

✓
**CURSO CORTO INTENSIVO
TECNICAS AGROFORESTALES
TURRIALBA, COSTA RICA
NOVIEMBRE 8-18 DE 1983**

SECRETARIA
DE ASESORIA
TECNICA
C. I. C. I. A.
C. I. C. I. A.
C. I. C. I. A.

CONTRIBUCIONES DE LOS PARTICIPANTES

**COMPILADO POR: LIANA BABBAR
COORDINADORA CURSOS AGROFORESTALES
DRNR, CATIE**

**ESTE CURSO FUE PATROCINADO POR LA AGENCIA
PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL
(USAID) Y EL CATIE**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
TURRIALBA, COSTA RICA, 1983**

C O N T E N I D O

Sección

INTRODUCCION

SECCION 1. Desarrollo y aplicación de la agroforestería

Arboles de sombra en cultivos perennes (John Beer)	S1-1	✓
Producción de madera del nogal (<u>Cordia alliodora</u>) asociado con café en Antioquia, Colombia. (Ignacio del Valle)	S1-2	
Resultados preliminares de la producción de biomasa en cercos vivos de <u>Gliricidia sepium</u> bajo dos frecuencias de poda (Carmel Beliard)	S1-3	✓
Manejo e investigación de suelos en sistemas agroforestales (Donald Kass)	S1-4	
Investigación en árboles forrajeros (Jorge Benavides)	S1-5	✓
Los árboles en la producción de pastos (Gustavo Bronstein)	S1-6	✓
Técnicas de investigación sobre pastoreo en plantaciones forestales (Biford Briscoe)	S1-7	✓
Esquema de trabajo para la cuantificación y evaluación de asociaciones pasto/ganado/guayaba (<u>Psidium guajava</u>) (Eduardo Somarriba) ..	S1-8	✓
El huerto mixto: un componente agroforestal de la finca pequeña .. (Norman Price)	S1-9	
Manejo de bosque secundario proveniente de un potrero abandonado: una práctica agroforestal secuencial (Gerardo Budowski)	S1-10	

SECCION 2. Aspectos sociales y económicos de la agroforestería

Bases conceptuales para la aplicación del enfoque de sistemas a la agroforestería (Jeffrey Jones)	S2-1
Diagramación de sistemas, con énfasis en fincas y en sistemas agroforestales (Floria Bertsch)	S2-2
Obtención y análisis práctico de datos en sistemas agroforestales (Carlos Reiche)	S2-3
Evaluación de costos y rendimientos en el aprovechamiento de cortinas rompeviento (Manuel González <u>et. al.</u>)	S2-4
Rendimientos esperados de algunas labores agroforestales en la Finca Buenavista (Francisco Lega)	S2-5

	Sección
<u>SECCION 3. Prácticas efectuadas</u>	
Caracterización de fincas	S3-1
Caracterización de cafetales con sombra	S3-2
Caracterización de sistemas agroforestales	S3-3 ✓
Evaluación de la biomasa de árboles de sombra en plantaciones de café	S3-4
Medición de la biomasa de <u>E. poeppigiana</u> sembrado por semilla en plantaciones densas	S3-5 ✓
Ejercicio práctico sobre el uso de registros para costos de producción y análisis económico aplicado a un sistema agroforestal	S3-6

APENDICES

1. Lista de participantes
2. Lista de instructores
3. Visitas al campo
4. Lista de publicaciones entregadas a los participantes

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Esta es una compilación de los trabajos presentados en el curso intensivo sobre Técnicas Agroforestales, efectuado en Turrialba, Costa Rica, del 8 al 18 de noviembre de 1983. Este curso fue el tercero de una serie de cuatro cursos cortos sobre agroforestería que organiza el CATIE con el apoyo económico de la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID).

ORIENTACION DEL CURSO

El curso se dirigió a técnicos trabajando en proyectos de desarrollo en América Latina, que estuvieran activamente involucrados en la investigación y/o implementación de sistemas agroforestales. Aunque se cubrieron aspectos teóricos generales, el énfasis fue sobre las técnicas agroforestales y la ubicación de la agroforestería dentro del enfoque de sistemas. Los principales objetivos del curso fueron:

- promover el estudio y el establecimiento de los sistemas agroforestales y el establecimiento de nuevos sistemas según las condiciones propias de cada región.
- aplicar y evaluar algunas de las metodologías existentes para el estudio de los sistemas agroforestales y, si es posible, mejorarlas.
- Observar y comparar las diferencias existentes entre sistemas agroforestales bajo diferentes condiciones ecológicas y socio-económicas.

ORGANIZACION DEL CURSO

Dieciocho instructores, en su mayoría investigadores, cubrieron en conferencias formales los aspectos teóricos de la agroforestería y presentaron los métodos y algunos resultados de sus investigaciones. La mayoría de los participantes expusieron los trabajos que efectuaban en sus países, promoviendo el intercambio de experiencias.

Se le dio gran importancia a los ejercicios prácticos, tanto en el campo como en el aula, así como a las giras de estudio a diferentes zonas del país para observar experimentos y ejemplos de diversos sistemas agroforestales.

Una síntesis de la evaluación del curso efectuada por los participantes fue publicada como:

BABBAR, L. Informe final del curso corto intensivo "Técnicas Agroforestales". Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 18 p. (mimeogr.).

