

***REGENERACION ARBOREA POSTERIOR A LA
AGRICULTURA DE CHAQUEO Y QUEMA EN EL ORIENTE
BOLIVIANO: IMPLICACIONES PARA EL MANEJO FORESTAL***

Documento Técnico 93/2000

Kevin A. Gould

School of Forest Resources and Conservation
University of Florida

Esteban Quiviquivi

CICOL
Autores

Contrato USAID: 511-0621-C-00-3027-00

Chemonics International
USAID/Bolivia

June, 2000

Objetivo Estratégico de Medio Ambiente (USAID/Bolivia)

***Regeneración Arbórea posterior a la
Agricultura de Chaqueo y Quema
en el Oriente Boliviano:
Implicaciones para el
Manejo Forestal***

***Proyecto de Manejo
Forestal Sostenible
BOLFOR***

Cuarto Anillo
esquina Av. 2 de Agosto
Casilla 6204
Teléfonos: 480766 - 480767
Fax: 480854
e-mail: bolfor@bibosi.scz.entelnet.bo
Santa Cruz, Bolivia

*BOLFOR es un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Bolivia e implementado por
Chemonics International, con la asistencia técnica de Tropical Research and
Development y Wildlife Conservation Society*

Agradecimientos

Mis agradecimientos para las siguientes personas de la comunidad de San Lorenzo, quienes me ayudaron en el inventario de bosque y barbechos: Nicolás Salvatierra, Esteban Quiviquivi, Juan Chuviru y Lucas Salvatierra. También agradezco a Esteban Quiviquivi por las interesantes discusiones sobre la historia y cultura de San Lorenzo. Asimismo, extendo mi agradecimiento a las siguientes personas que compartieron sus conocimientos sobre las implicaciones de la presente investigación en la política forestal de Lomerío: Raúl Lobo, Ricardo Martínez, Betty Flores, Bonifacio Mostacedo, Marisol Toledo y Freddy Contreras. Todd Fredericksen y Deborah Kennard brindaron sugerencias útiles para la mejora de la metodología de muestreo. Finalmente, deseo expresar un agradecimiento especial a CICOL y la gente de San Lorenzo por hacer placentera mi estadía en su comunidad.

TABLA DE CONTENIDO

| | Página |
|--|--------------|
| RESUMEN EJECUTIVO | |
| SECCION I INTRODUCCION | I-1 |
| SECCION II METODOLOGIA | II-1 |
| 1. Sitio de estudio | II-1 |
| 2. Muestreo de manchas de bosque y barbechos | II-1 |
| 3. Método de muestreo | II-2 |
| 4. Análisis | II-3 |
| SECCION III RESULTADOS | III-1 |
| 1. Estructura y composición de bosques primarios y barbechos | III-1 |
| 2. Abundancia de especies | III-1 |
| 3. Datos demográficos de las especies arbóreas comunes en barbechos y bosque primario | III-1 |
| SECCION IV CONCLUSIONES | IV-1 |
| 1. Composición de bosques primarios y barbechos | IV-1 |
| 2. Calidad de la madera en barbechos y bosques primarios | IV-1 |
| 3. ¿Se puede aprovechar rentablemente la madera de los barbechos? | IV-1 |
| SECCION V REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | V-1 |
| Cuadro 1. Comparación de las densidades de 28 especies arbóreas en sitios de bosque y barbecho (Pg. III-3) | |
| Cuadro 2. Comparación cuantitativa de la estructura y composición de bosques primarios y barbechos (Pg. III-5) | |
| Cuadro 3. Comparación cuantitativa de la estructura y composición de bosques primarios y barbechos (Pg. III-6) | |
| Cuadro 4. Comparación de las distribuciones por clase de tamaño entre árboles dominantes en bosques primarios y barbechos (Pg. III-7) | |
| Cuadro 5. Valor de la madera en pie de las especies arbóreas de la región de San Lorenzo (Pg. IV-3) | |

RESUMEN EJECUTIVO

Los bosques secundarios, que se regeneran posteriormente a la agricultura de chaqueo y quema, generalmente contienen densidades altas de especies económicamente importantes. En el presente informe, dichos bosques secundarios se denominan *barbechos*. En investigaciones previas se indica que algunas especies forestales abundan en los barbechos ubicados alrededor de la comunidad de San Lorenzo, en el sudeste de Bolivia. Los objetivos del presente estudio fueron: 1) comparar la composición de especies arbóreas en bosques primarios y barbechos antiguos, de 25 a 40 años, alrededor de San Lorenzo y 2) discutir la importancia de dichos barbechos como futura fuente de madera para la comunidad. Se calculó la densidad de todos los árboles de diámetro a la altura del pecho (dap) mayor a 10 cm, sobre la base de datos recolectados mediante el método de punto centro cuadrado (7 parcelas en bosque y 10 parcelas en barbecho). Los agricultores de la zona, capacitados en técnicas silviculturales, ubicaron barbechos y manchas de bosque, identificaron árboles y participaron en entrevistas no estructuradas durante los dos meses de investigación.

