan menos árboles por hectárea que en plantaciones masivas. El mayor éxito en la plantación de material grande se debe a que, al ser más visibles, reciben más protección por parte del propietario, alcanzan más rápido un tamaño con el que pueden resistir los daños causados por los animales, y tienen mayores reservas para rebrotar en el caso de daño por ramoneo.

Para tener éxito en el prendimiento de arboles grandes hay que utilizar material de buena calidad. Debido a los problemas radiculares de producir árboles grandes en fundas, es recomendable producirlas en platabandas, siguiendo un régimen de poda de raíces y de lignificación antes de sacarlos del vivero. Además, en zonas sin mucha humedad, se debería transportar y transplantar árboles grandes con pan de tierra en las raíces para asegurar un mayor prendimiento.

Otras formas de minimizar el tiempo de establecimiento inicial de árboles es con una buena preparación del sitio y fertilización.

B.3.7 Otras consideraciones en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles

a) Calidad del pasto

El grado de daño a los arbolitos se relaciona directamente con la cantidad y calidad de forraje dentro de la plantación. Mientras existe un buen contenido de proteína en la forraje (es decir buen porcentaje de leguminosas) el daño a los árboles es mínimo, pero si no hay forraje en cantidades suficientes, los animales destruirán los arbolitos buscando en ellos el alimento necesario.

b) Tipo de animal

Obviamente el tipo de animal influye mucho en el grado de daño que se hace a los arbolitos. Las ovejas son menos dañinas que el ganado vacuno debido a que no alcanzan niveles muy altos para ramonear y su pisoteo es menos compactante. Por otro lado, algunos agricultores consideran que las llamas son menos dañinos por el tipo de pisoteo y corte superficial de las plantas que ellas causan (Galloway, 1987).

c) Topografía

Las ovejas tienden a congregarse casi siempre en la parte alta de las colinas o en las planicies. En estos sitios, así como cerca de fuentes de agua, el potencial de daño es mayor.

d) Duración e intensidad del pastoreo

A mayor tiempo que los animales pasan en un lugar, mayor es la posibilidad de daño a los árboles. Ello porque con el gasto del forraje en el sitio, los animales comienzan a dañar los arbolitos.

e) La especie arbórea plantada

Lógicamente algunas especies de árboles soportan mejor las condiciones de pastoreo que otras. Una de las razones porque el Eucalyptus globulus ha prosperado en los Andes es que no es palatable para el ganado y tiene la capacidad de rebrotar vigorosamente después de un daño. Obviamente, especies que comparten estas características tendrán más posibilidades de ser establecidas en sistemas silvopastoriles.

C. RESUMEN

Se presentan los sistemas agroforestales tradicionales y prometedores en la Sierra incluyendo los cercos vivos y linderos, cortinas rompevientos, fajas de árboles en contorno combinados con barreras muertas o vivas o zanjas de infiltración en terrenos agrícolas, árboles intercalados a espaciamiento amplio dentro de las chacras, bosquetes en terrenos marginales bajo cultivo y los sistemas silvopastoriles. Se describe cada sistema y discute sus funciones, así como sus beneficios y desventajas o limitaciones. También se discute otros detalles como espaciamientos y especies utilizados.

Para los sistemas silvopastoriles se examina la función del árbol en el medio pastoril, así como las técnicas de manejo de pastoreo para el establecimiento de árboles dentro de pastizales.

Capítulo 4

ASPECTOS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA SIERRA

En el Capítulo 3 se presentaron los sistemas agroforestales tradicionales y más prometedores para la Sierra. En el presente, se tratan algunas consideraciones de carácter técnico a tener en cuenta en el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales, y se analizan los posibles impactos de los sistemas sobre el suelo, dentro de la realidad de clima y suelos de la Sierra ecuatoriana.

Como se mencionó en la introducción del libro, la agroforestería no es una panacea para los problemas de degradación del suelo y producción agrícola y forestal en la región andina. En algunos casos, se puede llegar a hacer daño a la producción agrícola si se aplican sistemas agroforestales sin las especies apropiadas, sin el diseño correcto o el manejo adecuado. Por lo tanto, antes de promocionar la agroforestería al agricultor, hay que tener claras las posibilidades reales de cada sistema a establecer, así como el manejo que requieren.

Previous Page Blank

A. SELECCION DE ESPECIES

(Recopilado de la presentación del Ing. Glenn Galloway. Algunos párrafos de la presente sección fueron extraídos textualmente del Capítulo 5 de la Guía Sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana - Galloway, 1986)

Al iniciar un programa agroforestal con una comunidad o propietario individual, hay que tomar una decisión fundamental: qué especie plantar. Esta decisión depende básicamente de cuatro consideraciones:

- i. Cuáles son las características del sitio a plantar;
- ii. Cuáles son los objetivos de la plantación agroforestal;
- iii. Cuáles son las preferencias de la gente; y
- iv. Cuáles especies están disponibles en los viveros de la región.

A continuación se discute cada una de estas consideraciones.

A.1 Características del Sitio a Plantar

En la Sierra, donde existen condiciones ecológicas muy diversas, los elementos que permiten identificar las características de un sitio son su altura, topografía, precipitación y tipo de suelo. En terrenos de mucha altura la temperatura es baja y las heladas son frecuentes, pero generalmente la precipitación es mayor. En esta zona los sitios cóncavos o de pampas tienen la mayor incidencia de heladas. En terrenos de menos altura, aunque las condiciones de temperatura son más favorables, muchas veces la escasa humedad es un factor limitante para muchas especies.

En las zonas altas, por los problemas de temperatura baja y heladas, así como en las zonas bajas por la falta de humedad, existen relativamente pocas especies aptas para la reforestación. Por el contrario, en alturas medianas encontraremos mayor variedad de especies arbóreas, de las cuales podremos seleccionar las más adecuadas para sistemas agroforestales.

Por ser relativamente joven el trabajo forestal en la Sierra, aún resulta difícil definir con precisión las especies adaptables a cada sitio. En el Proyecto DINAFA/A.I.D. se ha iniciado un estudio de Zonificación de Especies de la Sierra que incluye más de 70 especies en observación. Aunque el estudio no es completo, es una herramienta importante para comparar la adaptabilidad de especies forestales en sitios diferentes. En el campo, para determinar qué se puede plantar en un sitio, lo común es buscar indicadores de especies ya existentes. Aunque esta técnica tiene validez, su limitación principal es que muchas veces no encontraremos árboles o relictos de bosque en un sitio, lo que nos obliga a trabajar sin referencias. Por otro lado, no hay que adelantar conclusiones sobre la adaptabilidad de una especie sólo en base del crecimiento inicial de un árbol joven. Siempre se debe tener cuidado de no sobrepasar las limitaciones ecológicas de las especies a plantar.

A.2 Los Objetivos de la Plantación Agroforestal

Es importante tener en claro el uso final de los árboles dentro de un sistema. Se pueden clasificar los propósitos finales de los árboles en cuatro categorías:

- i. Protección del suelo y mejoramiento del microclima;
- ii. Producción doméstica (leña, madera para construcción y artesanía, postes, frutos, forraje, etc.);
- iii. Producción industrial (madera para aserrío, aglomerados, etc.); y
- iv. Ornamentación y otras.

Obviamente, una plantación puede tener varios propósitos finales, como en el caso de una cortina rompeviento, que servirá para proteger el suelo y los cultivos contra el impacto negativo de los vientos, así como para producir madera de aserrío y leña.

Las características principales que deben tener las especies a plantar para la protección del suelo son:

- i. Una buena sobrevivencia y rápido crecimiento en sitios empobrecidos;
- ii. Capacidad de producir una buena cantidad de materia orgánica;
- iii. Un sistema radicular robusto que se extienda ampliamente. Esta característica puede ser perjudicial en algunos sistemas debido a la mayor competencia entre árboles y cultivos por humedad y nutrientes;
- iv. Capacidad de fijar nitrógeno; y
- v. Capacidad de rebrotar.

Para la protección de cultivos contra efectos climáticos las características a observar son: forma de la copa del árbol, altura y rápido crecimiento.

A.3 Preferencias de la Gente

La selección de especies que son preferidas por la gente es básica para garantizar la buena aceptación de un plan agroforestal. Las tradiciones del campesino influyen mucho en su preferencia de árboles.

Generalmente los campesinos buscan especies de usos múltiples que a la vez, por ejemplo, produzcan vigas para construcción, mangos para sus herramientas, hojas de uso medicinal o tintóreo, madera para tallar, etc. Además, la forma del árbol, por razones ornamentales o de función, también es considerada importante. En Ancash, Perú, por ejemplo, los campesinos establecen sauco (*Sambucus peruviana*) en sus huertas, principalmente para secar mazorcas de maíz en su copa abierta y secundariamente por sus frutos.

Por otro lado, el campesino andino tiene importantes experiencias a compartir sobre el establecimiento de sistemas agroforestales. Si un agricultor afirma que no quiere plantar eucalipto en su chacra porque "se seca el suelo" es probable que el eucalipto en sus suelos no es compatible con los cultivos.

Muchas veces la gente puede tener preferencias equivocadas, basadas en información errónea o inexacta. Es común en la región andina, por ejemplo, encontrar agricultores deseosos de establecer plantaciones de eucalipto con el fin de producir madera de dimensiones grandes en laderas muy erosionadas y secas. En estos y otros casos, es necesario educar a la gente sobre las características y los requerimientos de las especies para poder hacer una selección de especies apropiada.

Al comenzar cualquier proyecto de agroforestería, es recomendable recoger información de hombres y mujeres de la comunidad, para conocer los objetivos y preferencias que tienen al plantar árboles. En base a esta información (que puede recogerse a través de una encuesta) se puede planificar la producción de especies más apropiadas para el trabajo (ver experiencias del Proyecto Agroforestal de Saraguro, Capítulo 5).

A.4 Las Especies Disponibles

Una vez definidos los objetivos del sistema agroforestal a establecer, se reduce el número de especies posibles a utilizar para dicho fin. Por ejemplo, no se va a plantar Cassia sp. como especie principal de una cortina rompeviento alta, ni eucalipto para la recuperación del suelo. Aunque la lista de especies posibles que podrían servir para el propósito final de la plantación puede ser amplio, obviamente hay que limitarse a las que se están produciendo en los viveros de la región.

Lamentablemente hasta la fecha existe limitada diversificación de producción de especies en la mayoría de los viveros de la Sierra, habiendo disponibilidad principalmente de especies de Eucalyptus, Pinus, o Cupressus. Esto se debe a que en los proyectos de reforestación no ha habido demanda para otras especies, así como por el escaso conocimiento que hay sobre la propagación de especies nativas (ver Capítulo 4.F).

Hay mucha polémica en la Sierra sobre el uso de las especies exóticas versus las especies nativas. Las especies nativas definitivamente tienen algunas ventajas. Ya están adaptadas al medio y, por lo tanto, normalmente poseen cierta resistencia a las plagas y enfermedades locales. Proporcionan muchos productos tradicionales utilizados por los campesinos. También, aún en monocultivo, son consideradas más útiles en la conservación de la flora y la fauna. Además, muchas especies nativas son ideales para ser incluidas en sistemas agroforestales y para la protección de cuencas hidrográficas. No obstante, las especies exóticas bien seleccionadas muchas veces se comportan mejor en plantaciones en la Sierra.

Las especies exóticas ampliamente sembradas son, normalmente, especies pioneras o colonizadoras; es decir las que invaden aperturas en la vegetación donde, por ejemplo, ha ocurrido un incendio, un derrumbe u otra calamidad. La mayoría de los terrenos disponibles para plantaciones son

Lugares con poca vegetación o con una cobertura vegetal baja (pastos, etc.). Dichos sitios son sumamente difíciles para especies que en su habitat natural tienen su desarrollo inicial en el piso de bosque donde existen condiciones frescas con sombra. Por esta razón, algunas especies nativas no son aptas para la reforestación en masas puras.

En los sistemas agroforestales muchas veces no conviene plantar eucalipto u otras especies que compiten agresivamente con los cultivos o que producen exceso de sombra. En tales circunstancias, algunas especies nativas pueden ser más apropiadas. El aliso y el guato, por ser fijadores de nitrógeno que forman sombra poca densa, encajan bien en varios sistemas agroforestales; y el quishuar por su buen desarrollo, resistencia a heladas en altura, capacidad de rebrotar y su forma baja y densa de crecer, se presta muy bien para la formación de barreras vivas y cortinas bajas. Estas y otras especies nativas, o exóticas poco plantadas hasta ahora en la Sierra, podrían ser útiles en los sistemas agroforestales.

La limitación principal por lo que se utilizan poco las especies nativas es que aún son poco conocidas las técnicas de su propagación y establecimiento en campos definidos. Además, para muchas especies es difícil conseguir semilla confiable para su propagación. Se hace necesario promover la investigación y ganar experiencias en la propagación y plantación de especies nativas y divulgar esta información en toda la Sierra.

B. EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES SOBRE LA MATERIA ORGANICA, LA FERTILIDAD Y LA CONSERVACION DEL SUELO EN LA SIERRA

(Recopilado de la presentación del Ing. Glenn Galloway)

En el Capítulo 3 se presentaron los beneficios de los distintos sistemas agroforestales, mencionando entre otros, el impacto que pueden tener sobre el suelo. A continuación, se analiza en más detalle la importancia de la agroforestería sobre la materia orgánica, la fertilidad y la conservación de los suelos en la Sierra ecuatoriana.

B.1 El Aumento o Mantenimiento de la Materia Orgánica en el Suelo a través de la Aplicación de Sistemas Agroforestales

En la mayoría de los suelos de ladera cultivados en la Sierra hay menos de 1% de materia orgánica en su parte superficial. A pesar de constituir una cantidad muy baja, juega un papel vital en la producción agrícola. La importancia de la materia orgánica se debe a que:

- i. Mejora significativamente las características físicas del suelo. Hace más sueltos los suelos arcillosos y da mayor consistencia a los suelos arenosos;
- ii. Aumenta significativamente la capacidad del suelo de mantener humedad;
- iii. Sirve como fuente principal de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y azufre. Estos elementos se liberan cuando la materia orgánica se descompone;
- iv. Las partículas pequeñas de materia orgánica parcialmente descompuestas (llamado humus) tienen una capacidad muy alta de retener nutrientes en comparación con la arcilla;
- v. El humus puede asegurar que la mayoría del fósforo en el suelo permanezca en forma aprovechable para las plantas. Esto es especialmente importante en suelos ácidos comunes en la Sierra; y
- vi. Reduce la erosión porque favorece la formación de partículas grandes de suelo que resisten mejor la fuerza de la lluvia. Además, mejora, la permeabilidad del suelo y con ello reduce la escorrentía (Leonard, 1967).

Desafortunadamente, una vez que se inicia el laboreo de un terreno el nivel de materia orgánica empieza a reducirse por las siguientes razones:

- i. Al arar o trabajar el suelo con azadón, se aumenta la aireación, lo que estimula la actividad microbiológica que descompone rápidamente la materia orgánica;

- ii. Cuando se cultiva en surcos, se expone el suelo a temperaturas más altas, lo que acelera también la descomposición de materia orgánica; y
- iii. Mientras bosques y pastizales reciclan grandes cantidades de materia orgánica al suelo a través de la caída de hojas y mortalidad de raíces, en cultivos donde se extrae del terreno mucha de la producción vegetal, hay menos reciclaje de materia orgánica (Leonard, 1967).

Por lo tanto, en terrenos agrícolas bajo cultivo anual es difícil mantener el nivel de materia orgánica en el suelo, y al analizar lo que se necesita para aumentarla nos encontramos ante un grave problema. Cada 1% de materia orgánica en el suelo representa unos 22,000 kg/ha de humus, y para producirlo hay que incorporar unos 44,000 kg/ha de material verde al suelo (Leonard, 1967). En las laderas de la Sierra, donde la producción vegetal generalmente es mediana o baja y el uso de los restos vegetales como forraje es tan común, es difícil lograr incorporar tanto material al suelo.

En el caso de los árboles, el aporte de materia orgánica viene tanto de la mortalidad de raicillas como de la caída de hojarasca. Los pocos estudios que se han hecho sobre las raicillas muestran que, en comparación con la hojarasca, la mortalidad de ellas contribuye hasta el doble de la materia orgánica que se incorpora al suelo, según la especie arbórea. Además, en muchas especies, las raicillas contienen más nitrógeno que la hojarasca y su descomposición e incorporación al suelo puede ser hasta tres veces más rápida (Bowen y Nambiar, 1984).

La mortandad de raicillas ocurre cuando se hace la poda de los árboles o en épocas de cambios bruscos (stress) para el árbol como es la sequía. Por lo tanto, cuando se podan árboles con el fin de contribuir más materia orgánica al suelo a través de las ramas y hojas, también se está contribuyendo al mismo fin con la mortalidad de raicillas.

Aunque se espera poder mantener y aumentar la materia orgánica del suelo con la aplicación de sistemas agroforestales, se debe ser realista. En algunos sistemas los árboles no van a tener mayor impacto sobre ello, mientras en otros es posible, con un manejo adecuado, poder contribuir cantidades significativas de material verde para incorporar al suelo.

Por ejemplo, un sistema que se considera sí tiene potencial para aportar materia orgánica al suelo es la faja de árboles en contorno. Donde se establecen y podan frecuentemente especies fijadoras de nitrógeno de rápido crecimiento, como el aliso o acacia bajo este sistema, las ramas tiernas servirán como abono verde para la chacra. Los fijadores de nitrógeno serán los más apropiados para este sistema, debido a la contribución de este nutriente al suelo. Por su descomposición rápida, producto de su relación alta de nitrógeno a carbono (ver Capítulo 4, C.2.1.d), permiten cultivar el suelo poco después de aplicar el abono verde. La amplitud del área de la chacra influenciada por este aporte dependerá de las distancias entre fajas y la manera de distribuir el material verde. Obviamente con fajas más cercanas y una distribución uniforme de las ramas tiernas habrá impacto sobre todo el suelo. Este aporte no se conseguirá si, bajo este o cualquier

otro sistema, se extrae el material de la chacra para utilizar como leña o forraje.

En el Cuadro 1 se compara los distintos sistemas agroforestales tratados en este libro según su posible impacto sobre el nivel de materia orgánica en el suelo. Lo que sí es evidente es que para esta característica del suelo, es de mayor importancia el manejo correcto de los cultivos siguiendo técnicas como:

- i. Reponer o dejar todos los restos vegetales sobre el sitio;
- ii. No practicar la quema;
- iii. Incorporar el excremento de los animales al suelo;
- iv. Limitar al mínimo el laboreo del suelo;
- v. Hacer rotación de cultivos; y
- vi. Cultivar leguminosas para incorporarlas al suelo (utilizar áfonos verdes) (Leonard, 1967).

B.2 Los Sistemas Agroforestales en el Control de la Erosión

Es común promocionar los sistemas agroforestales en base a su posibilidad de conservar los suelos, aunque se conoce que varía mucho la efectividad de los distintos sistemas en el control de la erosión. Este aspecto ha sido ampliamente abordado en el Capítulo 2, por lo que aquí, suscintamente, señalamos las funciones que los sistemas agroforestales pueden cumplir para disminuir la erosión. Estas son:

- i. Reducir la velocidad de la escorrentía superficial;
- ii. Producir una cobertura con las copas de los árboles para reducir la fuerza de las precipitaciones;
- iii. Producir una capa de desechos vegetales sobre el suelo;
- iv. Aumentar la materia orgánica en el suelo; y
- v. Reducir el impacto del viento y con ello la erosión.

En el Cuadro 1 se compara los distintos sistemas agroforestales según sus funciones de reducir la erosión. Cabe destacar que en él solo se señalan la eficacia de los árboles de controlar la erosión en estos sistemas. Obviamente, en combinación con obras de conservación del suelo y técnicas conservacionistas de cultivo, todo sistema agroforestal ayuda a reducir la erosión.