SECCION 1

S1-1

ARBOLES DE SOMBRA EN CULTIVOS PERENNES

Ing. John Beer*

1. INTRODUCCION

Sistemas agrícolas**, que involucran árboles con cultivos anuales, perennes y a veces también con animales domésticos, han sido de manera empírica desarrollados por los finqueros costarricenses bajo una gran diversidad de condiciones climáticas (9). Con el objetivo de obtener beneficios de estos conocimientos tradicionales sobre la agroforestería, el CATIE ha iniciado proyectos cooperativos en asocio con la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y la Organización Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) buscando con ello, el fomento de tales sistemas in situ, así como el conocimiento de tales sistemas en áreas donde no existen.

La fase inicial de tales proyectos involucra la delimitación de áreas de investigación donde se puede tomar en cuenta la mayoría de los factores que entran en juego en los sistemas de fincas**; como por ejemplo: factores socio-económicos que pueden ser analizados tanto como las combinaciones agroforestales per se. En cooperación con los dueños de fincas representativas se han establecido parcelas para los propósitos de investigación y demostración, a la vez que se utilizan encuestas en toda la zona para la obtención de datos básicos.

En las parcelas se toman mediciones de altura y de los diámetros de los árboles comerciales con el fin de hacer estimaciones tanto de los incrementos de madera por ha y por ende de su potencial económico. En algunas de las parcelas mejor manejadas se están tomando datos de la cosecha del cultivo, producción de materia orgánica y ciclo de nutrimentos (principalmente

* DRNR, CATIE, Turrialba, Costa Rica

** En esta presentación la palabra "sistema" se usa para referirse a todos los componentes de una finca; las palabras "combinación" o "asociación" se usan para referirse a un grupo específico de especies, ej: Cordia alliodora (árbol maderable) - Erythrina poeppigiana (árbol de sombra) - Coffea arabica (cultivo perenne).

nitrógeno); además se analizan las consecuencias ambientales resultantes de la inclusión de árboles (como por ejemplo: la influencia sobre la erosión).

Debido a la heterogeneidad de las condiciones existentes en la mayoría de las pequeñas plantaciones no se han podido llevar a cabo estudios estadísticos detallados. Así por ejemplo, se tiene en una finca pequeña de café, arbustos pertenecientes a distintas variedades, con distintas edades y plantadas a densidades variables. Como consecuencia de lo anterior los resultados obtenidos de tales parcelas no pueden compararse con otros ensayos ni tampoco los datos se pueden extrapolar. Por lo tanto, la segunda fase de estos proyectos, requerirá del establecimiento de ensayos bien manejados que son copias de las combinaciones tradicionales; en donde las variables pueden ser controladas. Solamente, con los resultados de esta fase se podrán deducir recomendaciones precisas, como por ejemplo: las densidades óptimas de los árboles de sombra.

En la realidad no será posible estudiar todos los sistemas agroforestales. Una selección de las combinaciones más prometedoras debiera de ser hecha tomándose como base su productividad potencial, así como el número de campesinos que podrían beneficiarse. El proyecto de la UNU ha enfatizado el estudio en las combinaciones: Laurel-poró-café (Cordia alliodora - Erythrina poeppigiana- Coffea arabica (6) y en menor grado Laurel - pasto (6) y Laurel-cacao (Theobroma cacao) (5). A manera de comparación se tomaron datos de la cosecha del cultivo de caña de azúcar y del crecimiento del Laurel, en la asociación Laurel-caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. En general, los datos han sido tomados en plantaciones ya existentes (es decir desarrolladas), por lo que las conclusiones que se puedan obtener se limitan a la estructura espacial actual de la combinación y no se cuenta en tales casos con la información de los aspectos de interacción en la fase de establecimiento de los cultivos y de los árboles.

2. EL USO DE ARBOLES DE SOMBRA CON CULTIVOS TROPICALES PERENNES

La tendencia actual de las agencias de servicio de extensión agrícola es la de recomendar el cultivo de café y cacao sin árboles de sombra, para con

* Beer, J.W. "CATIE-UNU Convenio". Annual Report 1980. Turrialba, Costa Rica, CATIE 1981. 17 p. 3 Anexos.

ello obtener la cosecha más grande posible. Tales recomendaciones están basadas en una enorme cantidad de investigaciones realizadas en muchos países tropicales en los que se ha demostrado que con el manejo intensivo de monocultivos de auto-sombreamiento se puede incrementar la producción en 2 ó 3 veces, si se compara con los sistemas mixtos tradicionales en los sitios más apropiados (52, 54). Sin embargo existe poca información en relación a la rentabilidad de los sistemas sin sombra y los sistemas bajo sombra; comparados en un período largo de tiempo.

Para el pequeño agricultor resulta menos controversial la inclusión de árboles de sombra, porque ellos generalmente tienen su cultivo principal en un sitio de clase sub-óptima. (Nair 39, Purseglove 42, Wrigley 54, para descripciones de las condiciones óptimas para el café, cacao, té, etc.). Purseglove (42, vol 2, p. 587) resume algunas de las importantes consideraciones en el caso que se establezcan árboles de sombra en tales sitios; él afirma que "la sombra reduce la fotosíntesis, la transpiración, el metabolismo y el crecimiento, por consiguiente se reduce también la demanda en nutrientes al suelo y así se capacita un cultivo para que se mantenga en suelos de baja fertilidad.