Las parcelas de barbecho y bosque no fueron significativamente diferentes en cuanto al número de fustes/ha (media " ES [N]) 424.1 " 24.4 [17 parcelas]), el área basal en m²/ha (17.7 " 1.9 m² [17 parcelas]), los índices Shannon de diversidad (2.55 " 0.1 [12 parcelas] y uniformidad (0.85 " 0.02 [12 parcelas]). Los árboles presentes en las parcelas de bosque y barbecho no difirieron significativamente con respecto a diámetro (20.9 " 0.3 cm dap [1096 árboles]) o altura (10.48 " 0.1 m [1096 árboles]), pero la altura comercial fue significativamente mayor en las parcelas de bosque que en las de barbecho: bosque: 3.2 " 0.07 (434 árboles), barbecho: 2.8 " 0.06 (662 árboles), $t = 5.36$, $P < 0.001$. Los árboles en barbechos mostraron mayor infestación por bejucos, fustes más torcidos y copas con forma inferior, con relación a los árboles en bosque primario. Sólo una especie arbórea fue significativamente más abundante en parcelas de barbecho que de bosque (*Astronium urundeuva*), pero seis especies fueron significativamente más abundantes en parcelas de bosque (*Acosmium cardenasii*, *Bouganvillea nitens*, *Capparis prisca*, *Casearia gossypiosperma*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Neea* sp.). Las 21 especies restantes mostraron una abundancia semejante tanto en áreas de barbecho como de bosque.

Desde una perspectiva comercial, la presencia de *A. urundeuva* en barbechos es de especial interés. Esta tiene valor comercial en Bolivia y mostró un promedio de 62 fustes por hectárea en barbechos y sólo 8 fustes por hectárea en bosque. Las tendencias no significativas sugieren, también, que otras tres especies comerciales comunes son más abundantes en barbechos que en bosque: *Anadenanthera colubrina* (barbecho: 67 " 19 [31], bosque: 32 " 9 [31]); *Caesalpinia pluviosa* (barbecho: 24 " 6 [42], bosque: (12 " 3 [12]); *Centrolobium microchaete* (barbecho: (42 " 17 [65], bosque (17 " 7 [16]). También de interés comercial es la casi total ausencia de *A. cardenasii* en las parcelas de barbecho: barbecho 13 " 6[30], bosque 75 " 21 [64]. Puesto que esta última especie no tiene valor comercial, su escasez en barbechos deja espacio para una mejor regeneración forestal. Dos especies consideradas técnicamente comerciales, pero poco aprovechadas, son también más abundantes en los sitios de bosque: *Phyllostylon rhamnoides* (barbecho: 5 " 3 [11], bosque: 78 " 25 [62]) y *Bouganvillea nitens* (barbecho: 3 " 2 [4], bosque: 22 " 7 [20]).

Si bien la regeneración forestal aumenta en los barbechos, existen pocas posibilidades de que éstos se aprovechen en un futuro cercano. El valor de la madera en pie es bajo; los árboles de dap > 40 cm sólo valen alrededor de US\$ 5.00 por fuste en la región. Asimismo, la mayoría de los barbechos son pequeños, aislados y no cuentan con acceso caminero; cada una de estas características contribuye a elevar, relativamente, los costos de extracción. Durante las entrevistas, los agricultores indicaron que la mayor parte de los barbechos que contienen madera serán chaqueados para el uso agrícola antes de que los árboles maderables alcancen tamaños aprovechables. Los proyectos locales de reforestación podrían reducir costos mediante un manejo de brinzales de especies maderables en los barbechos forestales.

SECCION I

INTRODUCCION

Los agricultores que practican el chaqueo y la quema manejan sus chacos durante varios años, antes de que surja la necesidad de desmontar nuevos terrenos para la siembra. En el presente estudio, los bosques secundarios que se regeneran en chacos abandonados se denominan **Abarbechos**. Los patrones de sucesión en barbechos contrastan con los patrones que se producen posteriormente a disturbios naturales como los incendios o la caída de árboles (Bazzaz y Pickett 1980). Se ha determinado que los bosques secundarios que se originan en barbechos son diferentes, en cuanto a estructura y composición, de otros bosques en estado de regeneración (Bazzaz y Pickett 1980, Miller y Kauffman 1998, Kennard 2000). Los investigadores han notado que los barbechos frecuentemente muestran grandes densidades de regeneración de especies arbóreas heliófitas (Kennard 2000). Dichas especies prosperan en las condiciones de alta iluminación que se presentan después del abandono de los chacos. Asimismo, en los barbechos se puede constatar una abundante regeneración mediante rebrote (Miller y Kauffman 1998).

También, se ha observado que los barbechos presentan densidades, considerablemente altas, de árboles productores de frutos, plantas medicinales, animales silvestres y árboles maderables (Denevan y Paddock 1987, Hammond et al. 1995, Peluso 1996). La abundancia de dichos recursos es el resultado de la sucesión natural y de las prácticas de manejo post **Aabandono** que aplican los agricultores. En muchos bosques tropicales, la división entre bosques primarios y barbechos es tenue, ya que la presencia humana, con el consiguiente manejo, data de varios siglos (Denevan y Paddock 1987, Peluso 1996, Putz 2000).