B.3 Aspectos Importantes de Sistemas Agroforestales y la Fertilidad del Suelo

Existe la idea común que el simple hecho de plantar árboles garantiza la mejora en la fertilidad del suelo. Actualmente sabemos que sin una

Cuadro 1. Impacto de los sistemas agroforestales en la producción de materia orgánica y control de erosión.

| | Aumento de Materia Orgánica | Reducción de Escorrentía | Producción de Cobertura Sobre el Suelo | Producción de Capa de Desechos Vegetales | Estabilización del Suelo* | Reducción del Viento |
|---|---|---|--|---|--|---|
| 1. Cercos vivos, linderos y cortinas rompevientos. | Impacto mínimo. Contribuyen material verde al suelo sólo en los límites de la chacra. | Generalmente impacto mínimo. Puede ser amplio en caso de tener cercos vivos compactos orientados en sentido contra la pendiente. | Impacto mínimo. Su protección será limitada al suelo a los lados de los cinturones de árboles. | Impacto limitado al lado de los cinturones de árboles. Dependiendo de la especie, se puede hacer una distribución de desechos en la chacra. | * En todos los sistemas los árboles cumplirán esta función. Su efectividad dependerá de la distribución de árboles sobre el terreno y el sistema radicular de la especie plantada. | Impacto muy importante. Su eficacia depende de la orientación y composición del cinturón de árboles. |
| 2. Fajas de árboles en contorno en combinación con obras de conservación del suelo. | Amplio potencial del aporte de cantidades significativas de material verde. Las especies fijadoras de N son las más apropiadas. | Muy importante, es su función principal. La efectividad depende de las distancias entre fajas. | Impacto mínimo por tener árboles podados con copas pequeñas. | Muy importante con un manejo correcto de poda y distribución del material cortado. | | Impacto generalmente mínimo. Puede ser importante si las fajas tienen orientación perpendicular al viento y poco espacio entre ellas. |
| 3. Árboles intercalados con cultivos a espaciamientos amplios. | Aporte bajo por disponer de pocas árboles por ha. Sería conveniente observar producción de hojarasca en distintas especies para su selección. | Impacto mínimo por contarse con pocos árboles/ha. | Protección dispersa alrededor de cada árbol. No proporciona protección completa a la chacra. | Impacto mínimo. Producción sólo alrededor de los árboles dispersos en la chacra. | | Su impacto dependerá del número de árboles y la forma y altura de su copa. |
| 4. Bosquetes en terrenos marginales bajo cultivo. | Amplio potencial de aporte a mediano y largo plazo. Dependerá de la especie plantada y de la mantención de desechos del bosque en el suelo. | Impacto importante una vez que deja de cultivar el terreno. Además, depende de no extraer toda la hojarasca del bosque para leña. | Muy importante. Se contará con cobertura total por las copas de la plantación. | Muy importante si no se extrae toda la hojarasca para leña. | | Impacto importante dentro del bosque y en terrenos aledaños. |
| 5. Sistemas silvo-pastoriles. | Dependerá de contar con un buen número de árboles/ha. y de su manejo. Un buen manejo de pastos puede contribuir más materia orgánica que los árboles. | Depende más de una buena cobertura de pasto. | Depende de la densidad de los árboles y las especies. | Depende de la densidad de árboles. De mayor importancia una buena cobertura de pastos. | | Dependerá del número de árboles en un área, así como de la forma de sus copas. |

fertilidad inicial mínima, no habrá éxito en el establecimiento de árboles y hasta se puede reducir la fertilidad de un sitio con un manejo y explotación forestal inapropiado. A continuación se presentan algunas conclusiones de un estudio sobre este tema:

- i. Probablemente el peligro mayor al intentar sostener la productividad de un sitio bajo cobertura de bosque es la pérdida de nutrientes debido al uso intensivo de todos los productos del árbol. Al utilizarse ramas y hojas para forraje o leña puede reducirse rápidamente la productividad de un lugar;
- ii. En un suelo deficiente en nutrientes hay que fertilizar al momento de plantar árboles, si se quiere una producción mediana o buena. Postergando demasiado la fertilización, puede resultar una fuerte reducción en la producción;
- iii. Habrá que reemplazar los nutrientes que se cosechan con fertilizantes, si se desea sostener la productividad de un sitio. El simple establecimiento de árboles no va a mejorar la fertilidad de los suelos;
- iv. Es lógico tratar de minimizar los insumos y costos para el establecimiento de árboles, pero el esfuerzo de minimizar la inversión necesaria para establecer un sistema agroforestal no debe significar la no aplicación de fertilizantes donde existen deficiencias agudas de nutrientes. Lo que se puede procurar es aplicar los niveles más bajos (indispensables) que permitan alcanzar una producción aceptable; y
- v. El fósforo en cantidades suficientes es esencial para todas las especies, y el nitrógeno y fósforo son necesarios para especies que no fijan nitrógeno (Waring, 1984).

La mayoría de los suelos de ladera en la Sierra son de baja fertilidad. En el estudio de zonificación de especies realizado por el DINA/A.I.D., se encontraron a lo largo del callejón interandino que 90% de los sitios muestreados en plantaciones forestales tienen una fertilidad muy baja o baja; sólo 10% de los suelos alcanzan una fertilidad mediana. Un 93% de los suelos fueron deficientes en fósforo (D. Zitzer, comunicación personal).

Esta deficiencia de fósforo en los suelos de la Sierra representa un problema para el establecimiento y crecimiento aceptable de árboles. En Nueva Zelanda se considera 12 ppm como el nivel crítico de fósforo en el suelo para la plantación de Pinus radiata (Ballard, 1974) pero en la Sierra pocos sitios llegan a este nivel. Sin el fósforo adecuado, los fijadores de nitrógeno no son muy efectivos tampoco. Por ejemplo, Alnus rubra dobló su producción vegetativa y aumentó en cuatro veces su fijación de nitrógeno con fertilización de fósforo (Brady, 1986). En la Figura 27 se puede apreciar la reacción a la fertilización de fósforo de tres leguminosas forrajeras utilizadas para mejorar sitios para la plantación de P. radiata en Nueva Zelanda.

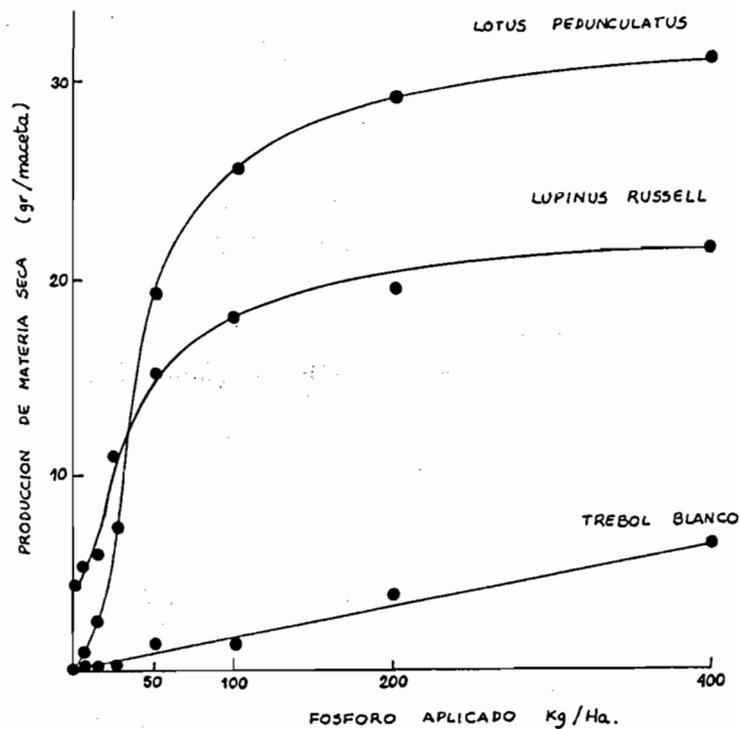


Figura 27. Respuesta al fósforo de tres leguminosas creciendo en subsuelo de bosque; ensayo de invernadero (Davis, 1981).

Para tener éxito en el establecimiento de sistemas agroforestales en la Sierra, los árboles tienen que lograr un desarrollo inicial aceptable. En los suelos de baja fertilidad, comunes en la Sierra, es probable que sin fertilización muchas especies arbóreas no van a alcanzar crecimientos adecuados y, por ende, el riesgo de fracasar en la instalación de los sistemas agroforestales será mayor. Además, para la explotación óptima de fijadores de nitrógeno con el fin de producir materia orgánica y mejorar las chacras, habrá que fertilizar con fósforo en los sitios bajos en este elemento.

Por lo tanto, es imprescindible realizar ensayos demostrativos a lo largo de la Sierra con la aplicación de fertilizantes en la etapa de establecimiento de los árboles en sistemas agroforestales, dando prioridad a la fertilización con fósforo. Se considera que toda institución involucrada en la agroforestería debería incluir este aspecto dentro de sus trabajos; de no hacerlo se corre mucho riesgo de fracaso en su establecimiento.

B.4 Conclusión

Hay que promocionar los sistemas agroforestales teniendo en cuenta todas las limitaciones discutidas en esta sección. No sería conveniente sobre estimar, por ejemplo, la capacidad de un lindero o cerco vivo de producir materia orgánica o controlar la erosión. La promoción debe realizarse en base a beneficios factibles y no en los irreales o dudosos. Los sistemas agroforestales ofrecen muchas ventajas importantes y es en ellas que hay que basar su promoción.

C. LA FIJACION DE NITROGENO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EN LA SIERRA

(Recopilado de la presentación del Ing. Paul Carlson)

En la Sierra el nitrógeno y el fósforo son los nutrientes más limitados en los suelos para el crecimiento de árboles y cultivos agrícolas. Mientras la única manera de aumentar la cantidad de fósforo es mediante la fertilización (una alternativa difícil para los minifundistas debido a su costo) en el caso del nitrógeno se puede incrementar en el suelo con el manejo de plantas fijadoras de este elemento (una técnica dentro del alcance de todos campesinos). A continuación, se explica el proceso de fijación de nitrógeno y las posibilidades de utilizarlo dentro de sistemas agroforestales en la Sierra.

C.1 El Ciclo de Nitrógeno

El nitrógeno (símbolo químico N) a nivel mundial es el nutriente cuya ausencia o escasez en los suelos limita más el crecimiento de plantas. Esto resulta irónico, dado que 78% del aire que respiramos es nitrógeno en forma de gas. La escasez de N en el suelo se debe a que no hay de este elemento en las rocas que le forman y, la poca que se encuentra, se transforma con facilidad en gas, perdiéndose rápidamente del suelo. Estas transformaciones del nitrógeno entre el aire y el suelo se llama el ciclo de nitrógeno y esta representado en forma muy simplificada en la Figura 28.

Casi todo el N en el suelo se encuentra ligado a la materia orgánica. Suelos con buenas cantidades de materia orgánica son fértiles en nitrógeno y los suelos sin ella son pobres en N. Al descomponerse, la materia orgánica se libera el N dejándolo en forma asimilable para las raíces de las plantas (A). Desafortunadamente, al liberar el nitrógeno lo deja también susceptible de perderse a través de su lavado o lixiviación (B) o su conversión en gas que escapa a la atmósfera por la acción de microorganismos, un proceso llamado denitrificación (C).

Con tanta pérdida de nitrógeno del suelo, cómo se puede mantener su fertilidad? Una manera importante es la de incorporar restos vegetales al suelo (D), sin embargo una gran parte del N que esta en las plantas sale de una chacra con la cosecha (E). Afortunadamente existen otras adiciones de nitrógeno al suelo como se muestra la Figura 28.

Una de ellas es la oxidación del N en el aire por la fuerza de las descargas eléctricas de los rayos en tormentas (F). Este N llega al suelo con las lluvias y se estima que, a nivel mundial, representa una acumulación de 15 a 25 kg/ha de N cada año (Fassbender, 1984). Aparte de ello, hay contribuciones de nitrógeno al suelo por el proceso de fijación (G).

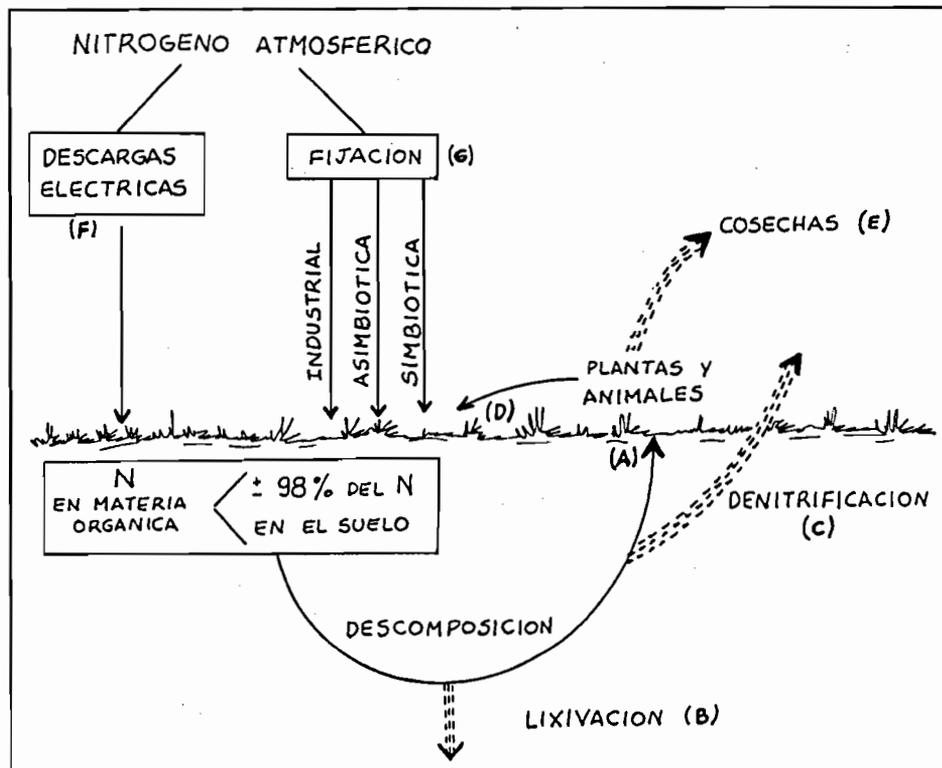


Figura 28. El ciclo de nitrógeno - esquema básico de transformaciones, adiciones y pérdidas de nitrógeno del suelo.

C.2 La Fijación de Nitrógeno

El nitrógeno en el aire está principalmente en forma de gas, su símbolo químico es N_2 . Con la adición de mucha energía y la actividad de una enzima llamada nitrogenasa, se puede reducir el N_2 a amonio (NH_3) que es una forma útil para plantas. Este proceso es conocido como fijación de nitrógeno y las limitaciones principales para que se produzca son dos: las altas cantidades de energía necesitada y la sensibilidad de la enzima nitrogenasa a la presencia de oxígeno.

Como se ve en la Figura 28 existen tres clases de fijación: la industrial, la asimbiótica y la simbiótica. En la industrial se utiliza mucha energía en condiciones artificiales para convertir el N_2 a fertilizantes químicos nitrogenados. Este proceso es muy importante en la agricultura de los países desarrollados, donde es común abonar con 120-180 kg. de N por hectárea cada año en cultivos de maíz (Binkley, 1985), pero tiene un alto costo, haciéndolo poco viable para la región andina. La fijación asimbiótica, consiste en la fijación por acción de microorganismos que viven sin formar asociaciones en las raíces de plantas; existe en ecosistemas en todo el mundo y hace contribuciones bajas de nitrógeno al suelo estimado en el rango de 5-10 kg. N por hectárea por año (Fessbender, 1984). Como su contribución es mínima y no es manejable en sistemas agroforestales no la discutiremos más. La fijación simbiótica sí puede

hacer contribuciones significativas de nitrógeno y es, hasta cierto punto, manejable por parte del agricultor.

C.2.1 La fijación simbiótica de nitrógeno

La fijación simbiótica de nitrógeno ocurre donde existe una asociación especial entre una planta y un microorganismo que vive en las raíces de ella. La relación es simbiótica por que se favorecen mutuamente en su desarrollo; en este caso, la planta recibe el nitrógeno fijado por el microorganismo en sus raíces y el microorganismo recibe alimentos (carbohidratos) y un sitio para vivir por parte de la planta hospedera.

La fijación simbiótica tiene la capacidad de contribuir mucho nitrógeno al suelo, habiéndose medido niveles entre 100-300 kg. de N por hectárea por año en distintas especies (Binkley, 1985). Esto se debe a que (1) la planta hospedera facilita una buena fuente de energía en forma de carbohidratos al microorganismo para ser utilizada en la fijación y (2) existe un tipo de hemoglobina en los nódulos de las plantas (similar a la que hay en nuestra sangre) que aparentemente sirve para regular la concentración de oxígeno, permitiendo así un buen funcionamiento de la nitrogenase.

Las plantas fijadoras de nitrógeno se reconocen por tres características:

- i. Tienen nódulos en sus raíces; en el caso de árboles generalmente se encuentran en sus raíces secundarias;
- ii. Los nódulos de plantas que fijan N activamente son rojos por dentro debido a su hemoglobina; y
- iii. Tienen follaje de color verde oscuro. Dado que el nitrógeno es componente básico de la clorofila, las plantas fijadoras que tienen abundante N adquieren este color.

Cabe señalar que, aunque se encuentran plantas fijando nitrógeno en todo tipo de ambiente, sólo en situaciones muy favorables para el crecimiento de plantas, es decir con buena luz, humedad, temperatura y nutrientes, se puede obtener la fijación de cantidades grandes de nitrógeno. En zonas semiáridas, por ejemplo, la fijación simbiótica de nitrógeno es menor que en sitios con buena humedad.

Existen dos grupos de plantas fijadoras de nitrógeno. El más conocido es el de las leguminosas que tienen asociación simbiótica con una bacteria del género Rhizobium. Esta forma nódulos en forma de pequeñas bolitas blancas en las raíces de las plantas. Existe otro grupo, menos conocido, que tiene asociación simbiótica con un actinomicete del género Frankia que forman colonias de nódulos rojizas en forma de corales en las raíces de las plantas. Estas colonias de nódulos pueden alcanzar un diámetro de 10 a 15 cm.

Ambos grupos tiene el potencial de fijar cantidades grandes de nitrógeno en el suelo. A continuación se va a discutir en más detalle cada grupo, dando énfasis a las especies que pueden ser útiles en sistemas agroforestales en la Sierra.

a) Las leguminosas

La familia Leguminosae, con aproximadamente 650 géneros y 18,000 especies, es la tercera familia de plantas con flores en el mundo (NAS, 1979). Aunque se encuentran árboles leguminosas en casi todos los ecosistemas, son más abundantes en el tropical cálido.

No todas las leguminosas pueden fijar nitrógeno y, hasta la fecha, sólo la mitad de los generos han sido inspeccionados por nodulación (NAS, 1979). Esta familia de plantas está dividida en tres subfamilias entre las cuales existe una diferencia pronunciada en la capacidad de fijar nitrógeno. A continuación se presentan las tres subfamilias de leguminosas, el porcentaje de especies dentro de cada una que tienen nódulos, y las especies arbóreas/arbustivas que se encuentran en la Sierra.

| Subfamilia | % de especies con nódulos (NAS, 1979) | Géneros de leñosas encontradas en la Sierra |
|------------------|---------------------------------------|--|
| Caesalpinioideae | 34 | <u>Caesalpineia</u> o <u>Tara</u> (Huarango). <u>Cassia</u> (Llin-llin) |
| Mimosoideae | 92 | <u>Acacia</u> (Faique y otros), <u>Inga</u> (Guava), <u>Albizia</u> (Pedo Chino) |
| Papilionoideae | 94 | <u>Erythrina</u> (Guato y Canaro), <u>Spartium</u> (Retama), (<u>Lupinus</u>) y mayoría de cosechas leguminosas. |

En este cuadro se observan varios aspectos de interés para la Sierra. (1) En realidad existen relativamente pocos árboles leguminosas en la Sierra. De los géneros incluidos en el cuadro han sido introducidos Albizia y Spartium, así como varias de las Acacias. (2) Dos de los árboles leguminosas más comunes en la Sierra, el huarango y el llin-llin, son Caesalpinioideae, la subfamilia que cuenta con menos fijadores de nitrógeno. Hasta donde se conoce, nadie ha encontrado nódulos en las raíces de estos dos árboles en la Sierra y es probable que no sean fijadores de nitrógeno. (3) Las acacias nativas de la Sierra (Faique, uña de gato, etc.), así como la leguminosa leñosa más común (retama) se encuentran principalmente en sitios secos, donde los niveles de fijación de nitrógeno son bajos. Aunque existe recuperación del suelo en la asociación con estas especies, este proceso es muy lento debido a la escasez de humedad y, por lo tanto, no es manejable en forma intensiva en la agroforestería. El faique, huarango, llin-llin y otros árboles leguminosas de zonas semiáridas son muy importantes desde el punto de vista de sus productos forestales, forraje y protección, pero su capacidad de fijar N probablemente es baja en su habitat natural.

Las especies leguminosas arbóreas en la Sierra de mayor interés desde el punto de vista de fijación de nitrógeno en sistemas agroforestales son la Erythrina, la Inga y especialmente algunas especies introducidas de Acacia como el melanoxylon, dealbata y

cyanophylla, especialmente las últimas dos por su capacidad de rebrotar y crecer en sitios degradados.

Además, cabe señalar que las leguminosas no-leñosas comunes en la agricultura serrana como la alfalfa, trébol, vicia, chocho, haba, arveja y frejol, son fijadores de nitrógeno y el buen manejo de ellos en sistemas de rotación de cultivos y producción de abono verde es muy importante para la producción de materia orgánica y la fertilización del suelo en sistemas agroforestales.

b) Las no leguminosas

Existen por lo menos 23 géneros, en 8 familias diferentes, de plantas que fijan nitrógeno a través de una relación simbiótica con un actinomiceto en sus raíces. Casi todas son plantas leñosas y, generalmente, se encuentran en zonas templadas o en las alturas de la región tropical (Dawson, 1986). En la Sierra, este grupo está representado en la vegetación nativa por el aliso (Alnus) y el laurel de cera (Myrica) y en la vegetación introducida por el Casuarina.