La sombra se recomienda invariablemente en cacao joven y en los lugares óptimos se remueve en forma gradual hasta que el cacao se autosombrea. Sin embargo, en aquellos casos en que no se puede garantizar un manejo intensivo, más que todo con respecto a la aplicación regular de fertilizantes, se recomienda el mantenimiento de algunos árboles de sombra (23). Algunas de muchas ventajas y desventajas reportadas para los árboles de sombra se indicarán en los apéndices, pero parece ser que el aspecto fundamental cuando se planea la renovación o establecimiento de plantaciones de cacao y café, es si el dueño tiene el lugar, educación y recursos para mantener estos cultivos sin sombra. En el caso de cultivos que se exportan, se da un riesgo adicional y es que el valor del producto podrá fluctuar temporalmente y en ocasiones caer a un nivel tal que el finquero no puede por más tiempo proporcionar los gastos necesarios y por lo tanto abandonará su plantación. Cacao o café bajo sombra sobrevivirá mejor que los monocultivos de estas especies (21, p. 88).

El alto riesgo que en sí tienen los cultivos de cacao sin sombra, ha sido indicado por estudios económicos hechos por Cunningham (13) en Ghana.

"Los gastos extras asociados a los trabajos de la tumba de todos los árboles existentes y el manejo del cacao sin sombra con el uso de altas dosis de fertilizantes, se justificaría sólo cuando se obtengan producciones mayores de o iguales a 3.000 lb/acre (3360 kg/ha) de cacao en peso seco/aire" (véase también Vernon, 51).

Se ha observado que en la gran mayoría de los experimentos de fertilización realizados en plantaciones de cacao, hay poca respuesta a la fertilización cuando se utiliza la sombra (p.e. 12, 37) y en tales circunstancias no se justificaría el uso de fertilizantes. Como una opinión general, después de revisar publicaciones que tratan del café y cacao, existe la impresión de que la investigación sobre estos 2 cultivos debería de reorientarse, en el sentido de que en vez de obtener cosechas máximas, los estudios deberían encaminarse a lograr sistemas de producción sostenida para los campesinos de pocos recursos económicos que hacen su agricultura en terrenos marginales.

Algunas de las consecuencias producidas por la sombra en los cultivos pueden ser favorables o desfavorables; por ejemplo: la influencia en el balance hídrico del estrato inferior. Si el efecto es beneficioso o perjudicial dependerá de las características de las especies y del área específica de la finca (clima, suelos, etc.). Los árboles de sombra se recomiendan por los siguientes objetivos:

- a) Como un instrumento en el manejo de las condiciones ambientales de cultivos en asocio; por ejemplo: E. poeppigiana para café.
- b) Como un medio en la diversificación de la producción (incluyendo madera) de un cierto lugar, por ejemplo: C. alliodora en café
- c) En algunos casos la sombra llena los objetivos a) de manejo y b) de producción, por ejemplo: Leucaena leucocephala en café.

Basado en las interacciones sugeridas en las listas de "Ventajas" (Apéndice 1) y "Desventajas" (Apéndice 2) de la sombra, se puede deducir las características (Apéndice 3) consideradas las más apropiadas pero las que sean de mayor importancia dependen del objetivo principal (a), b) ó c)). Claro está que la primer pregunta a contestar es si la especie está adaptada a la zona. Finalmente, la mejor prueba de cuán adecuada sea una especie de árbol para sombra es el rendimiento económico a largo plazo comparado con el monocultivo del cultivo perenne.

La lista en el Apéndice 3 es sólo una guía para escoger las especies a ser probadas.

BIBLIOGRAFIA

1. ADAMS, S.N. and McKELVIE, A.D. Environmental requirements of cocoa in the Gold Coast. Rep. Cocoa Conf. 1955. pp. 22-34. (publicación y/discusión).
2. ANANTH, B.R., IYENGAR, B.R.V. and CHOKKANNA, N.G. Studies on the seasonal variations of plant foods under different shade trees. Indian Coffee. 24:347-61, 1960.
3. BAINBRIDGE, R., EVANS, G.C., RACKHAM, O. Eds. Light as an Ecological Factor, Oxford, England, Blackwell. 1966. 452 p.
4. BARUA, D.N. Light as a factor in metabolism of the tea plant (Camellia sinensis L.) in Physiology of Tree Crops. Edited by L.C. Luckwill and C.V. Cutting. London, England. Academic Press. 1970. pp. 307-22.
5. BEER, J.W. Cordia alliodora with Theobroma cacao: A traditional agro-forestry combination in the humid tropics, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 5 p. (mimeo). (También en español).
6. BEER, J.W., CLARKIN, K.L., DE LAS SALAS, G. and GLOVER, N.L. A case study of traditional agro-forestry practices in a wet tropical zone: The "La Suiza" project in Las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de La América Tropical Edited by M. Chavarría, San José, Costa Rica, CONICIT-INTERCIENCIA-SCITEC, 1981. pp. 191-209.
7. BENSTEAD, R.J. Cocoa re-establishment in Report of the Cocoa Conference 1951. London, England. The Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance, 1951. pp. 111-116.
8. BERMUDEZ, M.M. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema de café (Coffea arabica L.) poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y Laurel (Cordia alliodora (R + P) Cham.) en Turrialba, Costa Rica. Tesis M.S. Turrialba, Costa Rica. CATIE-UCR. 1980. 74 p.
9. BUDOWSKI, G. National, bilateral and multilateral agro-forestry projects in Central and South America in International Cooperation in Agroforestry. Edited by T. Chandler and D. Spurgeon, Nairobi, Kenya, ICRAF and DSE, 1979. pp. 149-159.
10. _____. Applicability of agro-forestry systems. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1981. 12 p. (Mimeograph).
11. COOK, O.F. Shade in coffee culture. Washington D.C. U.S. Dept. of Agric. Bulletin N° 25. 1901. 79 p.
12. CUNNINGHAM, R.K. A review of the use of shade and fertilizer in the culture of cocoa, London, England, West African Cocoa Research Institute. Technical Bulletin N° 6. 1959. 15 p.