Los expertos agroforestales señalan que se puede realizar extracción maderera de barbechos. En un estudio de los efectos del mercado en el manejo de barbechos en la amazonía, Hammond et al. (1995) indican que:

El cedro presenta grandes perspectivas para la producción comercial.. En sistemas de barbecho en Las Palmeras (Colombia) y otros lugares. varias especies maderables se manejan en barbechos con bajas densidades, simplemente por conveniencia. La producción comercial de cedro se integra adecuadamente en el ciclo tradicional de abandono gradual de *chagras* (chacos); el manejo de cultivos de subsistencia mantiene la productividad de los chacos hasta que el cedro alcanza tamaños comerciales..... La integración de (productos forestales en) estrategias permanentes de producción (brinda una posible solución)... para incorporar estrategias de mercado en economías de subsistencia en Las Palmeras.

En los barbechos ubicados en los alrededores de la comunidad de San Lorenzo, del sudeste de Bolivia, se encuentran especies maderables valiosas (Kennard 2000). No obstante, los comunarios no aprovechan la madera de los barbechos, excepto para la manufactura de postes de cercas. Los objetivos del presente estudio son 1) comparar la composición de especies arbóreas en bosques primarios y barbechos antiguos, de 25 a 40 años, alrededor de San Lorenzo y 2) discutir la importancia de dichos barbechos como futura fuente de madera para la comunidad.

SECCION II METODOLOGIA

A. Sitio de estudio

El presente estudio se efectuó en San Lorenzo: comunidad agrícola establecida hace 40 años en el sudeste de Bolivia y que cuenta con aproximadamente 400 habitantes. La temperatura media de la región es de 24°C y la media anual de precipitación corresponde a 1170 mm. Dichos datos climáticos fueron recolectados entre 1943 y 1993 en la estación meteorológica de Concepción: pueblo situado a unos 80 km de San Lorenzo (CORDECRUZ y SENAMHI 1994). Gran parte de los bosques a 3 o 4 km a la redonda de San Lorenzo han sido desmontados para la agricultura. No obstante, cerca de la comunidad existen varias áreas boscosas no explotadas, además de reservas forestales localizadas aproximadamente a 4 km del pueblo. Estos bosques han sido clasificados como bosques tropicales estacionalmente secos. Los cultivos de subsistencia de los habitantes de la zona incluyen maíz, calabazas, yuca, guineo, plátano, arroz, cítricos y papaya. También se cultiva maní y cítricos para la venta. La gente del pueblo permite que sus animales domésticos pastoreen en los bosques y sabanas aledaños a la comunidad. El bosque se desmonta para la agricultura, principalmente mediante el uso de hachas y machetes, pero también se utilizan motosierras para este fin. Por lo general, los chacos se cultivan durante 3 a 6 años y luego son abandonados. Desde mediados de la década del 80, las organizaciones no gubernamentales han promovido el manejo forestal sostenible en la región, pero se ha extraído poca madera de las tierras de la comunidad de San Lorenzo, ya que éstas son rocosas y contienen pocos árboles maderables.

B. Muestreo de manchas de bosque y barbechos

Se solicitó a los dirigentes del pueblo que identifiquen todos los barbechos de entre 25 y 40 años, situados en las tierras comunales de San Lorenzo. Estos fueron muestreados, posteriormente, por el autor con la ayuda de asistentes de la comunidad. El tamaño de los barbechos varió considerablemente, desde 1 a 40 hectáreas. También se muestrearon manchas de bosque ubicadas en un área de 3 a 4 km del pueblo. Dichas manchas variaron, también, de una cuantas a cientos de hectáreas de superficie. Los agricultores prefieren sembrar sus cultivos en tierra franca, conocida localmente como *tierra colorada*. No obstante, también se siembra en suelos oscuros arenosos y en depresiones llamadas *bajíos*. De manera ideal, se hubiese preferido muestrear parcelas pareadas de bosque y barbecho. Sin embargo, por razones obvias, no se disponía de dichos pares. Más bien, se trató de encontrar parcelas de bosque comparables con las parcelas de barbecho que fueron muestreadas. Nueve de las diez parcelas de barbechos y cinco de las siete parcelas de bosque presentaban suelos francos. El resto correspondía a suelos negros, que tienden a ser más arenosos. Asimismo, tres de las cinco parcelas de bosque con suelo franco contenían áreas reducidas (< 20% del total) de *bajíos*.

San Lorenzo está situado en una región de Bolivia que ha estado habitada por milenios. Por lo tanto, las parcelas de bosque primario probablemente han sido cultivadas en alguna época. Asimismo, los habitantes de San Lorenzo cazan, pastorean y extraen madera en sus bosques. Del mismo modo, también retornan a los barbechos para cosechar árboles frutales sobrevivientes, cortar postes para cercas, etc. Por consiguiente, el presente estudio se puede

describir, con mayor exactitud, como una comparación entre bosques secundarios antiguos y jóvenes.