En este grupo, el género de más interés para la Sierra es el Alnus. Este género juega un papel muy importante en la conformación de suelos en zonas templadas y frías. Por ejemplo, es el árbol pionero más importante en la repoblación de la zona afectada por el Volcan Sta. Helena en el estado de Oregón, USA; en la Sierra, se encuentra aliso en derrumbes en todas las zonas húmedas, donde contribuye abundante materia orgánica rica en nitrógeno para reformar suelo en poco tiempo.

El aliso es el árbol que contribuye las cantidades más altas de nitrógeno al suelo en zonas templadas en el mundo (Binkley, 1985). En los Andes de Colombia, dos estudios han medido incrementos de N en el suelo bajo aliso de 280 a 400 kg/ha anualmente (Carlson y Dawson, 1985; Smit et al., 1965). Un aspecto de interés especial en cuanto al aliso es que mientras en las leguminosas hay menos fijación de N en suelos ricos con este elemento, con el aliso no se confirma esta relación; en sitios con buena fertilidad de N y buena aireación, se encuentra los nódulos más grandes en aliso y se ha observado que más nitrógeno cerca los raíces de aliso estimula la fijación del mismo (Binkley, 1985). Por lo tanto, al parecer el aliso es un árbol que puede aumentar su fijación de N cuando crece en sistemas agroforestales como las fajas en contorno, donde con tiempo el suelo sobre la faja mejora su fertilidad con la acumulación de sedimentos que bajan y la materia orgánica de la misma faja arbórea.

El aliso crece mejor y fija cantidades grandes de nitrógeno en sitios húmedos. Sin embargo, la especie puede ser utilizada en sistemas agroforestales en sitios semisecos. Obviamente, en tales sitios la tasa de fijación será menor.

Por otro lado, el laurel de cera es una especie casi no conocida en la Sierra. Se encuentra en pastizales de regiones húmedas, así como en zonas erosionadas. Es posible que esta especie podría ser utilizada más en la recuperación de suelos en la Sierra.

c) La importancia de inocular

Existe una variedad muy amplia en los géneros de Rhizobium y Frankia, y la efectividad de la simbiosis para fijar N depende de contar con el microorganismo apropiado para la planta hospedera. En el caso del árbol Leucaena en las Filipinas, por ejemplo, se dobló la cantidad de nitrógeno fijado dentro de la misma procedencia del árbol mediante la inoculación con un Rhizobium seleccionado (Barnett, 1986). Existen variedades de Rhizobium en el mercado para inocular las semillas de leguminosas utilizadas en la agricultura (como la arveja, soya, etc.) para garantizar una buena nodulación en ellas, pero en el caso de los árboles fijadores en la Sierra no existen productos similares ni estudios al respecto.

Una práctica recomendable en vivero para garantizar la nodulación de los arbolitos fijadoras, es de inocular los semilleros y fundas en que crecerán los árboles con suelo de la zona de raíces de árboles de la misma especie ya con nódulos. El Rhizobium no desarrolla bien en suelos ácidos, por lo tanto para favorecer la nodulación de leguminosas en vivero es recomendable mantener un pH mayor que 6.0 en el suelo. Por el contrario, el Frankia crece bien en suelos ácidos por lo que no debería presentarse problemas para su desarrollo en la mayoría de los suelos de la Sierra.

En el vivero de Saraguro no han logrado la nodulación de arbolitos de Erythrina por lo que en la producción de éste y otros géneros de árboles leguminosas se debe prestar atención especial a las condiciones necesarias para su nodulación.

d) Otras consideraciones

Los fijadores de nitrógeno no sólo aumentan el N en el suelo con la caída de su hojarasca o al morir sus raíces, sino también aceleran la decomposición de la materia orgánica y el ciclaje de nitrógeno, haciéndolo aprovechable para las plantas. La materia orgánica que viene de una planta como el aliso o alfalfa tiene abundante nitrógeno y su relación entre carbono y nitrógeno es menos distanciada que en la materia orgánica de otras especies. Esta condición favorece el aumento en la población de lombrices y microorganismos que descomponen los restos vegetales, resultando así una incorporación más rápida de la materia orgánica al suelo. Por eso, el abono verde de un fijador como la alfalfa o ramitas tiernas de aliso es ideal, no sólo porque contribuye más N al suelo, sino también porque descompone en forma rápida, permitiendo el laboreo y cultivo más seguido de una chacra.

Aunque las plantas fijadoras de nitrógeno pueden mejorar la fertilidad de los suelos en este importante nutriente y, por ende, los cultivos asociados, hay que tener en cuenta que ellos compiten con las plantas aledañas en todos los otros factores de crecimiento como luz, agua y otros nutrientes. Por lo tanto, al incluir árboles fijadores de N en sistemas agroforestales hay que evaluar la densidad de árboles a utilizar y practicar la poda para minimizar dicha competencia. Cabe destacar que la poda no sólo servirá para reducir competencia sino

también para acelerar la contribución de materia orgánica y nitrógeno al suelo.

C.3 Posibilidades para Manejar la Fijación de Nitrógeno en Sistemas Agroforestales

Para aumentar la materia orgánica del suelo, su fertilidad en nitrógeno así como para reducir la erosión, se considera que el sistema más prometedor es el manejo del aliso o las acacias (cyanophylla, dealbata u otras) en fajas a curvas de nivel, haciendo podas frecuentes y dejando las ramitas tiernas para incorporar al suelo. También estas especies, junto con la Erythrina, Inga, Spartium y otras, deben ser incluidas en los cercos vivos, cortinas rompevientos, bosquetes en terrenos marginales y árboles a espaciamientos amplios dentro de cultivos, con el fin de mejorar el suelo.

Además, como se discutió en el Capítulo 3, B.2.1, el aliso entra muy bien en sistemas silvopastoriles en muchas regiones de la Sierra, donde puede servir para abonar pastos, así como para abrigar los animales y producir madera. Se debería también ensayar con el uso de los demás árboles fijadores de nitrógeno para comprobar su utilidad en estos sistemas.

Finalmente, cabe reiterar la importancia de un buen uso de los cultivos de leguminosas como haba, chocho, arveja y de forrajes como alfalfa, vicia y trébol, para el mantenimiento y aumento de materia orgánica en los suelos de la Sierra.

D. LA FRUTICULTURA EN LA SIERRA ECUATORIANA

(Recogido del documento elaborado por el Ing. Tomás Guerrero)

La asociación de árboles frutales con otros cultivos es un aspecto de mucha importancia en la agroforestería en la Sierra. En la presente sección se explica cómo es practicada la fruticultura campestre en la Sierra. Se inicia con un breve análisis de los factores climáticos que influyen en el cultivo de frutales en la Sierra. Se explica, a continuación, la organización de los huertos caseros mixtos y la fruticultura campestre, considerando la descripción detallada de ocho asociaciones de fruticultura observadas en la zona de Pataté y, finalmente, se presentan algunas recomendaciones de carácter general para mejorar el sistema de plantaciones en la fruticultura campestre.

D.1 El Factor Clima en el Ecuador

El Ecuador es una síntesis climática del mundo, ya que casi tiene en altitud los climas que el mundo tiene en latitud. En el país hay una sola estación climática de casi la misma temperatura durante todo el año. Por tanto, si un lugar es caliente, durante todo el año es caliente y viceversa, si un sitio es frío, durante todo el año es frío. Aunque existe un solo tipo de temperatura durante el año, en cada lugar en cambio, existen cuatro temperamentos climáticos distintos en las 24 horas del día: uno por la mañana, otro al medio día, otro al atardecer y anochecer y otro por la noche y amanecer. En los países de cuatro estaciones hay, por el contrario, cuatro temperamentos climáticos diferentes en el mismo lugar durante el año, y en cada estación tienen, más bien, un solo temperamento durante el día y la noche.

D.1.1 Luz solar y luminosidad

La luz, considerada desde el punto de la duración del día, tiene un efecto directo sobre el crecimiento, floración y fructificación de las plantas. En el cinturón equinoccial, los días y las noches tienen igual duración.

La intensidad de la luz se incrementa con la altura, es por esto que en los Andes, la intensidad de la luz es más fuerte que en la Costa y el Oriente. El factor luz es decisivo; tratándose del enorme valor que tiene el espacio aéreo vertical dentro del sistema agroforestal: una alta intensidad de luz favorece la fotosíntesis en todos los pisos de vegetación.

D.1.2 La exposición solar y la agroforestería

La exposición solar de las áreas agrícolas influye mucho en el crecimiento de los cultivos, especialmente en la agroforestería, donde plantas de diversos tamaños compiten por la luz solar. Por otro lado, la exposición solar influye directamente en la temperatura del lugar.

La temperatura media varía entre dos lugares de la misma altura sobre el nivel del mar, pero de diferente exposición solar. El callejón interandino está compuesto por una serie de hoyas de fondo quebrado, donde la exposición

solar da origen a una multiplicidad de microclimas, peculiares a cada exposición solar. Así por ejemplo, Quito, está a 2.850 msnm y se asienta en un faldeo expuesto de Occidente a Oriente, tiene una temperatura media mensual de 13.5 grados C; en cambio Tocachi, que está a la misma altura cerca de Tabacundo, está asentado sobre un faldeo abierto de Norte a Sur, o sea lateral al rumbo del sol, tiene 12.5 grados C. de temperatura media anual. Este mismo fenómeno se observa en los solares y huertos mixtos de las casas tanto urbanas como rurales: los lados Norte y Sur son más fríos y sombríos que los lados oriental y occidental que resultan ser los más calientes y luminosos de la misma casa. Estos conceptos de exposición solar son fundamentales para orientar las siembras y plantaciones de los huertos mixtos y sistemas agroforestales del medio andino.

D.1.3 Viento

El Ecuador, por estar en el cinturón equinoccial, está en la zona de las calmas. Aquí no existen los vientos huracanados ni tornados que hay en otras latitudes, porque la franja equinoccial es el centro de partida o de llegada de los vientos climáticos, donde todavía no alcanzan la fuerza ni el ímpetu ciclónico. Sin embargo, en los meses del llamado "verano", el viento sopla fuertemente, para lo cual las plantaciones mixtas favorecen la protección mútua entre árboles, arbustos y matas.

D.1.4 Lluvias

En cuanto al régimen de lluvias, tenemos dos períodos, uno llamado "invierno" en el que predominan las lluvias con interrupciones de días o semanas secas y el otro, denominado "verano", período en el que casi no llueve, pero que sin embargo es interrumpido por lluvias cortas o esporádicas. De modo general, diríamos que el primer período dura aproximadamente ocho meses y el segundo, cuatro meses.

D.2 La Fruticultura Campestre y Huertos Caseros Mixtos

La mayor parte de la fruta producida en la Sierra proviene de la fruticultura campestre y huertos caseros mixtos. Sólo en los últimos años se está empezando a producir fruta de calidad en huertos especializados y tecnificados.

D.2.1 Huertos caseros mixtos

Los huertos caseros de tipo mixto son, tal vez, los mejores ejemplos de agroforestería que existen en la Sierra. Hasta cierto punto, ellos reproducen las condiciones del bosque, manteniendo estructuras complejas de comunidades de plantas diversas dentro de una pequeña superficie. Además, en estos huertos el manejo tiende a ser netamente de tipo orgánico. Los huertos caseros incluyen frutales, hortalizas, legumbres, especies forestales y ornamentales, además de plantas aromáticas, medicinales y flores. Es común también encontrarlos asociados a cochas (lagunas) para la producción de peces, la crianza de animales domésticos y panales para la producción de miel.

D.2.2 La fruticultura campestre

El sistema de plantación de la fruticultura campestre generalmente da una producción de mediana calidad y no siempre seguro. Los frutales están plantados a distancias mayores que las técnicamente recomendadas, resultando por un lado, en el uso de una superficie relativamente extensa pero por otro, demada menos gasto en su establecimiento y mantenimiento. Su manejo generalmente es poco tecnificado y depende de la iniciativa y experiencia del productor.

En la fruticultura campestre existen mezclas de varias especies forestales intercaladas con cultivos tradicionales de subsistencia, de pastos y forrajes y de plantas ornamentales. Casi siempre los linderos de la propiedad tienen árboles frutales corpulentos, así como especies forestales como eucalipto, pino, ciprés, nogal, aliso, etc., que sirven como cortinas para abrigar la zona de cultivo. En la Sierra, este tipo de agricultura intensiva, asociado con árboles, ha existido desde hace muchas generaciones con el nombre de "huerta mixta" y es identificado por los europeos como la "fruticultura campestre".

En las áreas frutícolas de las provincias centrales de la Sierra, Tungurahua y Chimborazo, se puede observar muchos ejemplos de este sistema. Allí se encuentran plantaciones de manzanos mezclados con otros frutales de pomo como el peral y el membrillero o plantaciones del duraznero asociado con otros frutales de pepita como la claudia (ciruela) y el capulí. También existen las mezclas de mora (Rubus sp.), taxo (Passiflora mollissima), granadilla (P. ligularis), tomate de árbol (Ciphomandra betacea) y babaco (Carica pendagona) intercalados con cultivos anuales y forrajes. Este tipo de huerta aprovecha al máximo el suelo y los espacios vacíos dentro de las plantaciones, dando a cada planta el lugar que necesita para recibir suficiente sol y lograr su fructificación. Los agricultores de estos huertos son pioneros de la agroforestería en la Sierra y pasan ocupados con una producción en su terreno todo el año. Durante una temporada la finca es como un castillo de frutas mientras en otras épocas ofrece variedades de hortalizas, forrajes y otros productos.

D.2.3 Ejemplos de asociaciones de frutales y otros cultivos

A continuación se presentan ocho asociaciones de horti-fruticultura utilizadas en la región de Pataté. Las mismas fueron observadas en el terreno del Señor Agrónomo Modesto Soria, pionero del mejoramiento de los cultivos de babaco y tomate de árbol en la Sierra.

a) Tomate de árbol con babaco

Es una buena asociación debido a que ambos frutales necesitan un manejo y régimen de humedad similares. Se establece el tomate en líneas, con un espaciamiento de tres metros entre líneas y 2 a 2.5 m. entre plantas. Al mismo tiempo, se planta hasta tres surcos de babaco entre el tomate, aunque al partir del segundo año queda solo un surco debido a la competencia con el tomate. Se recomienda usar para esto el tomate de árbol neozelandés que tiene fuste alto y permite el ingreso de más luz al babaco. El sistema necesita un buen manejo contra nemátodos.

Con esta asociación se tiene posibilidad de lograr dos ciclos de producción del tomate.

b) Tomate de árbol con vainita

Se siembra tomate en cultivo puro a unos 2 x 2 m. Durante el primer año se intercala una cosecha de vainita (Phaseolus vulgaris) para aprovechar el espacio libre. A partir del segundo año la sombra de tomate no permite el cultivo intercalado.

c) Tomate de árbol con rosas

Como en el caso con babaco, se siembra el tomate en líneas a tres metros entre ellas y 2.5 m. entre plantas. Entre los surcos de tomate, se planta rosas generalmente a unos 70 cm. entre planta.

d) Tomate de árbol con plantas medicinales

Se utiliza el mismo espaciamiento como en el caso de intercalar con rosas, pero se plantan especies medicinales como la manzanilla (Matricaria sp.), borraja (Borago officinalis), toronjil, orégano (Origanum sp.), etc.

e) Babaco con vallas de achira

En esta asociación se siembra vallas de achira (Canna edulis) con 10 a 15 m. entre cada una. La achira (que alcanzará una altura de 1.5 a 1.8 m.) sirve como una cortina rompeviento para el babaco, además de su producción de almidón y hojas. Entre las vallas se establece el babaco a un espaciamiento de unos 1 x 1.5 m. Haciendo un control de nemátodos y con dos podas del babaco, esta asociación puede durar hasta seis años.

f) Babaco con vallas de taxo o granadilla

Esta asociación funciona como la anterior. Se construyen espalderos de carrizo de 1.5 a 1.8 m. de altura y 15 m. entre ellos, plantando el taxo o granadilla al pie de ellos con 3 metros entre plantas. Entre las vallas se establece el babaco o tomate de árbol. Cabe señalar que esta asociación, al igual que la anterior, es muy apropiada porque el tomate de árbol y el babaco necesitan una buena protección contra el viento por la susceptibilidad de sus hojas grandes.

g) Durazno con frejol

Esta combinación es muy rentable, pudiendo hacerse varias siembras de frejol hasta que el durazno llega al tamaño de producción. El durazno se debe plantar a 5 x 5 m. y el frejol puede sembrarse hasta a 1 metro del durazno. La siembra de frejol sólo se debe hacer unas tres semanas antes de la floración del durazno, ello porque sólo se debe regar el durazno cuando va a florecer y durante el período de crecimiento de los frutos. El peligro de sembrar frejol después, es que al regarlo se adelantaría la floración prematura del durazno. Después de la floración, se hace un control químico fitosanitario que sirve,

tanto para el durazno como para el frejol. La cosecha del frejol resulta antes de la del durazno.

h) • Mandarina con babaco

Esta asociación se implementa durante los primeros 4 o 5 años después de plantar la mandarina (Citrus sp.). Se planta la mandarina a 5 x 5 m. y entre ella se cultiva el babaco. Es necesario señalar que no debería asociarse el tomate de árbol con la mandarina, debido a que el tomate necesita más riego, que representaría un exceso de humedad para la mandarina.

D.2.4 Algunas recomendaciones

Para mejorar el sistema de plantaciones de la fruticultura campestre se ofrece las siguientes recomendaciones:

- No se debe intercalar cultivos de raíces, bulbos, ni tubérculos (ej.: papa, zanahoria, remolacha, cebolla, ajo, etc.) con árboles frutales, debido a su alto consumo de potasio así como de otros elementos menores, que resultan en una reducción de la producción frutal;
- La orientación de las líneas de plantación de los frutales, así como de los setos vivos y vallas verdes, debe ser de Este a Oeste con el fin de no proyectar sombra a las franjas de cultivos intermedios;
- A fin de que la huerta rinda una producción sostenida, es indispensable planificar un sistema de fertilización acorde con los cultivos y seguir un plan de prevención y control fitosanitario adecuado utilizando pesticidas efectivos e inofensivos; y
- En la selección de las especies y cultivos a asociarse, así como en los espaciamientos a utilizar, es conveniente consultar con personas experimentadas y especialistas de los cultivos con el fin de reducir las incompatibilidades que pueden ocurrir en asociaciones hortícolas (plagas y enfermedades, requerimientos para riego y necesidades de nutrientes).

E. EL MANEJO DE PASTOS

(Recopilado de la presentación del Ing. Joseph Vieira)

Para asegurar un rendimiento sostenible de los pastizales en el callejón interandino, recurso muy deteriorado en el presente, es urgente un manejo mejorado y racional. Una alternativa de mucho valor es la implementación de sistemas silvopastoriles con el fin de mejorar los pastos en la Sierra. Aunque la incorporación de árboles en potreros podría servir tanto para la protección y mejoramiento del suelo como para la diversificación de producción, esto solo no garantizará la recuperación de los terrenos si continúa actuando el principal agente de su degradación: el sobrepastoreo y mal manejo de pastos.

En los países donde se practica sistemas silvopastoriles con éxito como en Nueva Zelandia y Chile, han logrado su implementación a través de un buen manejo de los pastos como parte integral del sistema (Gillingham *et al.*, 1976; Peñaloza y Hervé, 1984). En la presente sección se discutirán los principios básicos de un buen manejo de pastos: la relación fisiológica del pasto y su manejo, la importancia de la capacidad de la carga animal, los hábitos de pastoreo, indicadores de un pasto mal manejado, para terminar comparando dos sistemas generales de manejo de pasto.

Se considera que para lograr éxito en el establecimiento de sistemas silvopastoriles es imprescindible que los técnicos agroforestales entiendan el manejo básico del componente herbáceo.

E.1 La Fisiología del Pasto y el Manejo

Como punto de partida para entender la importancia de la fisiología del pasto en su manejo, es oportuno recordar que "cada planta forrajera, que en conjunto componen una pradera, es una pequeña fuente productora de alimentos, y para que ésta continuamente elabore nutrientes necesita tener vigor, hojas abundantes y un buen sistema radicular" (Bignoli, 1984).

E.1.1 Época de crecimiento

Existe un calendario forrajero para cada región, lo cual impone restricciones en la alimentación uniforme durante el año. En la Sierra, durante la época de invierno o lluvias, se tiene mayor crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras y, por ende, mayor cantidad de producción de forraje. El problema de la baja producción de forraje se presenta en verano, cuando se secan los pastos que no están bajo riego.

Los pastos pasan el periodo de sequía en estado de latencia, sobreviviendo gracias a reservas de carbohidratos que acumulan en las raíces y rizomas. Un manejo que afecte el desarrollo de dichas reservas inhibirá la producción forrajera en el siguiente año. En otras palabras, al sobrepastorear en época seca se pueden matar plantas forrajeras por no dejarles las reservas necesarias para su futuro crecimiento.

En resumen, el crecimiento del pasto no es constante durante el año, habiendo períodos de abundancia y escasez. Es importante ajustar el manejo

según la época de crecimiento para no dañar el vigor de las plantas forrajeras.

En la Sierra los ganaderos buscan alternativas para alimentar su ganado durante la época de sequía. Algunas de estas estrategias son:

- i. Regar potreros;
- ii. Utilizar reservas forrajeras y suplementos como alfalfa;
- iii. Utilizar rastrojo o restos vegetales de la cosecha; y
- iv. Hacer una migración anual hacia las laderas húmedas del oriente (practicada en la zona de Saraguro).