13. CUNNINGHAM, R.K. What shade and fertilizers are needed for good cocoa production. *Cocoa Growers Bulletin*. 1:11-16. 1963.
14. _____, and LAMB, J. A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute, Ghana. I. First year. *J. Hort. Sci.* 34: 14-22. 1959.
15. EVANS, H. and MURRAY, D.B. A shade and fertilizer experiment on young cacao. In report on cacao research 1945-51. St. Augustine, Trinidad. Imperial College of Tropical Agriculture. 1953. pp. 67-76.
16. FOURNIER, L.A. Fundamentos ecológicos del cultivo de café. San José, Costa Rica. IICA, PROMECAFE. Publicación Miscelánea N° 230. 1980. 29 p.
17. FRANCO, C.M. A agua do solo e o sombreamento dos cafezais na America Central. *Bragantia*. 11(4-6):99-119. 1951.
18. GEHRKE, M.R. Distribution of absorbing roots of coffee (*Coffea arabica* L.) and rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Agr.) in mixed plantings in two ecological zones of Costa Rica. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica. IICA. 1962. 117 p.
19. GREENWOOD, M. and POSNETTE, A.F. The growth flushes of cacao *J. Hort. Sci.* 25:164-74, 1950.
20. GUTIERREZ, Z.G., SOTO, B. Arboles usados como sombra en café y cacao. *Revista Cafetalera*. 18:27-32. 1976.
21. HAARER, A.E. Modern Coffee Production. London. Leonard Hill Ltd. 1962. 495 p.
22. HADFIELD, W. Leaf temperature, leaf pose, and productivity of the tea bush. *Nature*. 219:282-4. 1968.
23. HARDY, F. Cacao soils III. The problem of shade for cacao. *Gordian*. 62:685-90. 1962.
24. HILTON, P.J. The effect of shade upon the chemical composition of the flush of tea (*Camellia sinensis* L.) *Trop. Sci.* 16(1):15-22. 1974.
25. HOLDRIDGE, L.R. Arboles de sombra para el cacao. In Manual del Curso de Cacao. Edited by A.L. Erickson. Turrialba. Costa Rica. IICA. 1957. pp. 113-117.
26. HURD, R.G. and CUNNINGHAM, R.K. A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute Ghana. III. Physiological results. *J. Hort. Sci.* 36:126-37. 1961.
27. HUXLEY, P.A. The effects of artificial shading on some growth characteristics of Arabica and Robusta coffee seedlings. I. The effects of shading on dry weight, leaf area and derived growth data. *J. Appl. Ecol.* 4(2):291-308. 1967.

28. JIMENEZ, V.G. Asociación de especies frutales con cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1980. 16 p. (mimeograph).
29. _____. El sombreado de cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE 1980. 26 p. (mimeograph).
30. LAYCOCK, D.H. and WOOD, R.A. Some observations on soil moisture use under tea in Nyasaland. II. The effect of shade trees. Trop. Agric. Trin. 40:42-48. 1963.
31. LETOUSEY, R. Les arbres d'ombrage des plantations agricoles Camerounaises. Bois et Forêts des Tropiques. 42:15-25. 1955.
32. McCLELLAND, T.L. Coffee shade in Kenya. East African Agric. J. 1(2):107-118. 1935.
33. McCULLOCH, J.S.G., PEREIRA, H.C., KERFOOT, O., and GOODCHILD, N.A. Effect of shade trees on tea yields. Agric. Met. 2:385-99. 1965.
34. MACMILLAN, H.F. Tropical planting and gardening. MacMillan and Co. Ltd. London. 1943. 560 p.
35. MARTINEZ, A. y ENRIQUEZ, G. La sombra para el cacao. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1981. 93 p. (serie técnica. Boletín Técnico N° 5).
36. MURRAY, D.B. Shade trees for cacao. In A report on Cacao Research. Imperial College of Tropical Agriculture. Trinidad. 1955-56. pp. 45-47.
37. _____, and NICHOLS, R. Light, shade and growth in some tropical plants in Light as an Ecological Factor Edited by R. Bainbridge, G.C. Evans and O. Rackham, Oxford, England, Blackwell, 1966. pp. 249-263.
38. NAIR, P.K.R. Intensive Multiple Cropping with Coconuts in India: Principles, Programmes and Prospects, Berlin, Germany, Parey. 1979. 147 p.
39. _____. Agroforestry species: A crop sheets manual. Nairobi, Kenya, ICRAF. 1980. 336 p.
40. NATARAJ, T. and SUBRAMANIAN, S. Effect of shade and exposure on the incidence of brown-eye-spot of coffee. Indian Coffee. 33(6):179-180. 1975.
41. PONCIN, L. The use of shade at Lukolela Plantations. In The Cocoa, Chocolate and Confectionary Alliance London. 1957. pp. 281-288.
42. PURSEGLOVE, J.W. Tropical Crops: Dicotyledons. New York. Wiley. 1968. pp. 333-719.
43. RIETVELD, W.J. Ecological implications of alleopathy in forestry. 1979. John S. Wright Forestry Conference. Edited by H.A. Holt and B.C. Fischer. Purdue, Indiana, Purdue Univ. 1979. pp. 91-112.