C. Método de muestreo

Se usó el método de punto centro cuadrado para el muestreo de todas las especies con diámetro a la altura del pecho (dap) mayor a 10 cm. En cada sitio, los árboles se muestrearon en 15 puntos distribuidos, uniformemente, a lo largo de una transecta de 375 m. Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) brindan una descripción completa de esta técnica para estimar la abundancia vegetal sin necesidad de parcelas de medición. Las transectas se situaron de modo que incluyan la mayor variación topográfica. El método de punto centro cuadrado subestima la densidad de árboles con distribución agregada (Mueller-Dombois y Ellenberg 1974). Varias de las especies abundantes en los barbechos se distribuyen de dicha manera, por lo que las estimaciones de abundancia del presente informe deberán considerarse menores a la verdadera abundancia.

Se usaron mediciones silviculturales para describir cada árbol muestreado. Se midió el dap, la altura total y la altura comercial de cada árbol. También se describió la forma de la copa, la forma del fuste, la iluminación y el nivel de infestación por bejucos (Contreras et al. 1999).

La forma de la copa se cuantificó mediante los siguientes códigos:

1. Perfecta: copa ancha, circular y simétrica
2. Buena: igual que la 1, pero con un defecto de simetría (tal como una rama muerta)
3. Tolerable: asimétrica, con varios defectos en la copa
4. Pobre: marcadamente asimétrica, con muchos defectos en la copa
5. Muy pobre: dañada, con una o pocas ramas sobrevivientes

La calidad del fuste se caracterizó mediante los siguientes códigos:

6. Sano y recto, sin defectos visibles
7. Ligeramente curvado, con presencia de lesiones o infecciones micóticas
8. Marcadamente curvado/deformado

La posición de la copa se caracterizó de acuerdo a los siguientes códigos:

9. Emergente: la parte superior de la copa completamente expuesta a la luz y libre de competencia lateral
10. Plena iluminación superior: la parte superior de la copa completamente expuesta a la luz proveniente de arriba. Presencia de competencia lateral
11. Alguna iluminación superior: igual que el código 2, pero la copa parcialmente sombreada
12. Alguna iluminación lateral: luz lateral, sin otra iluminación
13. Ausencia de luz: no recibe luz lateral ni de arriba

La infestación por bejucos se caracterizó de acuerdo a los siguientes códigos:

- 14. Libre de bejucos
- 15. Bejucos en el fuste
- 16. Bejucos en el fuste y la copa
- 17. Gran densidad de bejucos en el fuste y la copa

D. Análisis

Se usaron varios criterios para comparar la estructura y composición de los bosques primarios y barbechos. La abundancia y área basal de todos los fustes se calculó en los dos tipos de bosque, así como los índices Shannon de diversidad y uniformidad (Begon, Harper y Townsend 1986).

Los índices Shannon de diversidad y uniformidad se calcularon de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$\text{Índice de Shannon} = H = - \sum P_i \ln P_i$$

Donde P_i = proporción de fustes aportados por la i especie al número total de fustes

$$\text{Índice de uniformidad} = J = H / \ln S$$

Donde S = el número de especies de la muestra

Asimismo, se comparó las características de los árboles en cada tipo de bosque mediante pruebas estadísticas paramétricas estándar. Finalmente, se estimó la abundancia de cada especie que representó más del 1% del total de fustes muestreados.

SECCION III

RESULTADOS

A. Estructura y composición de bosques primarios y barbechos

Los bosques primarios y barbechos no fueron significativamente diferentes en cuanto al número de fustes por hectárea, el área basal por hectárea, o los índices de diversidad y uniformidad de especies (Cuadro 2). Se debe notar que la altura comercial de los árboles del bosque primario fue significativamente mayor que la de los barbechos. Además, los árboles de los bosques primarios mostraron fustes significativamente más rectos, copas más completas y menor infestación por bejucos que los árboles en los barbechos (Cuadro 3). Estas diferencias coinciden con la opinión de los habitantes de la zona, quienes afirman que los árboles del bosque primario son más rectos y generalmente producen madera de mejor calidad que los árboles provenientes de barbechos.

B. Abundancia de especies

La mayoría de las especies investigadas no mostraron una abundancia significativamente mayor tanto en bosque primario como barbechos (Cuadro 1). La especie *Astronium urundeuva*, considerada comercial en Bolivia, promedió 62 fustes por hectárea en barbechos y sólo 8 fustes por hectárea en sitios de bosque. Las tendencias no significativas también sugieren que las densidades medias de otras tres especies comerciales son mayores en barbechos que en bosques (*Anadenanthera colubrina*, *Caesalpinia pluviosa* y *Centrolobium microchaete*). Además, *C. microchaete*, *A. urundeuva* y *A. colubrina* mostraron densidades máximas en barbechos, las cuales ascendieron a 189, 207 y 209 fustes por hectárea, respectivamente. Desde un punto de vista comercial, es también interesante la casi total ausencia de la especie *Acosmium cardenasii* en los barbechos. Puesto que dicha especie no tiene valor comercial, su escasez en los barbechos deja espacio para una mejor regeneración de las especies maderables. Por otra parte, dos especies comerciales son menos abundantes en los barbechos (*Phyllostylon rhamnoides* y *Bougainvillea nitens*). Sin embargo, éstas tienen poco valor maderable y rara vez se aprovechan en la región.