Lamentablemente, muchos pastizales en la Sierra son pastados todo el año sin ajustar el manejo al proceso de crecimiento, lo que trae como consecuencia la degradación de las plantas forrajeras.

E.1.2 El valor nutritivo del pasto y el manejo

El valor nutritivo varía entre los componentes del pasto. Las leguminosas tienen bastante proteína, minerales y vitaminas, mientras las gramíneas tienen alta cantidad de grasas e hidratos de carbono. Es importante asegurar asociaciones apropiadas entre estos componentes para garantizar una alimentación balanceada de los animales. Al dejar pastar libremente los animales se corre el riesgo de dañar la asociación de forraje, debido a la tendencia de éstos de pastar selectivamente, eliminando primero las plantas más palatables como son las leguminosas.

El valor nutritivo de una planta forrajera varía durante su ciclo de crecimiento, como se muestra en la Figura 29. Una planta joven es palatable y tiene bastante proteína pero poco material seco (fibra); cuando la planta está en macollaje es el estado óptimo para pastorear, debido a su buen balance entre proteína y material seco además de mantener su palatabilidad; y en su floración y maduración la planta cuenta con mucha fibra pero poca proteína y palatabilidad.

Debido a estos cambios en el pasto, el tiempo óptimo para pastar es cuando un potrero está en macollaje, inmediatamente antes de su floración. Aunque puede tenerse mayor volumen de forraje en la edad de floración y maduración, éste es de poco valor nutritivo (Figura 30).

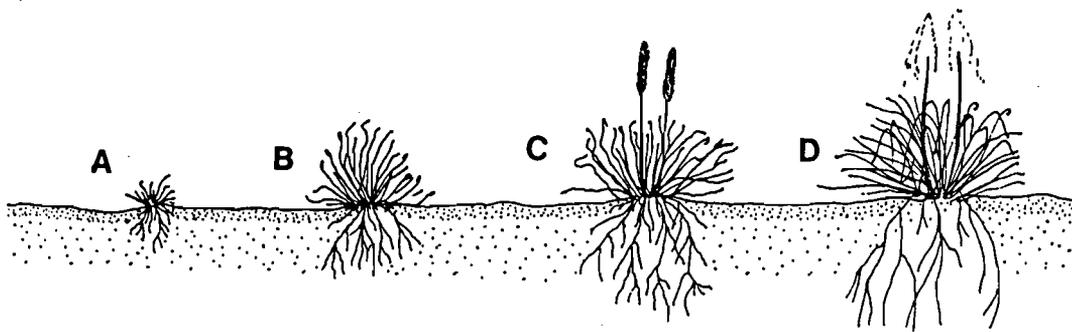


Figura 29:

- A. Planta joven: alta proteína, poca materia seca, alta palatabilidad.
- B. Macollaje: alta proteína, alta materia seca, alta palatabilidad.
- C. Floración: proteína disminuyendo, fibra aumentando, baja palatabilidad.
- D. Maduración: alta fibra, poca proteína, baja palatabilidad.

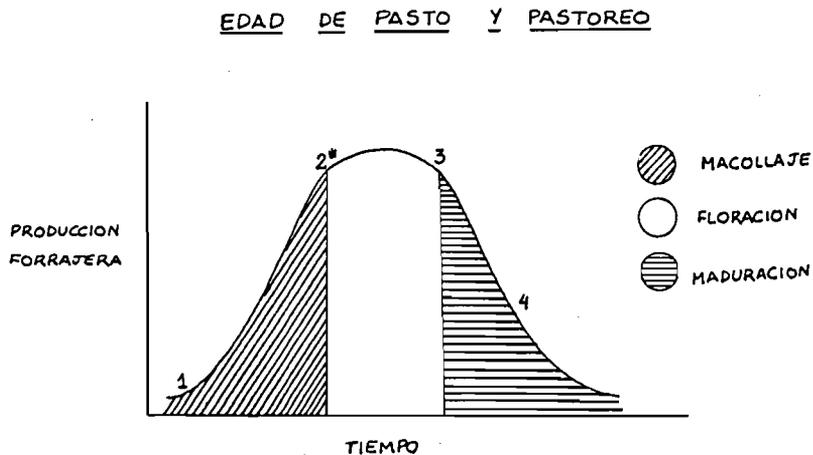


Figura 30:

1. Valor nutritivo del pasto alto, pero el pastoreo es antieconómico por falta de forraje y es dañino para la planta que este en desarrollo.
- * 2. Se aprovecha el máximo del pasto, en términos de valor nutritivo y producción, con un pastoreo inmediatamente antes la floración.
- 3 y 4. Aunque el volúmen de pasto es alto durante la floración y maduración, el valor nutritivo, digestibilidad, y palatabilidad son bajos. También, el rebrote disminuirá con pastoreo durante estas fases y el pasto se desgasta.

En resumen, para maximizar la producción de forraje con alto valor nutritivo, se debe practicar el pastoreo rotativo con descansos. Se hace un pastoreo intensivo o un corte del pasto antes de la floración, dejando después el pasto en un descanso total para rebrotar vigorosamente.

E.2 Principio de la Capacidad de Carga Animal

La capacidad de carga animal es la cantidad de animales que puede sostenerse en un terreno dado sin destruir la calidad del pasto ni el equilibrio ecológico del mismo. Esta capacidad depende de muchos factores, como suelo, clima, especies forrajeras presentes y el estado del pasto.

Es imposible generalizar sobre la capacidad de la carga animal a nivel de la Sierra; varía en cada región y debe determinarse a través de observaciones de las pastizales en cada zona. Dado que la capacidad varía durante el año, hay que ajustar la carga animal según el crecimiento del pasto en un terreno.

Cabe señalar que, un potrero en mal estado no siempre significa que se ha sobrepasado la capacidad de carga animal. Podría ser que sólo existe un ineficaz manejo de pasto. Como ejemplos de la importancia de buen manejo de pasto para mantener una carga animal alta, puede señalarse que en Nueva Zelanda, país con superficie similar a la del Ecuador, tienen 70'000,000 de ovejas. Además, en la Sierra se ha logrado doblar la producción de leche con un buen manejo de pastos (Molina, 1977).

E.3 Hábitos de Pastorear

Hay distintos hábitos de los animales al pastorear que son importantes entender en el manejo de pastos. Entre ellos están:

- i. Selectividad al pastorear. Los animales escogen primero las plantas de mejor palatabilidad, eliminándolas rápidamente del potrero si no existe algún control;
- ii. Transferencia de fertilidad. Durante el proceso de pastoreo los animales transfieren la fertilidad de las áreas dispersas donde pastan a sus sitios de congregación (fuentes de agua, planadas, etc.) donde depositan la mayoría de su excremento; y
- iii. Diferentes animales pastan de maneras distintas. El ganado ovino arranca el pasto de abajo causando mayor daño a la raíz, mientras el vacuno, que arranca con la lengua, hace menos daño a las plantas.

E.4 Indicadores de un Pasto Mal Manejado

La degradación de un pastizal es un proceso continuo. Se presentan ciertos indicadores cuando un pasto está mal manejado; éstos son:

- i. Desaparición de leguminosas;
- ii. Desaparición de forrajes perennes;
- iii. Invasión de especies indeseables;
- iv. Reducción en la época de pastoreo; y
- v. Reducción de la cantidad de alimento y su valor nutritivo.

E.5 Sistemas de Pastoreo

Hay dos sistemas generales de pastoreo: el continuo y el rotativo con descansos. A continuación se presentan las ventajas y desventajas principales de cada uno de ellos.

E.5.1 Pastoreo continuo

Es el libre movimiento del ganado sobre el pasto, dejando que los animales pasten a su disposición. Las ventajas de este sistema es que es fácil y de bajo costo para implementar. Sus desventajas son varias. Como los animales están presentes cuando rebrotan las plantas, se tiene un deterioro de la producción de las especies deseadas, una invasión de malezas, y una merma general en la producción. Además, por no contar con una regulación de los animales, resulta un exceso de pisoteo en ciertas áreas, la transferencia de fertilidad de las partes pendientes a las planas, así como mayores problemas de enfermedades y parásitos.

E.5.2 Pastoreo rotativo con descanso

En este sistema se tiene el potrero dividido en sectores, los que son pastados en forma escalonada. Esto permite un aprovechamiento racional e intensivo de los pastos. Se utiliza el forraje en su mejor estado de macollaje, permitiendo luego un período de descanso que mejora el vigor de la planta. Por contar con menos oportunidad de selección de plantas al pastar, no se pierden las especies palatables y hay poco problema de invasión de malezas.

Otras ventajas incluyen: una distribución del excremento de los animales en forma más uniforme (es decir, menos transferencia de fertilidad) y control de plagas, por que al rotar el pastoreo se puede romper el ciclo de crecimiento de muchos parásitos. Además, este sistema permite hacer reservas de forraje para utilizar en épocas de poco crecimiento de pastos.

La desventaja principal de este sistema es que exige más trabajo y costo de implementación. Sin embargo, un buen manejo de los pastos aumenta la capacidad de carga animal y la producción del terreno.

Obviamente, el pastoreo rotativo con descanso es lo más recomendable para integrar en sistemas agroforestales. Al garantizar una buena cantidad y calidad de forraje, así como un control sobre el movimiento de los animales, se reduce la posibilidad de daños a los árboles. Además, se mantiene mejor cobertura de pastos en un terreno, reduciendo las posibilidades de erosión.

Cabe mencionar que para practicar el pastoreo rotativo con descanso, no es necesario subdividir los potreros con cercos, se puede controlar el movimiento de los animales utilizando la soga con estaca por ejemplo. Sin embargo, el sistema de cercos vivos para subdividir potreros (como es presentado en el Capítulo 3) es ideal para permitir la aplicación de este tipo de pastoreo.

Nota: Muchas de las ideas presentadas en esta sección fueron extraídas de los siguientes libros. Se recomienda consultarlos en para profundizar en más detalle sobre el tema.

Benitez, Arturo R. 1980. Pastos y Forrajes. Editorial Universitaria Quito. 356 pp.

Bignoli, Darío P. 1984. Pasturas: Implementación, Manejo y Control de Malezas. Editorial CADIA. Buenos Aires. 134 pp.

Love, Merten R. 1982. Principios de Mejoramiento y Manejo de Pastizales Naturales. Editorial CADIA. Buenos Aires. 67 pp.

Peace Corps Information Collection and Exchange. 1982. Grazing and Rangeland Development for Livestock Production. Reprint R-47. Washington, D.C.

F. LA PROPAGACION DE ESPECIES

(Recopilado de la sesión dirigida por los Ings. Glenn Galloway y David Ocaña con participación amplia del auditorio)

Una preocupación común en proyectos agroforestales en la región andina es la diversificación de especies forestales a plantar. Como se mencionó en el Capítulo 3.A, existe escasa diversificación en la producción de especies en los viveros de la Sierra, habiendo principalmente especies de eucalipto, pino y ciprés. Durante los últimos años, se ha despertado mucho el interés de propagación de otras especies, especialmente las nativas, y en el país se ha ganado varias experiencias en este aspecto en algunos viveros, aunque aún en forma aislada.

El objetivo de la sesión fue de compartir las experiencias de los participantes en la propagación y establecimiento de especies forestales no tradicionales en la reforestación en la Sierra. No se consideraron las especies exóticas como el eucalipto, pino, ciprés o acacia, dado que su propagación en vivero es bastante conocida.

La información obtenida sobre la propagación de las especies discutidas se presenta en forma resumida. Se sugiere que el lector consulte Pretell *et al.* (1985), Spier y Biederbick (1980) o Galloway (1986) para encontrar más información relevante sobre la propagación de estas especies.

F.1 La Propagación de Especies por Semilla

En el Cuadro 2 se presenta la información general sobre los pasos de propagación de las especies que se regeneran principalmente por semilla. Se incluye información sobre la época, estado de recolección, secado y extracción de la semilla, tratamientos pregerminativos, el manejo en semillero y en el repique, así como otros métodos de propagación practicados y consideraciones generales.

Cabe señalar que, como regla general, la semilla se siembra a una profundidad igual a su diámetro menor (Galloway y Borgo, 1983).

F.2 La Propagación Vegetativa de Especies

A continuación se discute la propagación vegetativa de cuatro especies de mucho interés para trabajos agroforestales en la Sierra: el yagual, quishuar, tuna y penca azul o cabuya. La propagación por semilla del quishuar ha sido presentada en la sección anterior, por ser la forma común de propagarlo en la Sierra; sin embargo, se considera de interés presentar en algún detalle aparte, la técnica de propagación vegetativa que viene siendo utilizada en el Perú.

F.2.1 Yagual (Polylepis sp.)

En la región andina, principalmente en las zonas altas, existe buen número de especies del género Polylepis. En el Ecuador se ha trabajado más con el P. incana mientras en el Perú se viene trabajando con P. racemosa, la

especie que crece más rápido y que al parecer no es conocida en estado natural en el Ecuador.

En Tungurahua y Chimborazo se viene ensayando el trasplante de brinzales o plántulas de regeneración natural de 5 a 15 cm. con buen éxito. Ellas son transplantadas con pan de tierra y con suelo de Polylepis al vivero.

En el Perú, donde se propaga gran cantidad de Polylepis, se utiliza principalmente la técnica de propagación por esquejes, que se obtienen de las ramitas terminales con raíces adventicias. Estas raíces adventicias llamadas "chichones" son más activas y se pueden observar mejor al comienzo de la estación de lluvias, época recomendable para su recolección. Se las encuentra abriendo la corteza en la parte inferior de las ramitas terminales.

Se cortan las ramitas debajo de los chichones y se les mantiene húmedas hasta que son plantadas en fundas o platabandas. Es recomendable plantarlas en vivero lo más pronto posible. Para hacerlo, se entierra la ramita hasta unos 3 cm. sobre el último chichón del esqueje y se mantiene bajo sombra y con mucho riego durante el primer mes. En Ancash, en un vivero de tierra fría, se ha logrado producir en platabandas P. racemosa de 1 metro de altura en 12 meses, a través de esquejes y con podas de raíces continuas.

En Cajamarca, Perú, donde todavía existen buenas fuentes de material vegetativo, se propaga P. racemosa a través de la plantación de estacas de 50-60 cm., directamente al campo en suelos de páramo con buena cantidad de materia orgánica.

Otra técnica de propagación vegetativa del yagual es a través del acodo. En las ramitas terminales tiernas se hace una incisión de 1 cm. de largo, se entierra la zona del corte o se puede envolver con tierra y plástico negro. Después de aproximadamente 20 días habrán salido raicillas de la zona del corte y se podrá cortar la ramita con raicillas para transplantarla. Para garantizar éxito con esta técnica, es recomendable aplicar una hormona enraizadora en la zona de la incisión inicial.

F.2.2 Quishuar (Buddleia sp.)

Cuando se cuenta con platabandas de quishuar para producción a raíz desnuda en vivero, se puede mantener una propagación vegetativa de la especie en base a este mismo material. La técnica que utilizan en los viveros de Ancash, Perú, es la siguiente:

- i. Se escoje las mejores plantas, en vigor y sanidad, de la platabanda;
- ii. Se les cortan las yemas terminales y se quitan algunas hojas para estimular la fabricación de auxinas en las plantas;
- iii. Después de varias semanas se obtendrán 10-12 brotes en el tallo, los que serán cortados al ras del tallo (cada brote saldrá con un pequeño talón);

Cuadro 2. Especies cuya propagación

| Nombres Comunes y Botánicos | Epoca de Recolección | Estado de Recolección | Secado y Extracción | Tratamiento Pregerminativo |
|--|---|--|--|---|
| Aliso <u>Alnus jorullensis</u> | Marzo-Mayo (Saraguro) Agosto-Set. (Carchi, Papallacta Carr Salcedo-Napo) | Como empieza a cambiar de verde a amarillento/café. Alas de semilla café y embrión blanco. Cuando el cono está abierto la semilla está pasada. | Se secan los conos 3-4 días a media sombra. Se abren los conos y se sacan las semillas. Es conveniente pasar por saranda para separar semilla. | Ninguno Generalmente la semilla pierde rápidamente su poder germinativo y es aconsejable sembrar lo más rápido posible. |
| Capulí <u>Prunus capuli</u> | Feb.-Abril | Cuando la fruta está lista para comer | Limpiar la semilla de la pulpa de la fruta. | Para adelantar la germinación es conveniente remojar 24 horas en agua recién hervida. |
| Cholán <u>Tecoma stans</u> var. <u>velutina</u> | Agosto-Set. (Carchi) Todo el año (Tungurahua) | Vaina color pardo/café y comenzando a abrirse | Se seca en planta. Simplemente se extrae la semilla de la vaina abierta. | Ninguno |
| Cucharillo <u>Embothrium grandiflora</u> | --- | Vaina seca con semilla saliendo | Se seca en planta. Se extrae la semilla de la vaina. | Remojar en agua fría 48 horas |
| Faique <u>Acacia macrocantha</u> | Todo el año | Vainas secas y caídas al suelo | Poner la vaina en agua una semana para aflojarla. Se extrae la semilla. | Remojar 48 horas en agua recién hervida |
| Guaba <u>Inga</u> spp. | Abril-Mayo (Carchi-Cotopaxi) Agosto (Cuenca) | Vaina hinchada, semilla negra, pulpa blanca | Semilla sale fácilmente. No debe secar la semilla. | Ninguno La semilla pudre rápidamente. Hay que sembrar enseguida. |
| Guato <u>Erythrina edulis</u> | Marzo-Mayo (Saraguro) | Vaina color café y abriéndose | Semilla sale fácilmente. No debe secar sino sembrar inmediatamente. | Ninguno |
| Llin-llin <u>Cassia canescens</u> | Todo el año | Vaina seca, se escucha la semilla adentro. | Se seca en planta, semilla sale fácilmente. | Se remoja 48 horas en agua recién hervida. La semilla hinchada está lista. |
| Molle <u>Schinus molle</u> | Julio-Agosto (Tungurahua) Todo el año (Carchi) | Racimos rojizos | --- | Remojar 48 horas en agua recién hervida |
| Nogal <u>Juglans neotropica</u> | Julio-Set. | Cuando nuez cae al suelo | --- | Meter en lona, 8 días en canal de riego, 8 días en barril cambiando agua diariamente. Enterrar en excremento fresco de vacuno 5 días. |
| Quishuar <u>Buddleia incana</u> | Julio-Set. (Chimborazo) Nov.-Dic. (Tungurahua) | Cápsula cambiando de pardo/café amarillo afuera y verde adentro | Se secan las cápsulas bajo sombra una semana. Luego se pasa por malla fina. | Ninguno |
| Retama <u>Spartium junceum</u> | Todo el año | Vaina seca y casi negra | La vaina se rompe fácilmente para extraer la semilla. | Conviene remojar 24 horas en agua. |

es principalmente por semilla.

| Semillero y Repique | Otros Métodos de Propagación | Otras Consideraciones |
|---|---|--|
| Siembra muy superficial de la semilla en semillero con buen drenaje, suelo suelto y materia orgánica. Sombra inicial con exposición al sol después de 1 mes de germinado. Regar con ducha fina varias veces <u>diario</u> . Repicar plántulas de 5 cm. (4 meses en Conocoto). Mantener buena humedad. | En Chimborazo se ha tenido éxito limitado con propagación por estacas de 30 cm. y 1-2 cm. de diámetro. Se puede transplantar brinzales de regeneración natural. En Ancash se ha propagado "Aliso blanco" por raíces adventicias. Se cortan pequeños brotes al ras del tronco, se transplantan en platabandas bajo sombra. | Varía mucho su poder germinativo lo pierde rápido, pero en Conocoto lograron buena germinación de semilla almacenada 2 años a 4° C. Para el callejón interandino es recomendable plantar Aliso que proceda de áreas secas y frías. |
| Siembra directa en fundas, 2-3 semillas por funda. Raleando a una después de germinadas. | En Tungurahua se ha tenido éxito inicial con siembra directa de semilla en el campo. | Se ha reportado que el capulí en Loja crece más recto que la especie en el resto de la Sierra. |
| Se siembra superficialmente en semillero. Se replican plántulas de 3-4 cm. Son muy resistentes. | --- | Es una especie muy resistente en su transplante. |
| Se siembra en semillero, repicando cuando tiene 2 hojas verdaderas y una altura de 3 cm. | Se puede transplantar brinzales de regeneración natural al vivero. | Hay que inocular las plantas en vivero con suelo de cucharillo para garantizar presencia de micorriza. |
| Siembra directa en fundas de 25 cm. o en platabandas con poda de raíces. | Se ha intentado siembra directa con semilla en el campo, pero con pérdidas por cabras o insectos. | Raíz principal larga hace difícil su manejo en vivero y transplante. |
| Siembra directa en fundas o en platabandas con poda de raíces. | Sería conveniente ensayar la siembra directa en el campo. | Existen unas 5 especies de <u>Inga</u> en la Sierra. |
| Siembra directa en fundas o en platabandas con poda de raíces. | Prende fácilmente por estacas de todo tamaño. Postes de cercos de 2 años han fructificado en Ancash, Perú. | Se han presentado problemas en su nodulación en el vivero de Saraguro (ver 3.C). |
| Siembra directa en fundas o en platabandas con poda de raíces. | Se puede probar siembra directa en el campo definitivo. | En la zona de Chimborazo es atacado por insectos defoliadores. |
| Siembra en semillero, repique a los 45 días con plántulas de 4-5 cm. En 8-9 meses llevar al campo arbolitos de 25 cm. | Se puede probar siembra directa en el campo definitivo. | Conviene utilizar bolsas largas para permitir desarrollar la raíz pivotal larga. |
| Siembra directa en fundas o en platabandas con poda de raíces. Se siembra la semilla horizontalmente con punta aguda de la nuez al centro de la funda. | --- | En la Pradera, Imbabura existe plantación de Nogal con <u>Acacia cyanophylla</u> con el fin de fertilizar el Nogal con N. En Loja el tallo terminal es atacado por un barrenador <u>Gretchena gari</u> . |
| Siembra superficial en semillero. Se tapa con poco suelo y paja. Regar con ducha fina. Repicar plántulas de 4-5 cm. en fundas o platabandas con poda de raíces. | Se puede propagar con brotes de la parte inferior de la planta. (ver propagación vegetativa) | La semilla se puede almacenar a temperatura ambiente 1 año sin perder poder germinativo. |
| Siembra directa en fundas. | En el Perú se ha hecho siembra directa en el campo. | Se ha reportado que es atacada por la "escama algodonera" (<u>Iserya purchasi</u>) que es chupadero del tallo. Esto también ataca la <u>Acacia dealbata</u> . |

- iv. Se empacan los brotes en papel húmedo y se transplantan el mismo día en fundas o platabandas, bajo sombra y con buena humedad; y
- v. Al cabo de 6 meses las nuevas plantas estarán aptas para salir al campo.