44. SCHROEDER, R. Resultados obtenidos de una investigación del micro clima en un cafetal CENICAFE. 2(18):33-43. 1951.
45. SUAREZ de CASTRO, F. Experimentos sobre la erosión de los suelos. Chinchina, Columbia. Federación Nacional de Cafeteros de Columbia. Bol. Técn. N° 6. 1951. 44 p.
46. _____ . Potencialidad erosiva de las lluvias dentro de un cafetal y al aire libre CENICAFE. 3(52):21-31. 1952.
47. _____ , MONTENEGRO, L., AVILES, P., C., MORENO M., y BOLANOS, M. Efecto del sombrio en los primeros años de vida de un cafetal. Santa Tecla, El Salvador. Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café. 1961. 36 p.
48. TAPLEY, R.G. Crinkle-leaf of coffee in Tanganyika. Kenya Coffee. 26:156-157. 1961.
49. THOMAS, A.S. Chapters: IX. Robusta coffee; X. Arabica coffee XVII B Shade trees. In Agriculture In Uganda. Edited by J.P. Tohill. Oxford University Press. London. 1940. 551 p.
50. URQUAHART, D.M. Cocoa. 2 ed. London. Longmans. 1961. 293 p.
51. VERNON, A.J. New developments in Cocoa shade studies in Ghana. J. of the Sci. Fd. Agric. 18:44-48. 1967.
52. WILLEY, R.W. The use of shade in coffee, cocoa and tea. Horticultural Abstracts. 45(12):791-798. 1975.
53. WRIGHT, J. Shade and Cocoa. Jamaica. Department of Agriculture. Extension circular #28. 1949. 8 p.
54. WRIGLEY, G. Tropical Agriculture (The development of production). London, England. Faber. 1969. 376 p.

APENDICE 1

Posibles ventajas de los árboles de sombra con cultivos perennes*

I) Producen ciertas facilidades en el manejo del cultivo

1. Prevención de sobre-producción y la consecuente "die back" (quema de los ápices) que resulta en producciones menos variables, las que al cabo de un largo período permiten una utilización eficiente de la maquinaria y de las labores durante la cosecha y el procesamiento (28)
2. Se suprime el desarrollo de malezas (7, 8, 27, 47, 51)
3. Diversificación de la producción, por ejemplo: frutos, madera. Además, los árboles maderables representan "un capital permanente" y desde este punto de vista representa un seguro contra las pérdidas de los cultivos (38)
4. Control de la fenología del cultivo por ejemplo: la floración, que se puede influenciar con el manejo de las condiciones ambientales a través de la poda cuidadosa de los árboles de sombra o del uso de árboles deciduos apropiados (1, 15, 19, 26)

II) Influencias beneficiosas en el ciclo hidrológico

5. Disminución en la tasa de evapotranspiración del estrato inferior (33, 38, 47)
6. Remoción de los excesos de humedad en el suelo, mediante la transpiración producida por la cobertura vegetal densa de sombra (15) por ejemplo: las plantaciones de té en el noreste de la India (52).
7. Incremento en la entrada de humedad a través de la intercepción

* Fuentes principales: Budowski (10), Purseglove (42), Willey (52) y Wrigley (54)

horizontal de neblina o nubes, por ejemplo: Grevillea robusta en plantaciones de té en Tanzania (Fordham citado por Willey, 52).

III) Protección del cultivo de los patógenos, insectos y climas adversos

8. Extensión de la vida productiva del cultivo (20, 42)
9. Reducción de los valores extremos en la temperatura del aire, suelo y superficie foliar, y en algunos casos se promueven las condiciones microclimáticas adecuadas para el cultivo, por ejemplo: mayor humedad (4, 22, 23, 38, 47).
10. Disminución del daño ocasionado por el granizo y lluvias torrenciales
11. Disminución de algunas enfermedades, plagas y matapalo, por ejemplo: los insectos "cacao capsids" (Distantiella theobroma, Sahlbergella singularis) (1, 40, 41, 48, 49)
12. Disminución de la velocidad del viento, que puede afectar el cultivo (44).

IV) Mejoramiento de la fertilidad y/o protección del suelo

13. El crecimiento y la muerte de los sistemas radicales de los árboles de sombra favorecen el drenaje y la aireación del suelo, por ejemplo: la penetración a través de un "hard pan" (estrato de sub-suelo compactado).
14. Existencia de "mulch", producto de la caída de las hojas y residuos de la poda, ayuda a mantener la humedad del suelo en la época seca e incrementa la cantidad de materia orgánica del suelo (1).
15. Disminución de la erosión en las pendientes (11, 45)
16. Disminución en la tasa de descomposición de la materia orgánica del suelo, resultado de la reducción de la temperatura del suelo.

17. Recirculación de nutrimentos que no eran accesibles al cultivo (2, 21).
18. Fijación de nitrógeno producto de los nódulos del sistema radical de los árboles de sombra (11, 23).
19. Sistemas de cultivo sin sombra involucran el uso mayor de agroquímicos, como los herbicidas. Estos pueden producir efectos inhibitorios sobre los organismos del suelo; por ejemplo, descomponedores de materia orgánica y fijadores de nitrógeno de vida libre (16). Además, el incremento en materia orgánica del suelo bajo sombra aumenta la actividad biológica.