C. Datos demográficos de las especies arbóreas comunes en barbechos y bosque primario

Es posible examinar la distribución de las clases de tamaño en barbechos y bosque para comparar, aproximadamente, los patrones de regeneración en ambos. En el Cuadro 4 se muestra la forma de la distribución de las clases de tamaño de las especies arbóreas dominantes en cada parcela. En los barbechos, las distribuciones tienden a estar sesgadas hacia la derecha, lo que indica una mayor regeneración en el pasado que en el presente, mayormente de especies heliófitas. En contraste, las distribuciones de los árboles dominantes en el bosque primario tienden a estar sesgadas hacia la izquierda, lo que significa una regeneración continua por parte de la mayoría de las especies esciófitas. Cabe notar que en los barbechos donde *A. colubrina* es la especie de mayor abundancia, su distribución por clase de tamaño es sesgada hacia la derecha o plana. En contraste, en las parcelas de bosque donde la mencionada especie muestra mayor abundancia, su distribución por clase de tamaño es sesgada hacia la izquierda. Estos datos sugieren que la especie cuenta con más de una estrategia apropiada de regeneración.

Cuadro 1. Comparación de las densidades de 28 especies arbóreas en sitios de bosque y barbecho

| Especie | Nombre común ¹ | Abundancia, fustes > 10 cm dap / ha | | | | | | | | Fustes/ha >10 cm dap en el bosque Trancas ² | Valor de la madera ³ | Nichos de regeneración ³ |
|--|---------------------------|-------------------------------------|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|--|---------------------------------|-------------------------------------|
| | | Barbecho | | | | Bosque | | | | | | |
| | | N | Mediana | Media | ES | N | Mediana | Media | ES | | | |
| Dominante en barbecho | | | | | | | | | | | | |
| <u>Astronium urundeuva</u> | Cuchi** | 105 | 48.73 | 62.59 | 17.87 | 6 | 0.00 | 7.79 | 3.74 | 4.6 | Bajo | SI |
| <u>Anadenanthera colubrina</u> | Curupaú blanco | 104 | 53.55 | 67.11 | 18.82 | 31 | 24.44 | 31.53 | 8.90 | 47.8 | Bajo | SI? |
| <u>Anadenanthera sp.</u> | Curupaú negro | 33 | 17.46 | 19.89 | 4.95 | 9 | 7.67 | 9.33 | 4.51 | - | Bajo | SI? |
| <u>Caesalpinia pluviosa</u> | Momoqui | 42 | 18.52 | 24.36 | 5.73 | 12 | 12.22 | 12.26 | 2.89 | 14.8 | Bajo | PST |
| <u>Centrolobium microchaete</u> | Tarara amarila | 65 | 30.01 | 42.30 | 17.42 | 16 | 12.16 | 16.62 | 6.57 | 9.7 | Alto | SI |
| Dominante en bosque | | | | | | | | | | | | |
| <u>Acosmium cardenasii</u> | Tasaá** | 30 | 2.50 | 12.93 | 6.08 | 64 | 61.09 | 74.93 | 20.57 | 63.2 | No | PST |
| <u>Bougainvillea nitens</u> | Comomosi* | 4 | 0.00 | 3.43 | 2.33 | 20 | 15.77 | 21.96 | 7.46 | 2.7 | Bajo | PST-ST |
| <u>Capparis prisca</u> | Pacobillo** | 3 | 0.00 | 0.96 | 0.96 | 13 | 12.22 | 13.94 | 3.70 | 4.2 | Ninguno | PST |
| <u>Casearia gossypiosperma</u> | Cuse* | 3 | 0.00 | 1.75 | 0.89 | 10 | 12.22 | 10.59 | 3.34 | 7.6 | Bajo | PST |
| <u>Phyllostylon rhamnoides</u> | Cuta** | 11 | 0.00 | 4.72 | 2.58 | 62 | 56.62 | 77.75 | 27.42 | 5.5 | Bajo | PST |
| <u>Neea hermaphrodita</u> | Mapabí** | 14 | 2.50 | 6.17 | 2.71 | 26 | 24.33 | 29.74 | 6.20 | 9.7 | No | PST |
| Igualmente abundante en barbecho y bosque | | | | | | | | | | | | |
| <u>Aspidosperma rigidum</u> | Jichituriqui amarillo | 1 | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 5 | 0.00 | 5.19 | 2.58 | 17.3 | Bajo | PST |
| <u>Aspidosperma cylindrocarpon</u> | Jichituriqui colorado | 10 | 5.53 | 6.33 | 1.80 | 11 | 7.89 | 12.37 | 3.50 | 0.1 | Bajo | PST |
| <u>Cariniana estrellensis</u> | Yesquero | 3 | 0.00 | 2.63 | 1.38 | 3 | 0.00 | 2.86 | 1.91 | 2 | Bajo | PST |