Con esta técnica no es necesario utilizar hormonas enraizadoras.

En el Perú están utilizando esta técnica en viveros comunales de comunidades campesinas, donde muchas veces no se tiene el cuidado necesario para lograr una buena producción de quishuar por semilla.

F.2.3 Tuna (Opuntia ficus-indica)

La tuna es una especie de mucha utilidad que ha recibido poca atención hasta la fecha en la Sierra. En Perú es cultivada por su fruta y por la cochinilla (insecto que vive en sus pencas y del cual se obtiene el carmín natural); también es utilizada como forraje. En México, además, obtienen de ella alcoholes y utilizan sus pencas tiernas como legumbre.

La propagación de la tuna a través del corte de sus pencas es sencilla. Deben seleccionarse pencas jóvenes y sin enfermedades. Puede cortarse una penca sola o una con un brote joven sobre ella; esto último es más recomendable, ya que cada nivel de penca representa un año de crecimiento. El corte debe ser limpio y al ras, y debe dejarse cicatrizar unos 15 días. Para la cicatrización y secado, las pencas deben ser colocadas bajo sombra y separadas, para evitar que se dañen entre sí con las espinas. La plantación se hace al comienzo de la lluvias. Se entierra la tercera parte de la planta cicatrizada, dejándola algo inclinada, esto permite aumentar la superficie de la penca en contacto con la tierra lo que favorecerá el enraizamiento. La plantación de tuna se puede hacer en zonas semiáridas, donde es recomendable hacerlo con pequeñas zanjas de infiltración para lograr un mejor crecimiento de la planta. El espaciamiento debe ser de 4 x 4 metros como mínimo.

En Loja se ha importado la variedad de tuna forrajera del Perú (es decir, la variedad sin espinas) y está creciendo bien. En la misma provincia también se ha observado la presencia de la cochinilla en las pencas de tuna.

F.2.4 Penca Azul (Agave americana)

La penca azul es muy conocida a lo largo de la Sierra. Es ampliamente utilizada como cerco vivo y, donde está plantada en sentido contra la pendiente, sirve como una barrera viva para captar sedimentos y formar terrazas paulatinamente.

El trasplante de la penca se hace a través de los hijuelos o brotes pequeños que se forman alrededor de la base de la planta madre. Ellos se transplantan directamente al campo durante épocas húmedas.

F.3 La Propagación de Especies del Bosque Primario

Durante la sesión se expresó interés en la propagación de especies nativas en peligro de extinción en la región interandina, como Podocarpus, Oreopanax, Ocotea y Eugenia. Lamentablemente casi no existen experiencias en la propagación de estas especies y por ser de crecimiento lento son consideradas de poca importancia en el establecimiento de sistemas agroforestales. Sin embargo, existen algunas recomendaciones generales que se pueden tomar en cuenta en la propagación de éstas y otras especies no pioneras:

- i. Tratar de incluir suelo del bosque con la especie en el semillero para asegurar la presencia de microorganismos que pueden tener relación simbiótica con la especie a propagar;
- ii. Mantener una sombra parcial sobre el semillero y platabanda para tratar de reproducir el ambiente fresco del bosque; y
- iii. Cuando se establezcan plantaciones con estas especies, ensayar la siembra intercalada con árboles de crecimiento rápido y copa abierta, con el fin de recrear en algo las condiciones de sombra y humedad del bosque natural. Se considera que el aliso y algunas acacias pueden ser especies ideales para combinar así.

G. RESUMEN

Se presentaron varios temas diversos, pero importantes a considerar en el diseño, establecimiento y manejo de sistemas agroforestales en la Sierra. Se discutieron cuatro aspectos a tener en cuenta en la selección de especies a utilizar en el establecimiento de sistemas agroforestales: las características del sitio a plantar, los objetivos de la plantación agroforestal, las preferencias de la gente y las especies disponibles en los viveros de la región.

Fueron analizados los posibles impactos de los distintos sistemas agroforestales en el aumento de la materia orgánica en el suelo, así como en su efectividad para el control de la erosión. El problema de la baja fertilidad de los suelos en la Sierra fue considerado para el establecimiento de sistemas agroforestales.

El proceso de la fijación simbiótica de nitrógeno fue presentado en este capítulo, describiendo las especies arbóreas fijadoras de nitrógeno más importantes en la Sierra y las posibilidades de manejarlas dentro de sistemas agroforestales.

Se discutió sobre fruticultura, haciendo un breve análisis de los factores climáticos de la Sierra, describiendo la fruticultura campestre y los huertos caseros mixtos y presentando ejemplos de asociaciones de cultivos frutícolas utilizados. Así mismo, se presentan recomendaciones generales sobre su manejo.

El tema de manejo de pastos fue analizado como parte indispensable de un manejo correcto de sistemas silvopastoriles. Dentro de este tema se consideró la fisiología del pasto, el proceso de crecimiento y los cambios en valores nutritivos, el principio de la capacidad de carga animal, los hábitos de pastoreo y los indicadores de un pasto mal manejado. También se compararon dos sistemas de pastoreo: el continuo y el rotativo con descansos.

Finalmente, se presentó información elemental sobre la propagación de especies poco utilizadas en programas tradicionales de reforestación, pero de mucho interés para trabajos agroforestales en la Sierra.

La gran variedad de temas discutidos en este capítulo muestra la necesidad de un tratamiento interdisciplinario del trabajo de agroforestería en el campo. Para establecer y manejar sistemas agroforestales correctamente no sólo se necesita entender la silvicultura, sino también entender la agricultura, horticultura, ganadería y asuntos relacionados al suelo; sin dejar de lado el aspecto social y económico de los agricultores.

Capítulo 5

LA ACTIVIDAD DE EXTENSION EN LA AGROFORESTERIA

Una preocupación constante de profesionales y técnicos involucrados en programas agroforestales es el cómo hacer para que las propuestas de trabajo sean comprendidas, aceptadas y ejecutadas por los agricultores en el campo. La extensión agroforestal, en su dimensión técnica y social, fue abordada en el Seminario como componente indispensable de todo proyecto o programa que pretenda trabajar con productores individuales u organizados del área andina.

En el presente capítulo se presenta, en primer lugar, algunas consideraciones sobre cómo debe ser entendida y aplicada la extensión agroforestal, recogidas a partir del aporte de distintos expositores (Ings. Vieira, Quishpe, Macas, Ocaña, Rhoades y Cruz); y, en segundo lugar, se presentan tres experiencias específicas de proyectos que consideran la extensión como componente básico y decisivo de su trabajo: la experiencia del Programa Agroforestal en Saraguro, la experiencia del proyecto "Manejo y Uso de la Tierra" en Tungurahua y la experiencia del Proyecto Forestal impulsado por FAO/Holanda/INFOR en el Perú desde 1982.

Muchas interrogantes que han quedado pendientes de debate, referidas fundamentalmente a estrategias y métodos específicos de extensión, necesitan ser abordados en un nuevo evento al que se llegue con una mayor profundización de las experiencias.

A. CONSIDERACIONES SOBRE LA EXTENSION FORESTAL

La experiencia de diferentes proyectos de desarrollo rural (agrícolas, forestales y de conservación del suelo) confirman, que el éxito de los planes orientados al campo depende del grado de participación que pueda obtenerse de los productores, en su diseño, ejecución y evaluación. Involucrar al campesino o productor con una participación consciente en los programas de desarrollo, es el objetivo de la extensión.

A.1 Necesidad de Priorizar la Extensión en los Programas Agroforestales

La promoción de la agroforestería demanda una atención especial a la extensión en las actividades de los proyectos, y esto se fundamenta en que:

- i. A diferencia de otros proyectos que actúan sobre recursos marginales del productor, la agroforestería necesita actuar sobre el terreno y recursos inmediatos del productor, modificando (en algunos casos) sus prácticas de labranza y manejo. El riesgo de "experimentar" sobre su principal producción, genera la resistencia justificada de los productores a las propuestas de los proyectos. Sólo un constante trabajo de motivación, información y demostración de beneficios, conseguirá una modificación de la conducta del productor hacia la actividad.
- ii. Se ha sostenido, como parte de la definición de la agroforestería, que éste es un término nuevo para una vieja práctica de muchos productores en el campo, lo que significa que ellos tienen importantes elementos de aporte en el proceso de identificación y diseño de sistemas agroforestales. Sólo un intercambio horizontal con el productor, que valore el conocimiento tradicional y lo integre a nuevas propuestas, puede garantizar la aceptabilidad que se requiere.
- iii. Se busca que los programas de desarrollo rural gocen de continuidad y sean paulatinamente autosostenidos por los productores. Esto significa integrar la actividad agroforestal al proceso de autogestión individual y colectiva en el campo. Sólo un programa que considere un adecuado proceso de capacitación del productor en torno a la identificación de sus necesidades y la manera planificada de enfrentarlas, podrá sentar las bases de una autogestión.

Estos elementos, y otros más que podrían ser enumerados, justifican la necesidad de acompañar la proyección de trabajos técnicos con un agresivo programa de extensión. Tradicionalmente los proyectos de desarrollo forestal en el campo, no han considerado este aspecto y han establecido una relación con los productores en la que:

- i. No se han planteado como prioritarias las necesidades inmediatas o locales de los agricultores. Los proyectos han sido basados en demandas regionales o nacionales, consideradas de mayor importancia económica.

- ii. Difícilmente ha sido reconocido el conocimiento tradicional de los agricultores, por haber mantenido una relación vertical y paternalista.
- iii. Como mecanismo de motivación y promoción de las actividades se han utilizado incentivos de carácter económico o alimentario que, en muchas situaciones, han deformado la aceptación de la actividad y perjudicado su desarrollo.

A.2 Necesidad de Cambios en las Instituciones Involucradas en Proyectos Agroforestales

Se hace necesario superar los estilos tradicionales de promoción de proyectos en el campo, reorientándolos hacia la satisfacción de necesidades básicas de los productores y ejecutándolos con una adecuada relación horizontal.

Esta superación requiere de un cambio en la concepción de trabajo de las instituciones que conducen y apoyan los proyectos, las mismas que deben desarrollar un serio proceso de evaluación de sus experiencias y de revisión de proyectos que hayan alcanzado mayores logros. Deben considerar la extensión como una línea básica en todo proyecto, para lo que deben ser asignados recursos y equipos multidisciplinarios permanentes. Y, finalmente, deben invertirse recursos en la capacitación del personal profesional y técnico en las líneas de promoción y extensión.

A.3 Características de la Actividad de Extensión

La actividad de extensión debe ser rigurosamente planificada en función de las metas y objetivos propuestos para los proyectos. Para su planificación debe considerarse que:

- i. Las estrategias de extensión (contenidos, métodos y medios) deben ser definidas de acuerdo a cada realidad. Las condiciones sociales, económicas y culturales (como tenencia de la tierra, producción, costumbres y creencias) de cada región, deben servir de base para el diseño de adecuados mecanismos y medios de extensión;
- ii. El proceso de ejecución de los proyectos debe ser progresivo, iniciando trabajos a pequeña escala que permitan la validación de técnicas y métodos de trabajo para su ampliación paulatina;
- iii. La demostración de los beneficios de los proyectos, constituye la herramienta de motivación más exitosa, por lo que debe considerarse básica la instalación de parcelas demostrativas o ejecución de experiencias piloto; y
- iv. Por último, considerando que la extensión es el mecanismo de integración del productor en el proceso de diseño, planificación, seguimiento y evaluación de los proyectos, deben diseñarse instrumentos de planificación adecuados que garanticen esta

cooperación. Un ejemplo exitoso de este aspecto, lo constituyen el Proyecto Comunal de Reforestación del Proyecto FAO/Holanda/ INFOR y el Plan Agroforestal utilizado en el Programa Agroforestal de Saraguro.

B. LOS INICIOS DE UN PROGRAMA AGROFORESTAL EN SARAGURO

(Recogido del documento elaborado por los Ings. Dennis Desmond y Joseph Vieira)

B.1 La Zona de Saraguro

El cantón Saraguro está ubicado en la Provincia sureña de Loja, en la región interandina del Ecuador. El terreno es montañoso con altitudes que varían entre 2,000 y 3,500 msnm. Las comunidades con que trabaja el proyecto, están ubicadas entre los 2,300 y 2,700 msnm. La precipitación promedio anual es de 750.0 mm., es bien distribuida durante todo el año, pero los meses más lluviosos van desde diciembre hasta abril. La temperatura promedio anual es 12.7 grados C.

Según Holdridge, pertenece al bosque seco Montano Bajo (bs MB) y al bosque húmedo Montano Bajo (bh MB), encontrándose también áreas que pertenecen a la estepa espinosa Montano Bajo (ee MB) y al bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh MB).

La vegetación natural incluye pequeños arbustos y matorrales, vestigios de bosques naturales en las laderas muy pendientes y en las cimas de las montañas, y pajonales en el páramo. Se define tres pisos ecológicos en la zona: la Meseta, la Pendiente y el Cerro.

- i. La Meseta se considera los terrenos aledaños al asentamiento de barrios o comunidades. Tiene una topografía ondulada que va del 5 al 15% de pendiente. Es dedicada principalmente al cultivo del maíz en asociación con frejol, zambo y haba; a veces con rotación de papa, ajo o arveja en el verano (en quichua Saraguro significa "tierra de maíz").
- ii. La Pendiente constituye los terrenos ubicados en las laderas de las montañas, con pendiente mayores al 15%. Aquí se siembra maíz, trigo, arveja, cebada, papa, avena, etc. Además se practica el pastoreo.
- iii. El Cerro constituye la parte más alta. Existe vegetación natural y pastos donde predominan las gramíneas y algunas leguminosas. Aquí se practica el pastoreo del ganado vacuno y ovino y la explotación de leña.

En cuanto a la tenencia de la tierra, Saraguro está constituido principalmente por propietarios privados de pequeñas parcelas. Existen también tierras comunales utilizadas para cultivos de ciclo corto, pastoreo y explotación de leña. Además, algunos propietarios tienen terreno en la Región Oriental, donde migran temporalmente para practicar la ganadería. La superficie promedio del 63.9% de las propiedades es de 1.8 ha.

La zona esta poblada principalmente por indígenas de Saraguro, cuya población dentro del cantón es de aproximadamente 40,000. La etnia Saraguro se diferencia de otras en la forma de organización (cabildos), trabajo (mingas), costumbres, vestimenta, lengua y producción artesanal.

B.2 El Proyecto

En 1983 fueron firmados dos convenios; uno entre CARE, el Consejo Provincial de Loja y el Ministerio de Agricultura y Ganadería, y otro entre CARE y el Colegio Técnico "Celina Vivar Espinoza", con el fin de ejecutar el Proyecto de Sistemas Forestales Comunales. Este proyecto tuvo como objetivo principal aumentar el uso productivo de los terrenos de los campesinos a través de la creación de fuentes renovables de productos forestales. Su meta fue el establecimiento de 700 hectáreas de plantaciones forestales, principalmente con Pinus patula y Eucalyptus globulus, en los terrenos comunales de diez comunidades del cantón Saraguro en un plazo de tres años.

Metas intermedias eran el establecer un vivero en los terrenos del Colegio y fortalecer el Colegio para el manejo administrativo, financiero y técnico del vivero, y el programa de extensión.

La experiencia ganada por el proyecto durante los primeros tres años, permitió observar otras necesidades forestales de los habitantes de la zona. Esta revelación, combinada con la decisión de incluir el Proyecto MAG-CARE de Conservación de Suelos en Saraguro, dio el impulso para ampliar las actividades con la implementación de sistemas agroforestales.

B.3 La Encuesta

Para establecer bases firmes para estas actividades, se llevo a cabo en setiembre de 1986 una encuesta en 185 familias de 20 comunidades. El objetivo fue el de obtener una mayor información sobre las especies leñosas de la zona, la magnitud de su presencia, sus usos y la preferencia de los minifundistas; esto permitiría seleccionar las especies a producir y promocionar en el proyecto.

El Coordinador y los extensionistas del proyecto diseñaron el formulario de la encuesta considerando seis secciones:

1. Especies existentes en la propiedad junto a las casas (número, localización y usos);
2. Existencia de otros terrenos;
3. Especies existentes en estos terrenos;
4. Especies preferidas;
5. Lugar(es) donde se consigue leña; y
6. Especies más utilizadas para leña.

Algunas de las observaciones más sobresalientes de los resultados fueron:

- i. Existe una gran variedad de especies forestales y arbustivas en las propiedades junto a las casas que son utilizadas en forma diversa;
- ii. El uso más común de las especies en general es: como alimento, seguido mucho más atrás por leña, adorno, medicina, madera, cerco/lindero y forraje;

- iii. Los usos para protección, como sombra, rompeviento, aporte de materia orgánica, etc., no son muy reconocidos o son de secundaria importancia para los propietarios;
- iv. Los árboles frutales son las especies más comunes en las propiedades junto a las casas. En términos de magnitud de presencia, el durazno y el tomate de árbol ocuparon los primeros lugares, seguidos por capulí, toronche y manzano;
- v. Son muy escasas las especies nativas de la zona que se encuentran junto a las casas. Las que existen provienen probablemente de las zonas más bajas, secas y/o calientes (ej.: toronche, luma, guato, cañaro, coco, guava, membrillo, nogal, etc.);
- vi. La mayoría de los propietarios tienen más de una parcela de terreno;
- vii. La especie más común en los otros terrenos es el eucalipto seguido por pino, penco negro y capulí;
- viii. Al comparar las especies existentes con las preferidas, es interesante notar la preferencia por especies que, en el momento, no son muy comunes en la zona, especialmente el nogal y el aliso. De igual forma por el cedro, babaco, acacia y ciprés;
- ix. Por otro lado es interesante notar que el capulí, existente en 45% de las propiedades, es preferido solamente por 20% de los propietarios. Puede especularse que, en términos de abastecimiento y demanda, es una de las pocas especies que se encuentra en equilibrio;
- x. La mayoría de la gente depende todavía de las plantas nativas de la montaña para su abastecimiento de leña; y
- xi. De las especies cercanas, el eucalipto es, desde luego, la especie más utilizada para leña, junto con el penco negro y capulí.

B.4 Selección de Especies

Para seleccionar las especies a utilizar en los sistemas agroforestales que se están promoviendo en el proyecto, se han planteado como factores a considerar: (a) la existencia de especies, (b) la frecuencia de ellas en la zona, y (c) de manera especial, las preferencias de los propietarios. Además, se considera (d) la importancia de promover especies fijadoras de nitrógeno, por su capacidad de mejorar los suelos, y (e) especies de uso múltiple. Se incluyen también (f) especies nativas en peligro de extinción en la zona.

No hay duda que será un gran desafío balancear el abastecimiento de plantas de cada especie del vivero con la demanda para ellas en las comunidades. Por eso es muy importante llevar a cabo un control cuidadoso de la demanda del primer año para controlar la producción en los años

posteriores. A continuación se detalla una lista de especies a producir en el vivero durante el presente año:

Nombre común

| | |
|-----------|-----------------|
| Eucalipto | Mora mejorada |
| Pino | Zhadan |
| Aliso | Retama |
| Acacia | Manzano |
| Nogal | Ciruelo |
| Cedro | Pera |
| Capulí | Durazno |
| Ciprés | Albaricoque |
| Sauce | Tomate de árbol |
| Luma | Babaco |
| Guava | Higo |
| Guato | Granadilla |

Se considera también la siguiente lista de especies de importancia secundaria o de fácil propagación/recolección en el campo. Actualmente se viene promoviendo la propagación de estas especies en las comunidades:

| | |
|-------------|--------------------------------|
| Molle | Cabuya |
| Coco | Rosas |
| Gullan | Flor de novia |
| Toronche | Yashipa |
| Membrillo | Achira |
| Cañaro | Pigllen |
| Carriso | Marco |
| Chilca | medicinales |
| Penco negro | especies nativas de la montaña |

En referencia a los frutales existentes en el campo, se ofrece posibilidades excelentes de hacer injertos en sitio. Con el durazno criollo (de pepa) se pueden injertar mejores variedades de durazno, ciruelo, albaricoque y nectarino. Con el toronche se puede injertar el babaco y con el membrillo se puede injertar variedades de pera.