APENDICE 2

Posibles desventajas del uso de árboles de sombra con cultivos perennes

I) Producen ciertas dificultades en el manejo del cultivo

1. La caída natural de los árboles y sus ramas, o la cosecha de los árboles maduros, dañará el cultivo inferior (5).
2. Repentinamente defoliaciones de los árboles de sombra a causa de insectos o enfermedades puede producir un cambio brusco en las condiciones ambientales normales del cultivo bajo sombra y ocasionar una disminución en producción (por lo tanto es preferible el uso de varias especies de sombra que solo una) (15).
3. Se requiere de una labor manual extra, para el manejo (principalmente la poda) de los árboles de sombra.
4. La mecanización del cultivo en el estrato inferior se dificulta.
5. Se dificultan las labores del control de la erosión, por ejemplo: el uso de terrazas
6. El mejoramiento de las nuevas variedades de cultivos está orientada para que se adapten a condiciones de monocultivo y no para adaptarse bajo sombra (22).

II) Influencias detrimentales en el ciclo hidrológico

7. Competencia de las raíces de los árboles por agua en la estación seca y por oxígeno en la estación lluviosa (1, 17, 30, 51).
8. La intercepción de la precipitación por el follaje de la sombra y su posterior evaporación, disminuye el agua disponible para los cultivos (23).

III) Promoción de factores adversos e.g. climáticos, organismos patógenos, insectos

9. La disminución en el movimiento del aire y el aumento en humedad pueden favorecer las enfermedades fungosas (11, 14)
 10. La incidencia de insectos dañinos puede ser mayor en cultivos sombreados
 11. Existencia de efectos alelopáticos, por ejemplo: la combinación de Nogal (Juglans spp) con café es potencialmente peligrosa (43).
 12. Los árboles de sombra pueden ser hospederos de plagas y enfermedades, por ejemplo: Albizia falcata es un hospedero de un tipo de barrenador del café (Xyleborus) en Africa (1, 7).
 13. Se da una baja en la calidad del cultivo (11), por ejemplo: una sombra intensa puede disminuir la calidad del té (24, 33).
 14. La sombra no sólo reduce la cantidad de luz aprovechable sino también la calidad, al absorber diferencialmente ciertas longitudes de onda de importancia en la fotosíntesis (3, 38).
- IV) Reducción en la disponibilidad de nutrimentos para el cultivo asociado y promoción de la erosión del suelo.
15. Las raíces de los árboles de sombra compiten por nutrimentos (19-51)
 16. El agua que corre en el tronco y el goteo producido por la coalescencia de las gotas en las hojas de los árboles de sombra, puede ocasionar una distribución desfavorable de la lluvia, que incrementa la erosión, daña al cultivo, y disminuye el almacenamiento de agua en el suelo (6, 34, 46).
 17. La exportación de frutos y/o madera constituye una salida de los nutrimentos del lugar.

APENDICE 3

Características deseables de los árboles de sombra para cultivos perennes*

1. Compatibilidad con el cultivo, lo que significa una competencia mínima por agua, nutrimentos y espacio, por ejemplo: que no echen chupones, que la copa se desarrolle sobre el cultivo y no dentro, y sistema radical profundo para que resulte mínima la superposición de las raíces entre la sombra y el cultivo.
2. Sistema radical fuerte (resistente a los vientos). Nótese que los árboles de sombra están más expuestos a las condiciones climáticas adversas que los árboles de una plantación forestal o un bosque natural y deben estar en capacidad de adaptarse al crecimiento en pleno sol.
3. Capacidad de ser establecido por estacas grandes (propagación vegetal) para rápidamente dar una adecuada sombra.
4. Capacidad para extraer nutrimentos del suelo que el cultivo no puede tomar**.
5. Capacidad del sistema radical para fijar nitrógeno.
6. Poseer una copa angosta que dé un patrón de sombra en parches en vez de una sombra uniforme que produce una luz de baja calidad fotosintética.

* Ver también Haarer (21), MacMillan (34), Martínez y Enríquez (35), Thomas (49), Uguahart (50) y Wright (53).

** Esto es un aspecto de controversia, ya que muchos autores describen a los árboles como "una bomba que extrae nutrimentos", que toma elementos que no están al alcance de las raíces del cultivo. Sin embargo, Budowski indica como una característica ventajosa, el poseer "amplias raíces superficiales", de aquí que se puedan escapar pocas cantidades de nutrimentos dentro de los sistemas radicales mezclados del cultivo y el árbol (10). Con excepción de suelos arenosos, existen pocas evidencias en los trópicos húmedos que demuestren que los sistemas radicales del cultivo y de los árboles ocupen diferentes niveles. En lugares de alta pluviosidad la mayoría de las raíces absorbentes de todas las plantas están cerca de la superficie del suelo.

7. En el caso de las especies productoras de madera (Obj. b), es deseable un diámetro de copa pequeño que: a) reduzca la resistencia al viento y por lo tanto el riesgo de caída, b) permita densidades relativamente altas pero manteniendo los niveles de luz adecuados para el cultivo, c) minimice los daños ocasionados al cultivo cuando los árboles (producción sostenida de madera) son cosechados.
8. De rápido crecimiento apical (especies para producción de madera, Obj. b).
9. Que se autopoden y que en condiciones de crecimiento libre formen troncos rectos no bifurcados. (Solamente para especies del Obj. b).
10. Que las ramas y troncos no sean quebradizos.
11. Troncos y ramas libres de espinas, para facilitar el manejo.
12. Tolerancia a las podas repetidas (Obj. a solamente).
13. Que presenten una alta producción de biomasa el que se recircula a través de la caída de hojas y/o las podas. Que el material vegetal producido sea de fácil descomposición.
14. En el caso de los árboles deciduos, que rápidamente generen nuevas hojas para reestablecer las condiciones originales de sombra.
15. Que presenten hojas pequeñas, para evitar el efecto de coalescencia de las gotas de lluvia que causan daños por golpeteo.
16. Que no tengan efectos alelopáticos.
17. De corteza lisa que no permita hospedar epífitas.