| Especie | Nombre común ¹ | Abundancia, fustes > 10 cm dap / ha | | | | | | | | Fustes/ha >10 cm dap en el bosque Trancas ² | Valor de la madera ³ | Nicho de regeneración ³ |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------|-------|------|--------|---------|-------|------|--|---------------------------------|------------------------------------|
| | | Barbecho | | | | Bosque | | | | | | |
| | | N | Mediana | Media | ES | N | Mediana | Media | ES | | | |
| <u>Ceiba samauma</u> | Mapajo | 5 | 0.00 | 2.56 | 1.20 | 1 | 0.00 | 0.87 | 0.87 | 1.2 | No | SI |
| <u>Chorisia speciosa</u> | Toborochi | 22 | 9.78 | 11.97 | 3.96 | 10 | 8.32 | 11.38 | 2.09 | 9.8 | No | SI |
| <u>Combretum leprosum</u> | Carne de toro | 16 | 6.27 | 13.15 | 5.63 | 9 | 0.00 | 8.68 | 4.94 | 4 | No? | ? |
| <u>Cordia alliodora</u> | Picana blanca | 19 | 9.58 | 12.51 | 3.85 | 12 | 12.22 | 14.61 | 5.29 | - | Alto | SI |
| <u>Eriotheca roseorum</u> | Pequi blanco | 6 | 0.00 | 3.73 | 1.69 | 5 | 0.00 | 6.94 | 4.51 | 2.7 | No | SI |
| <u>Gallesia integrifolia</u> | Ajo | 4 | 0.00 | 2.60 | 1.51 | 5 | 0.00 | 5.69 | 2.84 | 6 | No | PST |
| <u>Platymiscium ulei</u> | Tarara colorado | 5 | 0.00 | 2.25 | 1.18 | 1 | 0.00 | 0.87 | 0.87 | 0.6 | Alto | SI |
| <u>Platypodium elegans</u> | Maní | 11 | 5.17 | 5.51 | 1.74 | 6 | 0.00 | 7.67 | 4.05 | 2.7 | Bajo | SI |
| <u>Schinopsis brasiliensis</u> | Soto | 8 | 0.00 | 6.52 | 4.93 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.2 | Bajo | SI |
| <u>Spondias mombin</u> | Azucaró | 17 | 3.19 | 12.78 | 6.05 | 1 | 0.00 | 1.55 | 1.55 | 2 | No | PST |
| <u>Tabebuia impetiginosa</u> | Tajibo | 16 | 8.18 | 9.02 | 2.09 | 6 | 0.00 | 6.42 | 3.08 | 8.6 | Alto | SI |
| <u>Trichilia anaequilatera</u> | Pitón | 4 | 0.00 | 1.64 | 1.12 | 3 | 0.00 | 3.53 | 2.46 | 1.2 | Bajo | PST |
| <u>Acacia polyphylla</u> | Cari cari blanco | 13 | 6.55 | 6.88 | 1.83 | 6 | 0.00 | 5.51 | 2.83 | 17.1 | No | ? |

1 Se usaron pruebas t de Student para detectar diferencias entre las abundancias medias en barbechos y bosque, * = P<0.05, **=P<0.01, ***=P<0.001

2 Estas estimaciones se basan en datos de parcelas permanentes de Las Trancas. Los datos son el tema de un trabajo elaborado por Killeen et al. (1998). A. colubrina se trató como una sola especie en el trabajo de Killeen et al. Las Trancas se encuentra a 32 km de San Lorenzo y se considera que los bosques de ambos lugares son muy semejantes.

3 Las clasificaciones del nicho de regeneración y el valor de la madera se basan en Pinard et al. 1998.

Cuadro 2. Comparación cuantitativa de la estructura y composición de bosques primarios y barbechos

| Parcelas | Bosque primario | | | N | Barbecho | |
|----------------------------------|-----------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| | N | Media | EE | | Media | ES |
| # árboles > 10 cm / ha | 7 parcelas | 464.67 | 40.40 | 10 parcelas | 395.59 | 28.60 |
| Area basal m ² / ha | 7 parcelas | 20.05 | 2.92 | 10 parcelas | 15.98 | 2.44 |
| Riqueza de especies | 7 parcelas | 55 especies | - | 10 parcelas | 46 especies | - |
| Indice de diversidad de Shannon | 6 parcelas | 2.69 | 0.42 | 6 parcelas | 2.41 | 0.12 |
| Indice de uniformidad de Shannon | 6 parcelas | 0.87 | 0.03 | 6 parcelas | 0.82 | 0.17 |
| <u>Arboles</u> | | | | | | |
| dap | 434 | 20.85 | 0.47 | 662 | 21.04 | 0.38 |
| Altura de los árboles | 434 | 10.4 | 0.15 | 662 | 10.69 | 0.12 |
| Altura comercial | 434 | 3.2 | 0.07 | 662 | 2.8 | 0.06 |

La altura comercial de los árboles es significativamente mayor en bosque primario que en barbechos ($t= 5.36$, $P= 0.001$, prueba t de Student). Todas las otras diferencias no son significativas

Cuadro 3. Comparación cuantitativa de la estructura y composición de bosques primarios y barbechos

| | Bosque primario, $N = 434$ | Barbecho, $N = 662$ | χ^2 Pearson | Valor de P |
|-------------------------|--|---|------------------|------------|
| Calidad del fuste | 7% más árboles con fustes rectos y sanos | 6.5% más árboles con fustes ligeramente torcidos (Clase 2) | 8.11 | 0.02 |
| Forma de la copa | 8% más árboles con copas perfectas o casi perfectas. (Clase 1 y 2) | 9% más árboles con copas asimétricas (Clase 3) | 9.8 | 0.04 |
| Infestación por bejucos | 9% más árboles en la categoría sin bejucos (Clase 1) | 9.5% más árboles con bejucos en el fuste o en la copa (Clase 3 y 4) | 13.5 | 0.01 |
| Disponibilidad de luz | No existe diferencia en disponibilidad de luz | 3.8 | 0.43 | |