B.5 La Agroforestería Tradicional de Saraguro

En la zona de Saraguro los agricultores y los ganaderos manejan las plantas en formas definidas, lo que puede llamarse "Agroforestería Tradicional". Estas formas incluyen:

- i. Cercos y postes vivos;
- ii. Linderos sembrados en límites de propiedades;
- iii. Bosquetes en el paisaje agrícola; y
- iv. Árboles frutales en huertos caseros.

Ciertas especies son más preferidas para cada sistema pero su selección y manejo dependen del sistema específico.

Para cercos vivos comunmente se utiliza el penco (Agave sp.) y el guato (Erythrina sp.). En las partes altas los ganaderos dejan fajas de especies nativas para dividir los potreros.

Es importante destacar, que el árbol más utilizado en el momento es el eucalipto. Estos árboles están plantados en casi todo minifundio como lindero. La plantación del eucalipto en bosquetes particulares es un sistema también practicado en la zona. Existen otros bosquetes formados por especies nativas, que están disminuyendo por falta de cuidado. También se encuentran cerca de las casas árboles frutales que proporcionan alimentación y medicinas.

B.6 Selección de los Sistemas Agroforestales a Promocionar

El proyecto considera la existencia de sistemas tradicionales como un indicador del éxito potencial para la promoción de la agroforestería. Es un criterio básico en la selección de sistemas que se están promocionando, tomar en cuenta otros criterios además de las necesidades prioritarias del hogar: el microclima y la topografía de la zona.

Cuatro de los sistemas promocionados vienen siendo practicados en la zona: 1) bosquetes, que están promocionándose en tierras no aptas para cultivos o pastos, 2) cortinas rompevientos, 3) cercos vivos o linderos, y 4) la siembra de árboles frutales cerca de las casas.

Se están promocionando también dos sistemas nuevos en la zona que proveen de beneficios y satisfacen las metas de conservación del suelo: 5) árboles asociados a obras de conservación del suelo, y 6) el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles.

Ha sido editado un folleto en el que se explican todos los sistemas que promociona el proyecto para su distribución en las comunidades.

B.7 El Cursillo de Promoción

Como primera fase de la extensión agroforestal, se invitó a los líderes comunitarios para participar en un cursillo de intercambio e información sobre la agroforestería. El cursillo tuvo dos objetivos:

- i. Discutir la idea de agroforestería como una forma apropiada de manejo de la tierra; y
- ii. Incentivar la participación de los agricultores en la ejecución del proyecto.

Asistieron entre dos y tres líderes de cada una de las 23 comunidades con quienes trabaja el proyecto. Al fin del curso se solicitó el apoyo de los líderes en la organización de cursillos comunitarios. Se comprobó que este acercamiento en su mayor parte fue muy efectivo. La participación en las comunidades variaba entre 9 y 60 asistentes, siendo más de la mitad, mujeres. Este cursillo promocional sirvió como una entrada a las comunidades. También facilitó al proyecto identificar a los agricultores que demostraron mayor interés, para visitas futuras.

B.8 El Cronograma de Trabajo

El Proyecto Forestal Saraguro incluye tres componentes con actividades de extensión diferentes: la reforestación, la agroforestación y la conservación del suelo. Dado el tiempo limitado de los extensionistas, prácticamente se crea una competencia entre estas tres actividades, por lo que el proyecto ha empezado a utilizar un cronograma de actividades que facilita la organización del tiempo para cada una.

El cronograma ha probado ser útil como herramienta para establecer prioridades entre las actividades y además ayudar al desarrollo de un Plan de Trabajo. Permite, por ejemplo, que durante los meses lluviosos se dedique la mayor parte del tiempo a la siembra de árboles, mientras que en el verano se priorizan las obras de conservación del suelo.

B.9 Diagnóstico y Diseño del Plan Agroforestal

Para satisfacer las necesidades del agricultor, tanto como para proteger su terreno, el extensionista tiene que definir los objetivos de la agroforestería en la parcela individual. El Plan Agroforestal forma la base estructural de todas las obras que se realizarán en la zona. Es producto de la colaboración entre el extensionista y el agricultor.

A través de visitas periódicas, el extensionista con el agricultor llevan a cabo un diagnóstico que revisa las características físicas del minifundio y cómo está utilizado el terreno. Con esta información deciden los sistemas agroforestales que se ubicarán en el minifundio. Juntos preparan un croquis del terreno señalando el diseño agroforestal. El extensionista sugiere las especies que pueden satisfacer los requerimientos de la situación.

El Plan Agroforestal define el diseño específico para cada agricultor y facilita un seguimiento para obras futuras. También el mismo Plan ayuda al vivero a planificar los tipos y cantidad de especies que necesitarán los extensionistas durante la época de la siembra.

B.10 Problemas de Extensión en el Primer Año

Los extensionistas han encontrado varios problemas en el desarrollo de un programa local de agroforestería. Se han presentado una serie de desafíos que requieren soluciones a corto y largo plazo:

- i. Un primer problema relacionado con la organización del trabajo y priorización de actividades, busca ser resuelto con el cronograma de actividades;
- ii. A nivel promocional se ha tenido que desvirtuar la sospecha de agricultores que afirman que los árboles perjudican el área cercana a los cultivos y pastos. "Los eucaliptos secan el suelo" era una inquietud universal en los cursos de promoción y visitas siguientes. La solución obvia era promocionar otros árboles que mejoran el suelo y limitar la promoción de los eucaliptos a las partes en donde no hay el peligro de competencia por humedad con las cosechas;

- iii. Aunque cortinas rompevientos son muy apropiadas por las condiciones climáticas de Saraguro, los extensionistas han encontrado alguna resistencia entre los agricultores de la zona. El mayor temor es la pérdida de terreno cultivable en favor de árboles. Nuestra solución es la de continuar con la promoción del valor de la cortina rompeviento y seguir con la siembra de por lo menos un fila de árboles. Esperando que los agricultores observen con el tiempo que este sistema ofrece muchos beneficios y así continúen con la siembra de nuevas filas secundarias y terciarias; y
- iv. La demanda de plantas de diferentes especies ha sobrepasado en mucho la provisión de este primer año del programa. Los extensionistas podrían haber implementado más planes agroforestales se hubiesen existido más árboles en el vivero.

B.11 Direcciones para el Futuro y Conclusiones

Se continuará con el diseño e implementación de planes agroforestales en las comunidades y con la evaluación de las obras. Se considera necesario registrar datos de sobrevivencia, crecimiento, y aceptabilidad general, que indicarán cuáles sistemas son los más adecuados a la zona, cuáles requieren de revisión y/o cuáles más promoción.

Se ha identificado la necesidad de llevar a cabo algunos estudios sobre desarrollo y manejo de las especies escogidas, las características medicinales/químicas de las mismas, y ciclos fenológicos, entre otros aspectos. Dado que la gente de Saraguro tiende más a la ganadería que a la agricultura, se deberá poner mayor énfasis en la promoción e implementación de sistemas silvopastoriles.

Existen muchas posibilidades para mejorar el manejo de la tierra de Saraguro en lo referente a ganadería. Muy probablemente los sistemas silvopastoriles integrados con el mejoramiento del ganado, los pastos y el pastoreo, satisfacerán las necesidades de los ganaderos de la zona.

En conclusión, aunque el programa es joven puede afirmarse que se ha conseguido un éxito inicial con nuevos desafíos y oportunidades. El personal del proyecto ha aprendido a evaluar los problemas y plantear soluciones para garantizar un éxito continuo del proyecto.

C. CONCEPTOS Y EXPERIENCIAS DEL PROYECTO DE MANEJO Y USO DE LA TIERRA

(Recogido del documento elaborado por los Ings. Alfredo Cruz, Norman Astudillo y Charles Rhoades)

C.1 Objetivos del Proyecto

Uno de los problemas más graves que se presenta en la zona Nor-occidente del Tungurahua, es el proceso de degradación del medio ambiente, el cual gradualmente socava la capacidad productiva de su más precioso recurso que es el suelo.

Esto trae como consecuencia la declinación de las cosechas que en ocasiones incluso fallan en los campos severamente erosionados; esto repercute en las comunidades, lo que obliga a los campesinos a recurrir a las zonas altas donde en forma sistemática van limpiando indiscriminadamente hierbas naturales y arbustos para dedicarlas a la agricultura.

Como estas tierras nuevas se deterioran progresivamente, los agricultores y sus familias son forzados a trabajar más duro por los pocos ingresos de sus campos. Por ello los agricultores deben buscar diariamente trabajo fuera de sus comunidades.

Este breve análisis justifica los objetivos que se propone el proyecto de manejo y uso de la tierra, que en síntesis son:

- i. Detener el proceso de degradación del suelo, agua y vegetación;
- ii. Incrementar la capacidad productiva de los suelos; y
- iii. Propender al aumento y variedad de cosechas que permita ocupar y mantener al agricultor en el campo.

C.2 Descripción de los Componentes

El proyecto opera a través de dos componentes: el recurso humano (técnicos, extensionistas, voluntarios del Cuerpo de Paz y líderes conservacionistas) y las actividades (promoción, capacitación, crédito y trabajos conservacionistas entre los que se encuentra la agroforestería).

C.2.1 Recurso humano

El Ministerio de Agricultura y Ganadería participa con técnicos especialistas en manejo y conservación de suelos y aguas; son los que organizan y conducen la ejecución del proyecto. Su actividad se basa en la planificación de obras de conservación. Los extensionistas, contratados a través del proyecto, promocionan y concientizan a los agricultores sobre la importancia de la actividad que despliega el proyecto. Los voluntarios del Cuerpo de Paz apoyan el trabajo desarrollado por técnicos y extensionistas, complementando la actividad que se desarrolla en el campo.

Es importante destacar la participación de los líderes conservacionistas. Ellos son agricultores interesados en superarse y que, con empeño y

práctica, han llegado a comprender lo importante de los trabajos y lo acertado de su difusión; son considerados parte activa del proyecto porque contribuyen a que el trabajo se difunda.

La Cooperativa de Remesas para la Exterior (CARE) es la institución que administra los recursos provenientes del Convenio MAG-CARE, que se preocupa por dar seguimiento a la ejecución de los trabajos y proporcionar la ayuda logística.

C.2.2 Actividades

La Promoción es un medio de entrada a los agricultores, ésta permite dar a conocer lo que el proyecto se propone realizar. Es una actividad inicial y continua que consideramos componente punta de lanza, porque va abriendo camino para que otras actividades puedan ser ejecutadas. En orden y en forma sistemática entra la Capacitación, a través de cursos formales a nivel inicial y de una capacitación continua e informal de acuerdo a las necesidades que se presentan. Esta actividad garantiza que el proyecto tenga continuidad y permite que los agricultores a través de la obtención de nuevos conocimientos desarrollen sus propias habilidades.

La base del proyecto es la ejecución de los trabajos conservacionistas: mecánicos, agronómicos y culturales. Los trabajos mecánicos son aquellos en los que se realiza movimiento de tierra y sirven fundamentalmente para acortar o eliminar la pendiente, disminuir el volúmen y la velocidad de la escorrentía de aguas, mantener la humedad y los nutrientes, facilitar el riego, disminuir el ciclo del cultivo y mantener la productividad de los suelos. Las prácticas agronómicas son aquellas que permiten mantener y mejorar la fertilidad y productividad de los suelos. Las prácticas culturales permiten el mantenimiento de los trabajos anteriores (ver Capítulo 2 B.1.3).

Es importante considerar que los tres tipos de trabajo complementan la integralidad de la conservación de suelos, manteniendo el suelo en su sitio, mejorando su fertilidad y manteniendo lo ejecutado. En agroforestería es importante tomar en cuenta esto, ya que no sólo se trata de la plantación de árboles sino de garantizar una simbiosis con cultivos perennes y anuales.

El último componente del proyecto es el crédito que se considera un incentivo para quienes hacen trabajos de conservación del suelo; el dinero que se entrega, a través de trámites muy sencillos y rápidos, es destinado a la compra de insumos, especialmente semillas, fertilizantes y pesticidas.

C.3 Aspectos que Han Atraído más el Agricultor y que Han Facilitado la Aceptación del Proyecto

Ha atraído la atención del productor:

- i. El incremento de la producción agrícola;
- ii. El manejo del agua de riego en forma fácil y eficiente; y
- iii. La idea de recuperación de lo propio, como son las especies nativas arbustivas y arbóreas.

Ha facilitado la aceptación del proyecto:

- i. El trabajo ordenado y sistemático que se ha venido realizando (promoción, capacitación, apoyo a los trabajos y seguimiento);
- ii. La propagación de especies nativas;
- iii. El respeto y consideración de sus costumbres, sistemas de organización, problemas y capacidad de decisión; y
- iv. El sentimiento de respaldo y apoyo, tanto técnico como moral y económico (crédito).

C.4 Problemas y Dificultades Presentados en la Realización del Proyecto

Han sido muchas las dificultades que el proyecto ha debido sortear para alcanzar sus objetivos. La mayoría de ellos han sido superados gracias al esfuerzo y voluntad de trabajo del equipo.

En el aspecto técnico:

- i. Inseguridad y recelo para la ejecución de obras en los inicios del proyecto, pues muchas de las ideas provenían de los libros y no de la experiencia práctica del equipo;
- ii. Escasez de personal técnico capacitado en conservación del suelo;
- iii. Carencia de materiales y herramientas para el trabajo;
- iv. Ausencia de una dirección integral que garantizara la acción conjunta de los distintos componentes;
- v. Desconocimiento del régimen de lluvias, vientos y heladas en la región; y
- vi. Desconocimiento de los métodos de propagación de especies nativas y sus posibilidades de asociación con cultivos anuales.

En relación al aspecto social:

- i. Poca flexibilidad de los agricultores frente a nuevas propuestas de cambiar sus sistemas agrícolas;
- ii. Bajo nivel de educación y analfabetismo en un gran sector de la población campesina; y
- iii. Conflictos intercomunales por motivo religioso o de litigio de tierras.

A pesar de estas dificultades el proyecto ha logrado despertar el interés del agricultor en la conservación del suelo. Ya que los trabajos no requieren mucha inversión de tiempo para su implementación y, en un corto plazo, puede observar los beneficios que proveen.

D. EL DESARROLLO FORESTAL COMUNAL: EXPERIENCIAS DEL PROYECTO FAO/HOLANDA/INFOR EN EL PERÚ

(Recopilado de la presentación del Ing. David Ocaña)

D.1 Antecedentes del Proyecto

La preocupación de revertir el acelerado proceso de reforestación en la Sierra y la necesidad de crear nuevas fuentes productivas, ha llevado al Estado peruano a impulsar, desde 1974, diferentes proyectos de reforestación.

Anualmente para la Sierra se considera un promedio de 20,000 ha. como meta de reforestación, que vienen siendo ejecutadas bajo distintas modalidades de Convenios con las Comunidades Campesinas, principales propietarias de los terrenos a reforestar. Tradicionalmente estas modalidades han incluido el pago de jornales, el otorgamiento de créditos o la entrega de apoyo alimentario, como incentivo a la participación campesina en el establecimiento de nuevas plantaciones forestales.

Como balance de estas experiencias, se puede decir que no han logrado el éxito esperado. En términos de una relación costo-beneficio, ha sido mucho más lo invertido en el proceso de establecimiento que lo realmente establecido y en términos de reducir la deforestación no ha tenido mayor impacto.

El proyecto "Apoyo a las plantaciones forestales con fines energéticos y para el desarrollo de Comunidades Rurales de la Sierra Peruana" (FAO/Holanda/INFOR), surge en el Perú a partir de un balance de estos proyectos tradicionales, señalando que la clave del éxito de cualquier proyecto forestal en la Sierra reside en garantizar la participación activa y consciente del campesino y en definir objetivos y estrategias de reforestación en base a las necesidades inmediatas de éste.

A partir de esta afirmación, el proyecto intenta reorientar la reforestación hacia una "reforestación social"; esto se implementa con un agresivo programa de extensión, y una metodología de trabajo basada en una relación horizontal entre el estado y las organizaciones campesinas. Esta metodología busca facilitar el acceso del campesino a la actividad forestal para que ésta sea desarrollada por él de manera autogestionaria.

Los primeros cuatro años de ejecución de este proyecto, han permitido validar sus orientaciones y perfeccionar su metodología de trabajo. Las experiencias de desarrollo forestal comunal implementadas, aún a nivel piloto, han empezado a ser asumidos por otros proyectos y se espera que mayores cambios sean producidos a partir de la institucionalización de estas orientaciones en el sector forestal.

D.2 Objetivo del Proyecto

El proyecto FAO/Holanda/INFOR busca alcanzar el desarrollo forestal de la Sierra peruana en base a una participación activa de la Comunidad Campesina, como mecanismo para lograr un desarrollo forestal autosostenido.

Se considera que el Estado debe impulsar la autogestión en las Comunidades a nivel forestal, lo que significa invertir inicialmente en la implementación y capacitación campesina, para reducir después paulatinamente el aporte estatal en esta actividad.

D.3 Condiciones para el Desarrollo del Proyecto

Las condiciones necesarias para el desarrollo del proyecto son tres:

D.3.1 Recurso humano

Una condición básica para la implementación del proyecto es contar con el personal profesional y técnico, adecuadamente capacitado. El hecho de existir un instituto autónomo e independiente en el sector agricultura, como es el INFOR (Instituto Nacional Forestal y de Fauna) ha permitido contar con profesionales especializados en la actividad a nivel central y regional. El extensionista forestal constituye un elemento clave en el trabajo de campo, sin embargo en el Perú no existen escuelas de mando medio que formen técnicos o peritos forestales. De ahí que el proyecto haya invertido gran parte de sus recursos en el proceso de formación de extensionistas en aspectos técnicos, educativos y didácticos.

D.3.2 Recursos educativos

Una de las mayores debilidades de los proyectos forestales en la región andina ha sido la ausencia de material y recursos didácticos para la fundamentación, motivación y capacitación sobre la actividad. El proyecto ha tenido que trabajar documentos informativo-educativos para distintos niveles (profesional, técnico y campesino), sistematizando conceptos y recomendaciones adaptadas a la realidad de la región andina. Este material ha sido elaborado con participación especializada de ingenieros, pedagogos y profesionales de las ciencias sociales; se han considerado las condiciones de aprendizaje de los campesinos, sus niveles de conocimiento y sobre todo, sus concepciones culturales sobre la naturaleza y el árbol. Los recursos didácticos (filminas, rotafolios, manuales, videos, etc.) constituyen herramienta básica para el trabajo de las extensionistas forestales.

D.3.3 Rigurosa planificación y supervisión

Es imprescindible contar con una planificación de las actividades del proyecto desde el nivel de campo hasta el nivel más alto en la institución. Tradicionalmente la planificación de objetivos y metas en el sector forestal ha seguido un proceso inverso, sin llegar a considerar la planificación de campo como necesaria; el resultado han sido planes poco realistas o inejecutables. Para la aplicación de un proyecto forestal comunal es necesario planificar a partir de las necesidades identificadas en cada comunidad; esto permitirá planificar los niveles de producción en viveros y

definir las metas de establecimiento de plantaciones a nivel local, regional y nacional.

Una adecuada planificación debe ser complementada con un riguroso plan de monitoreo o seguimiento, que permita la permanente revisión de avances. El seguimiento y supervisión de acciones, al igual que la planificación, debe ejecutarse en todos los niveles y con participación de todos los actores del proyecto. El seguimiento, en especial, constituye una excelente herramienta para el extensionista y el campesino, en el momento de evaluación de las obras ejecutadas.

D.4 Actividades del Proyecto

Las actividades que se ejecutan en las Comunidades Campesinas a través del proyecto están divididas en tres grupos: actividades sociales, silviculturales y económicas. En su conjunto constituyen lo que se denomina el Proyecto Comunal de Reforestación, que es diseñado para cada Comunidad de acuerdo a sus condiciones y características.