18. Que no presenten propensión al ataque de enfermedades e insectos, que podrían ocasionalmente causar defoliaciones repentinas.
19. Que no sea un hospedero alternativo de insectos y patógenos, perjudiciales al cultivo.
20. Que produzcan madera, frutas o cualquier otro producto de valor comercial, por ejemplo: el hule en Hevea spp.
21. Las especies de sombra no deben tener la capacidad de reproducirse como malas hierbas, p.e. Ricinus communis y Leucaena leucocephala (en ciertas zonas).

Listas de especies potenciales o probables han sido publicadas por: Cook (varios países, 11); Greenwood y Posnette (Gold Coast, 19); Gutiérrez y Soto (Costa Rica, 20); Haarer (varios países, 21), Holdridge (Costa Rica y México, 25), Jiménez (Centro y Sur América, 28, 29); Letousey (Camerún, 31); McClelland (Kenya, 32); MacMillan (varios países, 34); Martínez and Enríquez (varios países, 35); Murray (Trinidad, 36); Poncin (Congo Belga=Zaire, 41); Thomas (Uganda, 49); Urquhart (varios países, 50); Wrigley (varios países, 54)

INTRODUCCION

En la zona cafetera del suroeste de Antioquia, así como en otras zonas cafeteras de Colombia, ha existido la tradición de mantener asociados con la producción de café árboles maderables primordialmente con la finalidad de producir madera de alta calidad cuya venta modere en parte el impacto que en la economía campesina tienen los bajos precios del café, así como para la obtención de madera para uso doméstico. Adicionalmente el dosel formado por estos y otros árboles no maderables produce el sombrero necesario para mantener las condiciones de multiestratificación o semibosque que han caracterizado los sistemas más tradicionales y arraigados en el cultivo del café en Colombia. Entre las especies de maderas preciosas se destaca el nogal (Cordia alliodora) como la especie más empleada para esta finalidad.

Tal sistema de producción agrícola y forestal, denominado agrosilvicultura por los técnicos actuales, fue desarrollado empíricamente por los campesinos de la región probablemente desde la época de la expansión del cultivo del café en la Cordillera Central de Colombia hace unos cien años. Resulta por lo tanto inexplicable que las entidades que manejan la cuestión cafetera en el país no lo hayan siquiera reconocido como una forma de producción "sui generis" que podría eventualmente tener ventajas de orden biológico, edáfico y hasta económico.

Es un hecho que la producción de madera en las zonas cafeteras ha estimulado la industrialización rural con pequeños talleres de ebanistería e inclusive de factorías que se dedican a la producción de madera contrachapada y de muebles

* Universidad Nacional de Medellín, Colombia

terminados, todo lo cual representa una forma de diversificación de la producción de las zonas cafeteras digna de estimularse.

El presente trabajo pretende ser sólo una primera aproximación en la evaluación de la producción maderera que se puede esperar del cultivo del nogal asociado con el café en la zona cafetera del departamento de Antioquia. Tal información es básica para cualquier evaluación económica que se pretenda realizar del sistema agroforestal mencionado.

Específicamente, se construirán sendas tablas de rendimiento por calidades de sitio para el rodal en pie bajo dos supuestos esenciales: a) que las copas de los árboles se toquen como máximo lo cual da una cobertura del 84%; b) máxima cobertura del 50%.

León M. Escobar*
Jorge I. del Valle*

AMBIENTE BIOFISICO

Se escogieron para el estudio seis municipios de los que conforman la llamada zona cafetera del suroeste de Antioquia, en los cuales existe una tradición arraigada de asociación entre el nogal y el café. Los municipios seleccionados fueron: Amagá, Salgar, Andes, Fredonia, Tamesis y Betania.

La citada zona cafetera cubre unos 5.099 km² y se inicia a unos 30 km al sur de la ciudad de Medellín. Toda ella participa de la abrupta topografía que rodea el profundo cañón del río Cauca el cual separa las Cordilleras Oriental y Central del sistema andino colombiano. Algunos ríos que vierten sus aguas al Cauca recorren allí pequeños valles intermontanos de pendiente más suave en los cuales se asientan las poblaciones y se encuentra concentrada la mayor producción cafetera.

Las temperaturas moderadas pero con noches frescas y la abundante pluviosidad caracterizan la región. Los registros climáticos de siete estaciones meteorológicas localizadas en la región, promedian precipitaciones entre 2.200 y 2.800 mm anuales; la temperatura promedio anual es de 20,3°C pero, dependiendo de la altitud, ésta puede variar desde cerca de 23°C a unos 1.200 m.s.n.m hasta

18°C correspondiente a altitudes de unos 1.800 m. De acuerdo con el sistema de Holdridge (1971) las condiciones bioclimáticas corresponden a la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano.

Los suelos son muy variables y aunque todos en mayor o menor proporción evidencian influencias de cenizas volcánicas en su perfil, muy pocos se pueden considerar dentro del suborden Andept. Otros subórdenes de Inceptisoles se encuentran allí presentes e inclusive los suelos de tres parcelas poseen características de Molisoles. Además de las cenizas volcánicas dentro de la región existen suelos formados de rocas ígneas plutónicas (granodioritas) y lavas andesíticas así como esquistos y rocas sedimentarias del terciario las cuales se alternan con mantos de carbón.