Cuadro 4. Comparación de las distribuciones por clase de tamaño entre árboles dominantes en bosques primarios y barbechos

| Especies más comunes | Forma de la distribución por clase de tamaño | Nicho de regeneración |
|------------------------|--|-----------------------|
| Barbecho | | |
| <i>A. cardenasii</i> | Sesgada izquierda | PST |
| <i>A. colubrina</i> | Sesgada derecha | SI |
| <i>A. colubrina</i> | Sesgada derecha | SI |
| <i>A. colubrina</i> | Plana | SI |
| <i>A. urundeuva</i> | Planta | SI |
| <i>A. urundeuva</i> | Plana | SI |
| <i>A. urundeuva</i> | Plana | SI |
| <i>A. urundeuva</i> | Sesgada derecha | SI |
| <i>C. microchaete</i> | Plana | SI |
| <i>C. microchaete</i> | Plana | SI |
| Bosque primario | | |
| <i>A. cardenasii</i> | Sesgada izquierda | PST |
| <i>A. cardenasii</i> | Plana | PST |
| <i>A. cardenasii</i> | Plana | PST |
| <i>A. cardenasii</i> | Sesgada derecha | PST |
| <i>A. colubrina</i> | Sesgada izquierda | SI |
| <i>C. microchaete</i> | Plana | SI |
| <i>P. rhamnoides</i> | Sesgada izquierda | PST |

SECCION IV CONCLUSIONES

A. Composición de bosques primarios y barbechos

En general, los bosques primarios y barbechos muestreados son similares en estructura y composición. No obstante, varias especies arbóreas mostraron diferencias marcadas en cuanto a abundancia entre los dos tipos de bosque. Los Cuadros 1 y 4 revelan que las especies con regeneración heliófita son generalmente más abundantes en barbechos, mientras que las especies con regeneración esciófita tienden a ser más numerosas en el bosque. Puesto que varias de las especies de importancia comercial son heliófitas, los barbechos muestran mayores densidades maderables que el bosque primario.

)Qué factores explican la diferencia de composición entre ambos tipos de bosque? Una posibilidad sería que al abandonarse los chacos, las condiciones de asoleamiento y relativa apertura se aproximan al nicho de regeneración más adecuado para las especies heliófitas. Si bien los claros creados por la caída de árboles en bosques primarios son micrositios apropiados para la regeneración de especies heliófitas, éstos tienden a ser relativamente pequeños, por lo menos en comparación con el tamaño de los barbechos. Por otra parte, existe evidencia de que los grandes disturbios, como el fuego, aumentan la regeneración de algunas de las mismas especies que son favorecidas en los barbechos (Gould et al. en prep.). Esta explicación coincide con la idea de que la disponibilidad de nichos de regeneración es uno de los principales factores determinantes de la composición del bosque (Grubb 1977). Estos resultados corroboran el trabajo realizado por Kennard (2000) en los bosques y barbechos de la misma comunidad.

B. Calidad de la madera en barbechos y bosques primarios

Los agricultores de San Lorenzo indican que, en general, los árboles tienden a ser más rectos en el bosque primario que en los barbechos. Los resultados del presente estudio confirman dicha opinión. Esto tiene su explicación en el hecho de que gran parte de los fustes de los barbechos se originan mediante rebrotes (Miller y Kauffman 1999, Kennard 2000) y éstos tienden a ser más torcidos que los árboles formados a partir de semillas. Asimismo, los habitantes locales afirman que los árboles de los barbechos crecen más rápidamente y, por lo tanto, producen madera más blanda en comparación con los árboles que crecen de manera más lenta en las condiciones umbrías del bosque primario.

C.)Se puede aprovechar rentablemente la madera de los barbechos?

Actualmente, la gente de San Lorenzo no aprovecha la madera de los barbechos, excepto para la fabricación de postes para cercas. En parte, esto se debe a que la mayoría de los fustes de los barbechos tienen menos de 40 años y son demasiado pequeños para la venta al aserradero local.)Será posible que la gente de San Lorenzo espere a que sus barbechos alcancen la edad necesaria para el aprovechamiento forestal? Desde el punto de vista económico, existe el incentivo para esperar hasta la maduración del bosque, siempre y cuando el valor actual neto de la madera supere al de otros usos del suelo. El valor de la madera en pie es muy bajo en la región (Cuadro 5) y para los habitantes de San Lorenzo la agricultura, y no así la explotación forestal,

constituye la principal fuente de sustento. Además, el único aserradero de la zona ha experimentado dificultades desde su instalación a mediados de la década del 80. Asimismo, debido a sus orígenes como pequeños chacos, los barbechos son de tamaño reducido y se encuentran dispersos en toda la zona. En contraste, la economía de la explotación forestal favorece la extracción maderera en grandes extensiones de bosque continuo. No es sorprendente, entonces, que la mayoría de los agricultores entrevistados indique que los barbechos serán chaqueados, quemados y sembrados antes de que los árboles alcancen la edad necesaria para el aprovechamiento.