D.4.1 Actividades sociales

a) Visitas de motivación

Como actividad inicial en el campo los extensionistas llevan a cabo visitas de información y motivación sobre la actividad forestal. Este primer contacto permite identificar las necesidades, condiciones y disposición de las comunidades para participar en el proyecto. Para la selección de comunidades en que trabaja el proyecto, se considera importante su ubicación con el objetivo de irradiar la experiencia a otras vecinas.

b) Fortalecimiento de la Organización Comunal

Si bien la mayoría de las comunidades de la Sierra mantienen ciertos niveles de organización interna, el proyecto contribuye en el perfeccionamiento de esta organización y en la integración de la actividad forestal en su funcionamiento. Con tal fin se impulsa la formación de Comités Forestales o Comités de Reforestación que son equipos de líderes seleccionados por la comunidad para la conducción de los trabajos forestales (en algunos sectores, éstos están integrados a Comités de Desarrollo que tienen reponsabilidad más amplia). Son instancias permanentes con cargos rotativos de acuerdo al Estatuto de Comunidades, que sirven de nexo entre la comunidad y el sector forestal.

c) Formación de Promotores Forestales Campesinos

Los miembros de los Comités son capacitados por los extensionistas en los aspectos básicos de la producción de árboles en vivero y de su establecimiento en plantaciones. Esta capacitación se hace, a través de cursillos intensivos o de talleres permanentes, y se prepara al Promotor en varias áreas de trabajo:

- i. La elaboración del Proyecto Comunal de Reforestación (diagnóstico, identificación y priorización de necesidades,

identificación de áreas y especies a plantar, programación de producción en vivero y cronograma de actividades);

- ii. La instalación y manejo de un vivero comunal;
- iii. Las técnicas de establecimiento de plantaciones; y
- iv. El diseño de actividades educativas que le servirán para su labor de proyección a la comunidad.

d) Trabajo con Clubes de Madres

Una de las herramientas de motivación que usa el proyecto es la difusión de las Cocinas Mejoradas de cerámica, para demostrar el beneficio inmediato en el ahorro de leña. Esta difusión se realiza a través de los Clubes de Madres o Asociaciones de Damas, como una manera de integrar a la mujer campesina a la actividad forestal.

D.4.2 Actividades silviculturales

Constituyen la ejecución de obras específicamente técnicas al interior de la comunidad. El proyecto considera importante aplicar una estrategia de introducción progresiva de la actividad, con la intención de medir el grado de aprendizaje e interés de la comunidad para una futura autogestión.

Por ejemplo, en el primer año de trabajo con una comunidad, el proyecto implementa viveros comunales con metas modestas de producción (promedio de 3,000 a 5,000 arbolitos). En esta primera etapa se selecciona especies de fácil propagación y rápido crecimiento, para garantizar el éxito de la producción inicial; el proyecto facilita los materiales necesarios para la producción (semillas, fundas y herramientas). Este apoyo, junto con la capacitación y la presencia permanente del técnico, constituyen los "incentivos" que proporciona el proyecto, aunque se considera que el mejor incentivo es el resultado que se obtiene del propio trabajo comunal.

En este primer año de trabajo, la comunidad aún no estará en condiciones de cubrir su demanda de arbolitos a plantar, por lo que los viveros centrales del Estado deberán garantizar el abastecimiento, en el número y especies necesarias.

De acuerdo a los logros obtenidos, en las siguientes campañas forestales, la comunidad incrementará y diversificará su producción en vivero así como su aporte de recursos, reduciéndose paulatinamente el aporte del proyecto. Algunas comunidades en los primeros años han superado sus niveles de producción, obteniendo así ingresos para con la venta de arbolitos a comunidades vecinas.

La conducción de las actividades silviculturales en la comunidad, producción de árboles, establecimiento de plantaciones forestales e implementación de sistemas agroforestales, están a cargo de los Comités Forestales, con el apoyo técnico y supervisión del extensionista.

D.4.3 Actividades económicas

Lograr que la actividad forestal sea autosostenida implica la captación y adecuado manejo de recursos económicos por parte de la comunidad. El extensionista apoya la organización de actividades económicas en la comunidad y las gestiones que a nivel externo tiene que realizarse para obtener créditos, donaciones, etc.

D.5 Programas Complementarios

El proyecto complementa el Plan de Desarrollo Forestal Comunal con la ejecución de varios programas como el de la mujer, de pequeñas industrias forestales y de educación forestal a nivel escolar.

D.5.1 Programa de la mujer

A través del programa de la mujer se propone estimular la participación de este sector en la toma de decisiones para la actividad forestal y el conjunto de obras de la comunidad. Tradicionalmente el sector femenino ha sido marginado de la organización a pesar de constituir el grupo más activo en la ejecución de obras comunales. La instalación de Cocinas Mejoradas, la producción de tintes naturales, la confección de artesanías o alimentos a partir de productos forestales son, entre otras, algunas de las acciones impulsadas en este programa.

D.5.2 Programa de pequeñas industrias

En Comunidades Campesinas que poseen plantaciones en edad de aprovechamiento, el proyecto impulsa la instalación de pequeñas industrias comunales como la confección de sillas a torno, producción de carbón, producción de postes tratados, etc. Estas pequeñas industrias permiten que se otorgue un valor agregado a la producción forestal en la comunidad, así como que se aperturen fuentes de empleo e ingreso que estimulan la permanencia de la población en el lugar. El financiamiento y rendimiento de estas pequeñas industrias en la Sierra del Perú, viene estimulando crecientemente el establecimiento de nuevas plantaciones.

D.5.3 Programa de educación forestal escolar

El programa de educación forestal escolar constituye uno de los mayores logros del proyecto; tiene como objetivo estimular la formación del niño del área rural andina en la protección de los recursos naturales. Constituye un programa desarrollado en Convenio con el Ministerio de Educación, integrado a las líneas curriculares de tercero a sexto grado de formación básica. Para su implementación se capacita a los profesores de escuelas rurales a través de cursillos técnico-metodológicos y a través de material autoinstructivo (cassettes, rotafolios, manuales). Este último método ha permitido llegar a un mayor número de escuelas del área andina.

E. RESUMEN

En este capítulo se ha analizado, principalmente, la necesidad de implementar en todo proyecto o programa de desarrollo agroforestal, una línea de extensión que facilite el acercamiento y participación de los agricultores en los proyectos.

Este análisis incluye la revisión de algunas características con las que tradicionalmente se han venido ejecutando los programas de desarrollo y los cambios necesarios a implementar en las instituciones responsables del desarrollo rural. Se analizan también tres experiencias específicas de proyectos que en el país, y en el Perú, vienen implementando actividades de extensión como un componente básico de su proyección técnica y social en el campo. Se presenta la experiencia del Programa Agroforestal en Saraguro, impulsada por el Ministerio de Agricultura, el Colegio Técnico "Celina Vivar Espinoza" y CARE; el Proyecto "Manejo y Uso de la Tierra" ejecutado por el Ministerio de Agricultura y CARE en Tungurahua; y finalmente, se presenta la experiencia en el desarrollo forestal comunal del Proyecto "Apoyo a las plantaciones forestales con fines energéticos y para el desarrollo de Comunidades Rurales de la Sierra Peruana" (FAO/Holanda/INFOR) que viene ejecutando, desde hace cuatro años en el Perú, el Instituto Nacional Forestal y de Fauna, con apoyo de FAO y el gobierno holandés.

BIBLIOGRAFIA

- Arledge, J.E., L. Chang-Navarro, y A. Vásquez Villanueva. 1984. Manual Técnico de Conservación de Suelos. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura - Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones. 89 pp. il.
- Ballard, R. 1974. Use of Soil Testing for Predicting Phosphate Fertilizer Requirements in Radiata Pine at Time of Planting. N.Z.J. For. Sci., 4: 27-34.
- Barnett, Bobby D. 1986. Nitrogen-fixing Trees Benefit Rotation Crops. Journal of Forestry Nov.: 48-49.
- Bermejo, J. y F. Pasetti. 1985. El Arbol en Apoyo de la Agricultura, Sistemas Agroforestales en la Sierra Peruana. Lima, Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Documento de Trabajo No. 4.
- Bignoli, D.B. 1984. Pasturas: Implementación, Manejo y Control de Malezas. Editorial CADIA. Buenos Aires. 134-99.
- Binkley, D. 1985. Forest Nutrition Management. John Wiley and Sons, New York. 290 pp.
- Borgo, G. 1985. Aspectos de Protección: Bosques y Ganado. Cusco, Perú. Una Charla en la Primera Reunión Técnica Sobre Protección Forestal. 8 pp.
- Bowen, G.D. y E.K.S. Nambiar. 1984. Nutrition of Plantation Forests. Academic Press.
- Brady, N.C. 1984. The Nature and Properties of Soils. 9th ed. Macmillan Publishing Co., New York. 750 pp.
- Carlson, P.J. 1985. El Aliso (Alnus jorullensis) para Sistemas Agroforestales en la Sierra del Perú. Primeras Jornadas Agroforestales en la Sierra Peruana. Tarma, Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR.
- Carlson, P.J. y J. Candela. 1985. Sobrevivencia de Eucalyptus globulus en Plantaciones del PRAA (Campaña 1984-1985) en Cinco Departamentos de la Sierra del Perú. A.I.D.-SEPAS. 23 pp.
- Carlson, P.J. y J.O. Dawson. 1985. Soil Nitrogen Change, Early Growth, and Response to Soil Internal Drainage of a Plantation of Alnus jorullensis in the Colombian Highlands. Turrialba: 5: 141.
- Coombe, J. 1981. Jaúl con Pastos: Práctica Silvopastoril en el Nivel Submontano de Costa Rica. Agroforestería: Actas del Seminario Realizado en el CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 71-75.
- Coombe, J. y G. Budowski. 1979. Classification of Agro-forestry Techniques. Workshop Agro-forestry Systems in Latin America Proceedings. U.N. Univ. y CATIE. Turrialba, C.R. pp. 17-47.

- Davis, M.R. 1981. Legumes for Infertile High-Country Soils. What's New in Forest Research, No. 93. Forest Research Institute, Rotorua, New Zealand.
- Dawson, J.O. 1986. Actinorhizal Plants: Their Use in Forestry and Agriculture. Outlook on Agriculture 15(4): 202-208.
- FAO. 1984. Proteger y Producir. Roma. 40 pp. il.
- Fassbender, H.W. 1984. Bases Edafológicas de los Sistemas de Producción Agroforestales. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 192 pp.
- Forest Research Institute. 1975. Grazing Livestock Among Your Radiata Pine. New Zealand. What's New in Forest Research, No. 22. 4 pp.
- Foth, Henry D. 1984. Fundamentals of Soil Science. 7th ed. John Wiley and Sons, New York. 435 pp.
- Galloway, G. 1986. Guía Sobre la Repoblación Forestal en la Sierra Ecuatoriana. Quito. Ministerio de Agricultura, Proyecto DINAF/A.I.D. 291 pp.
- Galloway, G. 1987. Criterios y Estrategias para el Manejo de Plantaciones Forestales en la Sierra Ecuatoriana. Quito. Ministerio de Agricultura, Proyecto DINAF/A.I.D. 154 pp.
- Galloway, G. y G. Borgo. 1983. Manual de Viveros Forestales en la Sierra Peruana. Lima, Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. 123 pp.
- Gillingham, A.G., B.K. Klomp y S.E. Peterson. 1976 Stock and Pasture Management for Establishment of Radiata Pine in Farmland. New Zealand Forest Service Reprint No. 906, Reprinted from Proceedings of the New Zealand Grassland Assoc., 37 (1): 38-51.
- Harcharik, D.A. y S.H. Kunkle. 1978. Plantaciones Forestales para la Rehabilitación de Tierras Erosionadas. Lecturas Especiales Sobre Técnicas de Conservación. Roma. Colección FAO: Conservación de Suelos No. 4. pp. 87-106.
- Hawke, M.F. y N.S. Percival. 1984. Grazing Management of Agroforests on Hill Country: Proceedings of the New Zealand Grassland Assoc. 45: 239-235.
- Holdridge, L.R. 1951. The Alder, Alnus acuminata, as a Farm Timber Tree in Costa Rica. Caribbean Forester, Vol. 12 No. 2.
- Holland, M.D. 1982. Recomendaciones Técnicas para la Conservación de Suelos en la Zona de Centro Piloto de Catilluc. Cajamarca. Cooperación Técnica Peruana, PRODAC-CIDA IX. 25 pp.
- Jacobs, M.R. 1981. El Eucalipto en la Repoblación Forestal. Roma. Colección FAO: Montes No. 11. 723 pp.

- Link, Enrique. 1985. Ejemplos de Sistemas Agroforestales con Posibilidades de Ser Aplicados en la Sierra. Primeras Jornadas Agroforestales en la Sierra Peruana. Tarma, Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR.
- Leonard, D. 1967. Soils, Crops and Fertilizer Use: A What, How and Why Guide. Peace Corps Info. Collection and Exchange. Reprint R-8. 162 pp.
- Masson, Luis. 1985. Los Sistemas Agroforestales y la Conservación de los Suelos. Primeras Jornadas Agroforestales en la Sierra Peruana. Tarma, Perú. Proyecto FAO/Holanda/INFOR.
- Molina, O. 1977. El Manejo de sus Pastos. INIAP Boletín Divulgativo No. 70. Quito, Ecuador.
- National Academy of Sciences. 1979. Tropical Legumes: Resources for the Future. Washington, D.C. 332 pp.
- Newman, J.B. 1986. An Overview of Windbreaks in the United States. International Symposium on Windbreak Technology Proc. Great Plains Ag. Council Publ. No. 117. 269 pp.
- OTS y CATIE. 1986. Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos. USAID/S&T/FENR. San José, C.R.
- Peñaloza, R. y M. Hervé. 1984. Pastoreo Permanente de Ovinos en Plantaciones Forestales en la Décima Región. Chile. Próxima Década, No. 24, pp. 16-21.
- Peñaloza, R., M. Hervé, y L. Sobarzo. 1985. Applied Research on Multiple Land Use Through Silvopastoral Systems in Southern Chile. Agroforestry Systems 3: 59-77.
- Powell M.B. y R.W.C. Master. 1984. Management Options for Hoop Pine on Farms. Australia. Queensland Agricultural Journal, pp. 59-61.
- Pretell Chiclote, J., D. Ocaña Vidal, R. Jon Jap y E. Barahona Chura. 1985. Apuntes Sobre Algunas Especies Forestales Nativas de la Sierra Peruana. Lima, Instituto Nacional Forestal y de Fauna, Proyecto FAO/Holanda/INFOR. 120 pp.
- Rojas, H., F. Marcia y J.A. Lastra. 1979. Monografía del Alnus jorullensis H.B.K. Colombia Forestal 1 (5). Bogotá.
- Smit, G.S., V. Muñoz, y T.L. Venegas. 1965. Informe Forestal del Departamento de Caldas. Manizales, Colombia. Fondo de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras. 152 pp.
- Spier, H. y C. Biederbick. 1980. Árboles y Leñosas para Reforestar las Tierras Altas. Quito. Cuadernos de Capacitación Popular No. 4. 192 pp.

Tombleson, J. 1984. Waaikite Shelterbelt - A Glimpse at the Future? New Zealand Tree Grower, N.Z. Forest Research Reprint 1716. 3 pp.

Waring, H.D. 1984. Increasing Productivity of Multipurpose Species. Position Paper 3.2. Planning Workshop for Asia on Forest Research and Technology Transfer (IUFRO). Sri Lanka.

Anexo 1

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SEGUNDO SEMINARIO-TALLER AGROFORESTAL PARA LA SIERRA ECUATORIANA

Aspectos Técnicos

1. Dentro de la conservación de los recursos naturales, la erosión es el problema más grave de la Sierra ecuatoriana, que viene causando el empobrecimiento del sector rural, y la migración de su población a los centros urbanos.
2. Los sistemas agroforestales representan una alternativa eficaz para reducir la erosión, proteger los cultivos e incrementar la productividad agrícola.
3. La aplicación de sistemas agroforestales debe considerar un conjunto de técnicas de manejo racional de recursos naturales.
4. Existe una riqueza de tecnología tradicional andina sobre sistemas agroforestales, en la práctica empírica de los agricultores, que debe ser rescatada, mejorada y difundida.
5. Tomando en cuenta la gran variabilidad ecológica en la Sierra, es imprescindible plantar las especies forestales en sitios adecuados. Se recomienda aprovechar los resultados del estudio de zonificación de especies de la Dirección Nacional Forestal y mejorar su aplicabilidad futura a través de la inclusión de mayor información en el Banco de Datos.
6. Es necesario diversificar las especies utilizadas en programas de reforestación y agroforestación en la Sierra.
7. Debido a que las especies nativas ofrecen múltiples beneficios para la población rural y son adaptadas al medio, se debería fomentar su propagación e incluirlas en programas de reforestación masiva y sistemas agroforestales en la Sierra. Además, deben recibir tratamiento prioritario las especies fijadoras de nitrógeno y frutales.
8. Por el hecho que la implementación de sistemas agroforestales en forma sistemática es una tarea nueva en la Sierra, hay que fomentar la investigación en todos los campos relacionados con ello.
9. Es indispensable recopilar la información existente sobre la propagación de especies leñosas, sistemas agroforestales y su aplicación en el medio andino para luego ser difundida y usada como base para futuros trabajos.
10. En el proceso de investigación, establecimiento y manejo de sistemas agroforestales debe involucrarse a conocedores del campo agropecuario (agrónomos, zootecnistas y forestales).

11. Debe institucionalizarse el estudio de sistemas agroforestales en los centros universitarios y escuelas de formación técnica en el país.
12. Por el hecho que las parcelas demostrativas son una forma efectiva para la promoción de sistemas agroforestales, se recomienda su amplia implementación a lo largo de la Sierra, en lugares representativos de cada región. Las entidades reforestadoras deben buscar los mecanismos necesarios para incentivar el establecimiento de éstas.
13. Existe una urgente necesidad de concientizar la población rural sobre la degradación de sus recursos naturales; este proceso debería comenzar en los centros educativos.
14. Dado que la aplicación sistemática de sistemas agroforestales está comenzando en la Sierra, es necesario implantar un programa de capacitación multidisciplinario a todo nivel que incluya a profesionales, técnicos y campesinos.

Aspectos Sociales

1. Las características de la tenencia de la tierra en la Sierra ecuatoriana ha obligado a los campesinos y comunidades al uso intensivo de los suelos marginales.
2. La aplicación de sistemas agroforestales permite la diversificación de actividades en el campo incrementando fuentes de trabajo a través de pequeñas industrias y/o actividades artesanales (complementarias a las actividades básicas).
3. El éxito de cualquier proyecto de agroforestería en la Sierra depende de una acción participativa del campesino en todas las etapas, desde la planificación hasta su ejecución.
4. Al comenzar cualquier programa de agroforestería es necesario tomar en cuenta los niveles de organización campesina y colaborar en su fortalecimiento.
5. Las líneas de promoción, extensión y capacitación en los proyectos de forestación no han contado con la debida atención. Estos aspectos deben ser prioritarios en futuros proyectos de agroforestería.
6. La mujer puede constituir un elemento importante para la promoción de sistemas agroforestales. Por lo tanto, debe ser integrada en las acciones de extensión y capacitación.

Aspectos Institucionales

1. Se recomienda reestablecer el Programa Nacional de Conservación de Suelos en reconocimiento del alarmante problema de erosión en el país.
2. En los programas forestales y de conservación de suelos en la Sierra, debe ser incluido el componente agroforestal.

3. Las diferentes instituciones ligadas al desarrollo en el campo deberían obtener y/o asignar fondos económicos para la implementación de sistemas agroforestales en la Sierra.
4. Dado que la agroforestería puede responder a múltiples necesidades del campesino, debe impulsarse la acción conjunta de instituciones estatales y privadas que laboran en la Serranía ecuatoriana. Esto favorecerá la optimización de recursos disponibles y la confluencia multidisciplinaria que es necesaria.
5. Es urgente mantener y ampliar un equipo de extensionistas capacitados en el campo para garantizar el éxito de los programas forestales y agroforestales.
6. El diseño de cualquier proyecto agroforestal debe contemplar la necesidad de realizar acciones de seguimiento y evaluación.
7. Con el fin de difundir las prácticas y experiencias agroforestales tanto a nivel local como nacional, las instituciones involucradas en este campo deberían promover la realización de eventos similares a éste.

Anexo 2

LA INVESTIGACION EN LA AGROFORESTERIA

Por el hecho que existen muchas incógnitas a resolver en el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales en la Sierra, se hace indispensable contar con un plan de investigación de largo plazo sobre el tema. Aunque en los últimos años se ha iniciado la investigación sobre agroforestería en la zona tropical cálida en algunos centros en el mundo, para la región andina no se cuenta con estudios similares hasta el momento.

A continuación se presentan resúmenes de dos presentaciones hechas sobre el tema. La primera, otorgada por el Ing. David Ocaña, ofrece una visión general de la problemática de la investigación agroforestal en la región andina y la segunda, recopilada de notas de la presentación del Dr. Gerardo Budowski en el Primer Taller de Agroforestería para la Sierra en 1986, presenta algunas ideas específicas sobre las características de especies que hay que investigar y sobre aspectos a considerar en la investigación.

Previous Page Blank

A. LA INVESTIGACION DE LA AGROFORESTERIA EN LA REGION ANDINA

(Recopilado de la presentación del Ing. David Ocaña)

A.1 Estrategias Generales para Conducir la Investigación

En los países altoandinos, el recurso económico para conducir una tarea de tan largo plazo, como es la investigación forestal y agroforestal, es muy escaso. Por esta razón, los investigadores no pueden darse el lujo de investigar temas de interés particular, sino que deben invertir sus pocos recursos en solucionar problemas críticos. Dada la necesidad de resolver problemas prácticos en todo aspecto de la agroforestería, se considera que todo proyecto con componente agroforestal debe incluir un presupuesto para hacer investigación.

Por los limitados recursos y por la necesidad de conducir investigaciones serias, el investigador debe ejecutar su trabajo siguiendo algunos principios básicos, como son:

- i. Priorizar acciones;
- ii. Fijar metas muy concretas;
- iii. Alcanzar sus metas en períodos definidos; y
- iv. Buscar resultados para satisfacer las necesidades del usuario antes que los intereses personales del investigador.

A.2 Importancia de Rescatar la Tecnología Tradicional

Los que hacen la investigación, muchas veces tienen una formación extremadamente académica que les dificulta ver la tecnología tradicional como una base válida para iniciar una investigación. Debe reconocerse que las culturas andinas contaron con buenos sistemas de manejo de tierra y que mucha de la tecnología existente hoy en el campo es una de las bases más apropiadas para investigar. Basando la investigación en técnicas presentes en el campo se puede ahorrar tiempo en la resolución de problemas técnicos.

A.3 La Investigación en su Nivel Científico y Aplicado

Debido a los problemas de presión sobre el uso de la tierra, resulta difícil conducir una investigación agroforestal pura en el campo andino. Deben organizarse experimentos que nos permitan obtener datos confiables, lo que requiere un seguimiento y protección especial de la experiencia. Esto es lo que comúnmente se llama la investigación científica y hay que promoverla lo máximo posible dentro de las limitaciones económicas que existen.

Por otro lado, debe promoverse también la llamada investigación aplicada en el campo, es decir la ejecución de ensayos en terrenos de comunidades o propietarios individuales, que consideren sus realidades. Aunque por lo general, estos trabajos no cuentan con la protección y seguimiento necesario

para otorgar datos muy confiables, sirven para promover técnicas dentro de sistemas agropecuarios existentes.

A.4 Divulgación de Resultados

Muchas veces no se ha dado la atención debida a la divulgación de los resultados de una investigación. Es imprescindible que la gente que hace la investigación escriba y comparta los resultados como única manera de avanzar en el trabajo agroforestal, validando experiencias y promoviendo nuevos estudios.

B. ASPECTOS A INVESTIGAR SOBRE SISTEMAS AGROFORESTALES

(Recogido de las notas de la presentación del Dr. G. Budowski en el Primer Taller de Agroforestería en La Sierra Ecuatoriana realizado en Ambato en Julio de 1986)

B.1 A Nivel de Sistemas Agroforestales

A nivel de sistemas agroforestales existe mucho por investigar. Para promocionar su aplicación se considera necesario investigar y definir sus valores, tanto de producción, como de protección y potenciales.

B.1.1 Valores de producción:

- i. Madera para la venta;
- ii. Leña;
- iii. Follaje u otras fuentes de forraje;
- iv. Materia orgánica; y
- v. Otros productos como gomas, resinas, taninos, medicinas, miel, etc.

B.1.2 Valores protectores:

- i. Efectos sobre microclima (viento, temperatura, humedad);
- ii. Valor en la delineación de propiedad;
- iii. Abrigo para animales caseros; y
- iv. Sombra para viviendas o establos.

B.1.3 Valores potenciales

Con sistemas agroforestales debe preverse lo que puede suceder y proporcionar en el futuro.

B.2 A Nivel de Especies y Asociaciones de Especies

A nivel de especies arbóreas y asociaciones de éstas hay mucho por definir en cuanto a sus características ecológicas, fisiológicas, de reproducción y comportamiento al manejo de poda.

B.2.1 Características ecológicas

Se considera necesario investigar sobre:

- i. Distribución natural (zonas ecológicas y climáticas, con énfasis en su tolerancia a heladas);

- ii. Requerimientos de humedad;
- iii. Tolerancia a la sombra;
- iv. Comportamiento de la regeneración natural (si tiene capacidad de regenerarse en potreros, por ejemplo);
- v. Especificidad en cuanto a suelos requeridos (pH, profundidad, textura, materia orgánica, elementos químicos y capa freática);
- vi. Comportamiento frente al fuego;
- vii. Sensibilidad a diferentes tipos de competencia; y
- viii. Su comportamiento ante plagas.

B.2.2 Características fisiológicas y morfológicas

Es necesario considerar en la investigación:

- i. Hábito decíduo o perennifolio;
- ii. Edad de las hojas antes de la abscisión;
- iii. Forma de caer de las ramas;
- iv. Características relevantes en el crecimiento de las raíces;
- v. Presencia de espinas u otras estructuras parecidas;
- vi. Palatabilidad para el ganado y comportamiento frente al ramoneo;
- vii. Presencia de micorriza (tipos y requerimientos para su presencia);
- viii. Capacidad de fijar nitrógeno (agentes, condiciones propicias, etc.);
- ix. Elementos tóxicos para humanos o animales; y
- x. Características de alelopatía.

B.2.3 Hábitos de crecimiento

Es conveniente considerar en la investigación hábitos de crecimiento, tales como:

- i. La arquitectura del árbol juvenil y adulto (parte aérea y radicular);
- ii. Velocidad de crecimiento y tamaño potencial;
- iii. Relación entre copa, tronco y raíces;

- iv. Forma, anchura y densidad de la copa;
- v. Capacidad de poda natural; y
- vi. Variabilidad de la ramificación, copa, tronco y raíces según el medio en que crece.

B.2.4 Capacidad de rebrotar

Es necesario considerar:

- a) Comportamiento de rebrotes.
 - i. Número de brotes, lugar de su aparición y evolución;
 - ii. Velocidad de crecimiento;
 - iii. Hábitos de crecimiento (lateral, vertical, diferencia con árboles no podados de la misma especie); y
 - iv. Relación del follaje con el material leñoso y su evolución.
- b) Destino de las partes podadas.
 - i. Dejadas en el suelo donde caen;
 - ii. Desmenuzadas y espaciadas en forma sistemática; y
 - iii. "Exportadas" del sitio para leña, forraje, etc.

B.2.5 Métodos de reproducción

- i. Asexual (estacas, acodos, esquejes, raíces, etc.);
- ii. Sexual (semilla);
- iii. Estado y forma de coleccionar semillas maduras;
- iv. Viabilidad de semilla y capacidad de almacenamiento;
- v. Tratamientos de semilla y estacas;
- vi. Comportamiento en semillero y vivero con tratamientos diversos;
- vii. Métodos de transporte y transplante; y
- viii. Cuidados especiales requeridos en el campo.

B.3 La Poda

Quizás la actividad de manejo más relevante para árboles en sistemas agróforestales es la poda. Ella tiene varios objetivos como:

- i. Cosechar postes, leña, forraje u otros productos;
- ii. Reducir competencia con los cultivos asociados;
- iii. Producir materia orgánica para incorporar al suelo;
- iv. Mejorar la forma del fuste del árbol;
- v. Favorecer la fisiología de cultivos asociados (ej.: poda de árboles de sombra para estimular la floración del café);
- vi. Eliminar ramas enfermas o parásitos;
- vii. Rejuvenecer el árbol padre; y
- viii. Mejorar la aireación del suelo, formando canales con la mortandad de raíces.

Algunos aspectos o modalidades del régimen de poda que se necesita investigar, incluyen:

- i. Tipo de poda;
 - "total" o "radical", cerca del suelo (como en el manejo de eucalipto);
 - "total" o "radical", a 1 o 2 metros de altura (como en el manejo de un cerco vivo o faja de árboles en contorno);
 - "fuerte", dejando solo dos ramas eliminando la mayoría; y
 - "leve" según criterios preestablecidos (formación de fuste, ornamentación, etc.).
- ii. Frecuencia de poda;
 - muy frecuente, como en la producción de forraje; y
 - poco frecuente, como en la producción de postes.
- iii. Edad y condición de árboles podados;
- iv. Tiempo necesario en el labor de la poda;
- v. Peligros en la ejecución de la poda;
- vi. Comportamiento del callo;
- vii. Longevidad hasta reposición; e
- viii. Infecciones y causas de muerte.

Anexo 3

DIA DE CAMPO

Con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos durante el Seminario-Taller, se organizó un día de práctica de campo en el área de trabajo del Proyecto Agroforestal de Saraguro. Como objetivo específico de la práctica, se consideró necesario familiarizar y ejercitar a los participantes en el proceso de:

- i. Identificación de recursos, condiciones de desarrollo y necesidades en un área determinada;
- ii. Identificación de sistemas agroforestales tradicionales;
- iii. Diseño de un plan agroforestal (que considere actividades a mediano y largo plazo);
- iv. Promoción de sistemas agroforestales con productores; y
- v. Plantación de árboles en sistemas agroforestales.

La organización de la práctica estuvo a cargo de los extensionistas del Colegio Técnico "Celina Vivar" y los voluntarios del Cuerpo de Paz que apoyan técnicamente este proyecto.

Entre los participantes se conformaron tres grupos que trabajaron en tres áreas diferentes (zona alta de pastoreo, parcela agrícola alrededor de una casa, terreno agrícola de ladera). En cada una de ellas, con la participación del dueño de la parcela y los extensionistas, los participantes pudieron aplicar diagnósticos de necesidades y recursos, evaluar las preferencias del propietario y diseñar con él un plan agroforestal factible de implementar. Finalmente, cada grupo plantó árboles de acuerdo a los planes diseñados.

La experiencia fue evaluada a nivel de plenario, en el que cada grupo y cada participante pudo expresar sus impresiones y balance del trabajo. En términos generales, siendo el balance positivo, se hicieron las siguientes observaciones a considerar en futuros trabajos:

- Para el diseño de sistemas agroforestales se requiere previamente un diagnóstico completo que considere los recursos existentes, la actividad principal del productor, sus necesidades y preferencias;
- El proceso de diagnóstico y diseño del plan agroforestal debe hacerse con el productor; el recorrido del terreno y la evaluación conjunta de extensionista y propietario, constituyen parte de la capacitación;
- El diseño del plan agroforestal debe considerar una priorización de los trabajos de acuerdo a la urgencia de éstos y la disponibilidad de recursos del propietario. De ser posible, el diseño debe considerar un análisis económico de costos del plan;

- La elaboración de un croquis, como parte del diseño, constituye una herramienta de motivación importante. En él debe considerarse los sistemas a implementar, distanciamientos y especies; y
- Finalmente, el plan debe considerar una especificación de las responsabilidades del propietario para la instalación del sistema y el seguimiento correspondiente.

Anexo 4

LIGA ECUATORIANA DE AGROFORESTERIA (LEAF)

(Recopilado de la presentación del Ing. Franco Muñoz)

A partir del Primer Taller de Agroforestería para la Sierra realizado en Ambato en Julio de 1986, surgió la idea de formar una entidad con el objetivo de centralizar información y divulgar técnicas sobre la agroforestería en la Sierra. Se decidió formar La Liga Ecuatoriana de Agroforestería con dos centros de coordinación, uno en la zona sur en la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja y otro en la zona norte, aún pendiente de formación.

La primera actividad de la LEAF fue la de redactar un formulario de "reporte de sistema agroforestal" con el fin de establecer un banco de datos sobre sistemas agroforestales existentes en la Sierra. El formulario incluía secciones para información sobre descripción de sistemas, fecha y lugar de establecimiento, especies forestales, agrícolas o pastos incluidos y otros datos de establecimiento. Dicho formulario, junto con una carta de introducción sobre la LEAF, fue enviada a todas las oficinas del Ministerio de Agricultura en la Sierra, así como a otras instituciones reforestadoras y participantes del Primer Taller de Agroforestería, con lo que se inició la formación del banco de datos.

Aparte de iniciar el archivo sobre sistemas agroforestales en la Sierra, la LEAF ha realizado otras actividades en la región de Loja, tales como:

- 1) Organización de un curso, de una semana de duración, sobre la Agroforestería en la Universidad Nacional de Loja en Febrero del 1987;
- 2) Formación inicial de una biblioteca sobre agroforestería en la Universidad a partir de contribuciones de voluntarios del Cuerpo de Paz; y
- 3) Colaboración en la organización del Segundo Seminario-Taller de Agroforestería para la Sierra.

Para fortalecer la actividad y organización de la LEAF, en el Seminario-Taller se alcanzaron las siguientes sugerencias:

- 1) Formar una base legal para la Liga con reglamentos y estatutos, que le permitan actuar con personería jurídica propia;
- 2) Divulgar la información sobre la Liga en las Universidades y entidades involucradas en la promoción forestal y agropecuaria en el país;
- 3) Promover el estudio de sistemas agroforestales en los curriculums de agronomía, zootecnia y forestales de los Centros técnicos y universitarios; y

- 4) Realizar eventos anuales, de intercambio de experiencias, como el Seminario-Taller de Agroforestería para la Sierra.

Finalmente, el Seminario-Taller ratificó al Ing. Franco Muñoz como Director de LEAF, con el apoyo como coordinadores regionales de los Ingenieros Marcelino Pita (Jefe del Distrito Forestal, MAG-Chimborazo), José Padilla (Jefe del Distrito Forestal, MAG-Carchi) y Alfredo Cruz (Proyecto MAG-CARE, Tungurahua).

Anexo 5

INSTITUCIONES RELACIONADAS CON LA ACTIVIDAD AGROFORESTAL

Se presenta una lista de instituciones relacionadas con la actividad agroforestal. La lista ha sido obtenida de la guía presentada por OTS y CATIE (1986) seleccionando las direcciones consideradas de mayor relevancia para el trabajo agroforestal en la Sierra del Ecuador.

Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal
Universidad de Buenos Aires
Avenida San Martín 4453
Buenos Aires 1417, ARGENTINA

Instituto Forestal Nacional (IFONA)
Pueyrredón 2246 6to. Piso
Buenos Aires, ARGENTINA

Universidad Nacional de Misiones
El Dorado, Misiones, ARGENTINA

Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria
IBTA-MACA
La Paz, BOLIVIA

Corporación Nacional Forestal
Avenida Bulnes 285, of. 703
Santiago, CHILE

Universidad Austral de Valdivia
Facultad de Ingeniería Forestal
Valdivia, CHILE

Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Forestales
Casilla 567
Valdivia, CHILE

Universidad de Chile
Facultad de Ingeniería Forestal
Santiago, CHILE

Departamento de Recursos Forestales
Universidad Nacional de Medellín
Apartado Aéreo 568
Medellín, COLOMBIA

INDERNA
Diagonal 34 No. 5-18
Bogotá, COLOMBIA

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Calle 37 8-43 Of. 802
Bogotá, COLOMBIA

Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF)
Calle 84 No. 20-05
Bogotá, COLOMBIA

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Apartado 67-13, Palmira
Cali, COLOMBIA

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Turrialba, COSTA RICA

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)
Apartado 55
2200 Coronado
San José, COSTA RICA
(tiene oficinas nacionales en 27 países de América Latina y el Caribe, en EE.UU. y en Canadá)

CARE
Quito 2097, ECUADOR

Dirección Nacional Forestal y de Fauna (DINAF)
Ministerio de Agricultura
Avda. Amazonas
Quito, ECUADOR

Instituto Nacional Forestal y de Fauna
Proyecto FAO/Holanda/INFOR
Jr. Santa Cruz No. 734
Lima 11, PERU

Forestry Support Program
USDA Forest Service
Rm. 696A RPE
P.O. Box 2417
Washington, D.C. 20013
EE.UU.

National Academy of Sciences (NAS)
2101 Constitution Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20418
EE.UU.

NIFTAL Project (Nitrogen Fixation in Tropical Agricultural Legumes)
P.O. Box 0
Paia, Hawaii 96770
EE.UU.

Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA)
P.O. Box 680
Waimanlo, Hawaii 96795
EE.UU.

Pan American Development Fund
Agroforestry Outreach Project
1625 I Street, Suite 622
Washington, D.C. 20006
EE.UU.

Peace Corps
1990 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20526
EE.UU.

Forestry Department
Food and Agriculture Organization (FAO)
Via delle Terme di Caracalla
00100 Roma, ITALIA

Forest Research Institute
"Dorschkamp"
P.O. Box 23
6700 Wageningen, PAISES BAJOS

German Agency for Technical Cooperation (GTZ)
Postfach 5180
236 Eschborn 1, ALEMANIA FEDERAL

International Union of Forest Research Organization (IUFRO)
A-1131 VIENNA
Schonbrunn, AUSTRIA

Information and Documentation Section
International Council for Research in Agroforestry (ICRAF)
P.O. Box 30677
Nairobi, KENIA

Oxford Forestry Institute
Oxford University
Oxford, REINO UNIDO

Anexo 6

LISTA DE PARTICIPANTES

1. Norman Astudillo
MAG
Ambato
2. Raúl Bravo
MAG
Correo Central-Alausi
3. Mariano Balboa
Extensionista Forestal
Proyecto CARE-Cañar
Colegio Calazanz, Cañar
4. Mario Cárdenas
CREA
Morona Santiago, Macas
5. Eduardo Cevallos
EMDEFOR
J. Montalvo y Veloz #29-54
Casilla 363, Riobamba
6. Alfredo Cruz (Expositor)
Coresponsable del Proyecto
"Manejo y Uso de la Tierra"
MAG-CARE, Ambato
7. Luis Calderón
Univ. Nac. de Loja
Centro Andino de Tec. Rural
Loja
8. Santos Calderón
MAG
Loja
9. Paul Carlson (Expositor)
Entrenador, Cuerpo de Paz
Cuerpo de Paz
Quito
10. Dennis Desmond
CARE - Coordinador Forestal.
Apdo. 4998, Cuenca
11. Susana Díaz
Cuerpo de Paz
Saraguro
12. Oscar Eskola
MAG
Guaranda, Bolivar
13. Carlos Falconí
EMDEFOR
Casilla 363, Riobamba
14. Carol Figgins
Cuerpo de Paz
Cañar
15. Jacob Fillion (Expositor)
Cuerpo de Paz/OTAPS
1990 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20526
16. Catherine Findley
Cuerpo de Paz
Baeza
17. Glenn Galloway (Expositor)
Asesor, DINAF/A.I.D.
DINAF-MAG, Quito
18. Francisco Garcés (Expositor)
Coordinador del Programa
Forestal, Cuerpo de Paz
Casilla 635-A
Quito
19. Mariana Garrison
Cuerpo de Paz
Riobamba
20. Sherri Graves
Cuerpo de Paz
Baeza
21. Tomás Guerrero (Expositor)
Coordinador del Programa de
Extensión Agrícola
Cuerpo de Paz
Quito
22. Franco Herrera
Univ. Nac. de Loja
Av. Kennedy 1401, Loja

23. Dana LeBlanc
Cuerpo de Paz
Riobamba
24. Sharon LeBlanc
Cuerpo de Paz
Riobamba
25. Víctor Loaiza
Univ. Nac. de Loja
Apdo. 234, Loja
26. Leoncio Loján
Univ. Nac. de Loja
18 de Diciembre, Loja
27. Luis Macas (Expositor)
Extensionista, Proyecto
Agroforestal de Saraguro
Saraguro
28. John MacKinney
Cuerpo de Paz
Casilla 4926, Cuenca
29. Franco Muñoz (Expositor)
Univ. Nac. de Loja
Casilla 391, Loja
30. Mauro Muñoz
Univ. Nac. de Loja
Letra B, Loja
31. Ann O'Hanlon
Cuerpo de Paz
Guaranda
32. David Ocaña (Expositor)
INFOR-Peru
Coordinador del Proyecto
FAO/Holanda/INFOR-Huaraz
Jr. Alfonso Ugarte No. 266
Urb. Ingeniería
Lima 31, Perú
33. José Padilla
MAG
Mira
34. Deirdre Platt
Cuerpo de Paz
Casilla 216, Loja
35. Tobías Pichazaca
Extensionista, Proyecto CARE
Colegio Calazanz, Cañar
36. Marcelino Pita
Distrito Forestal
Riobamba
37. Miguel Quishpe (Expositor)
Extensionista, Proyecto
Agroforestal de Saraguro
Saraguro
38. Manuel Ramos
Proyecto MAG-CARE
Lavalle 2028, Riobamba
39. Roosevelt Ríos
MAG
Ambato
40. Charles Rhoades (Expositor)
Voluntario del Cuerpo de Paz
Proyecto "Manejo y Uso de la
Tierra"
Casilla 754, Ambato
41. Marsha Rhoades
Cuerpo de Paz
Ambato
42. Alfredo Samaniego
Univ. Nac. de Loja
Letra B, Loja
43. Roberto Santillán
44. Julia Schwantes
Cuerpo de Paz
Zamora
45. Andrew Smith
Cuerpo de Paz
Guaranda
46. Richard Stanley
Cuerpo de Paz
Puerto López, Manabí
47. Murray Strong
Cuerpo de Paz
Quinindé, Esmeraldas

48. Simón Tigsi
MAG
Ambato
49. Joseph Vieira (Expositor)
Voluntario del Cuerpo de Paz
Programa Agroforestal de
Saraguro
50. Máximo Vivanco
Univ. Nac. de Loja
Miguel Riofrío 13-54, Loja
51. Timothy Wojtusik
Cuerpo de Paz
Mira
52. William Zury
Univ. Nac. de Loja
Loja