Si la madera tuviera un mayor valor, los agricultores podrían cambiar sus prácticas de cultivo, de modo que los barbechos sean más fáciles de aprovechar. Se podría dejar algunos árboles en pie durante el período de uso agrícola de los barbechos. Incluso, se podría cultivar áreas extensas para crear grandes barbechos y, así, reducir futuros costos de aprovechamiento. Asimismo, se podrían planificar programas de reforestación que utilicen la sucesión natural en los barbechos. Estos serían una excelente alternativa a los viveros, como fuente de plántines y brinzales de algunas especies arbóreas económicamente importantes. Puesto que los agricultores están al tanto del valor de la madera en pie y de la abundancia de árboles maderables en sus barbechos, existe la posibilidad de que las prácticas agrícolas cambien con el cambio en el valor de la madera, pero no antes.

Cuadro 5. Valor de la madera en pie de las especies arbóreas de la región de San Lorenzo

| Especie | Nombre común | Valor de la madera en pie en dólares en Agosto de 1999 \$1 US=5.5 Bs. | Mercado I = Interno E = Exportación | Antigüedad del mercado T= Tradicional N= Nuevo |
|---------------------------------|-----------------|--|---|--|
| <i>Aspidosperma sp.</i> | Jitchituriqui | 4.50 | D | N |
| <i>Cedrela fissilis</i> | Cedro | 6.40 | D & E | T |
| <i>Machaerium scleroxylon</i> | Morado | 5.50 | D & E | T |
| <i>Copaifera chodatiana</i> | Sirari | 4.50 | D | ? |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i> | Tajibo | 5.50 | D & E | ? |
| <i>Centrolobium microchaete</i> | Tarara amarillo | 4.50 | D & E | ? |
| <i>Cariniana estrellensis</i> | Yesquero | 2.70 | D | ? |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | Curupau | 2.90 | D & E | T |
| <i>Phyllostylon rhamnoides</i> | Cuta | 2.70 | D | T |
| <i>Astronium urundeuva</i> | Cuchi | 3.60 | D | ? |

Los valores de la madera en pie corresponden a árboles en pie con dap > 40 cm en agosto de 1999. Parte de dicho valor incluye la mano de obra necesaria para la ubicación de los árboles a ser cortados.

SECCION V
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bazzaz, F. A. y S. T. A. Pickett. 1980. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 11: 287-310.
- Begon, M., Harper, J. L. y C. R. Townsend. 1986. *Ecology: individuals, populations, and communities*. Sinauer Associates, Inc. Massachusetts, USA.
- Contreras, F., Leaño, C., Licona, J. C., Dauber, E., Gunnar, L., Hager, N. y Caba, C. 1999. Guía para la evaluación de parcelas permanentes de muestreo. BOLFOR y PROMABOSQUE. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Corporación Regional de Desarrollo de Santa Cruz (CORDECRUZ) y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 1994. Compendio Meteorológico del Departamento de Santa Cruz. Unidad de Programas Rurales y Agropecuarios.
- Denevan W. M. y C. Paddock, eds. 1987. *Swidden Fallow Agroforestry in Latin America*. Bronx, NY: The New York Botanical Garden: *Advances in Economic Botany* (7).
- Gould, K. A., T. S. Fredericksen, F. Morales, D. Kennard, F. E. Putz, B. Mostacedo, M. Toledo. En prep. Post-fire tree regeneration in lowland Bolivia: implications for fire-management.
- Grubb, P.J. 1977. The maintenance of species richness in plant communities: the importance of regeneration niche. *Biological Review* 52: 107-145.
- Hammond, D. S. Dolman, P. M. y A. R. Watkinson. 1995. Modern ticuna swidden fallow management in the Colombian Amazon: ecologically integrating market strategies and subsistence driven economies? *Human Ecology* 23(3): 335-357.
- Kennard, D. 2000. Regeneration of commercial tree species following controlled burns in tropical dry forests in eastern Bolivia. Tesis doctoral, University of Florida, Gainesville, Florida, U.S.A.
- Killeen, T., A. Jardim, Manami, F., Saravia, P. y N Rojas. 1998. Diversity, composition, and structure of a tropical deciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803-827
- Miller, P. M. y J. B. Kauffman. 1998. Seedling and sprout response to slash-and-burn agriculture in a tropical deciduous forest. *Biotropica* 30: 538-546.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons. New York.

Peluso, N. L. 1996. Fruit trees and family trees in an anthropogenic forest: ethics of access, property zones, and environmental change in Indonesia. *Comparative Study of Society and History* 38(3): 510-48.

Pinard, M. A., F. E. Putz, D. Rumiz, R. Guzman y A. Jardim 1999a. Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forests in Lomerio, Bolivia. *Forest Ecology and Management* 113: 201-213.

Putz, F. E. 2000. Economics of homegrown forestry. *Ecological Economics*, 32: **9-14**.