Giraldo, Del Valle y Escobar (1980) estudiaron algunas características físicas y químicas de los suelos de 13 de las parcelas empleadas para este estudio. A continuación se presentan algunos de sus resultados: "los suelos de la zona de estudio oscilan en un rango de pH de fuertemente a medianamente ácidos. Los valores de CIC son muy variables siendo el promedio ponderado en los primeros 100 cm desde 14 hasta 58 meq/100 gr de suelo, predominando los valores medios dentro de este rango, los cuales se pueden considerar satisfactorios. El contenido de materia orgánica de los horizontes orgánicos oscila entre 1,5 y 12,8% con promedio de 4,5%. Los contenidos de nitrógeno total varían de ricos a muy ricos". "En términos generales los contenidos de fósforo disponible son bajos, pero no extremadamente bajos como los que usualmente se encuentran en los Andosoles de las zonas altas de Antioquia, y en algunas ocasiones llegan a tener cantidades adecuadas e inclusive muy altas de acuerdo con los niveles establecidos por el ICA". "El porcentaje de saturación de bases es muy variable encontrándose en el horizonte superficial valores desde 4,1% hasta 73,1%".

En relación con las propiedades físicas no encontraron los citados autores factores limitantes para el desarrollo normal del nogal.

SELECCION Y ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS

Debido a que en los últimos años ha habido una acelerada transformación de los cafetales con sombrío en cafetales sin sombrío que emplean la variedad

caturra, fue necesario hacer exhaustivos reconocimientos dentro de la región para detectar las pocas manchas o reductos que aún subsistían de la asociación y que cumplieran con los requisitos requeridos para el estudio.

Los criterios establecidos para la selección de las parcelas fueron los siguientes:

1. Los árboles deberían pertenecer a masas aparentemente coetáneas. En consecuencia se evitaron los sitios en los cuales los árboles estaban muy distantes y con grandes diferencias de tamaño.
2. Ningún punto del perímetro de la parcela debería estar cerca del extremo del rodal ni del cafetal asociado. Esto con el fin de evitar el efecto de borde.
3. Deberían estar asociados con el cultivo del café.
4. La determinación de la edad de los árboles debería ser confiable.
5. El dosel superior debería estar conformado básicamente por árboles de nogal. Se aceptó sin embargo la presencia minoritaria de otras especies en las parcelas pero no se tomaron en cuenta para los cálculos. Estas especies fueron Inga spp., Erythrina poeppigiana, Albizzia carbonaria y Cedrela odorata entre otras.
6. Los árboles deberían estar libres de plagas y enfermedades.
7. Se establecieron parcelas en rodales de nogal desde jóvenes hasta maduros. No se encontraron masas de menos de diez años con los requisitos requeridos. Se trató además de que tanto los suelos fértiles como los pobres de la región quedaran representados.

DETERMINACION DE LA EDAD

Debido a que el nogal dentro de la región cafetera de Antioquia proviene fundamentalmente de regeneraciones naturales manejadas por los campesinos y hasta

el momento casi nunca había sido plantado, sólo fue posible determinar con certeza la edad de una parcela cuya historia de plantación se conocía. Para las demás parcelas se utilizaron anillos de crecimiento, pues éstos son evidentes y anuales (Tschinkel, 1966).

En dos parcelas en las cuales los anillos fueron claramente visibles en muestras obtenidas con barrenos de Pressler a 1,30 m sobre el suelo, se promediaron los anillos leídos en 5 árboles por parcela para determinar su edad. Las otras 19 parcelas requirieron derribar árboles vecinos a la parcela pero de dimensiones similares con el fin de leer los anillos en discos los cuales se pulieron en el laboratorio. La lectura de los anillos se hizo en cada cuadrante del disco y se obtuvo así un promedio. Tanto para los discos como para las muestras de barrenos se calculó el número de anillos por centímetro y se estimó la edad del árbol de diámetro medio de cada parcela utilizando este dato.

El procedimiento empleado para la determinación de la edad se basa en que los rodales sean básicamente coetáneos. La curva unimodal que se presenta en la Figura 2C es típica de este tipo de asociación y avala el presupuesto mencionado. La Figura 1 muestra en perfil y proyección la asociación del nogal con el café común en la región.

DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LOS ARBOLES

Para la correcta determinación del volumen de los árboles se obtuvo una ecuación de volumen basada en la medición de 102 árboles por secciones de 3 metros distribuidos en clases diamétricas desde $4 < 6$ cm hasta $64 < 66$ cm y clases de alturas de fuste desde $4 < 6$ m hasta $24 < 26$ m. Para la cubicación de las secciones se empleó la fórmula de Smalian.

De cinco modelos analizados para determinar el volumen de los árboles en función del diámetro y de la altura del fuste, se seleccionó por su mejor ajuste el siguiente modelo logarítmico:

$$\text{Log } v = 0,89578 \text{ Log}(d^2 hf) - 3,93470 \quad /1/$$

$$R^2 = 0,983^{**} ; s = \pm 0,0955$$

Donde: $v(1)$ = volumen de un árbol con corteza, m^3

d = diámetro normal a 1,30 m, cm

hf = altura del fuste, m

INDICE DE SITIO

El índice de sitio expresa la altura de los árboles dominantes a una edad fija. Por lo tanto permite comparar parcelas de diferentes edades con base en la altura que se espera tendrán, o que probablemente tuvieron (si tienen una edad menor o mayor que la edad de comparación respectivamente) estandarizándolas a una edad indicadora. El índice de sitio es también un índice de la productividad del suelo de amplia aceptación en el estudio del crecimiento de los árboles. Simultáneamente con este estudio se llevó otro cuyo objetivo fue correlacionar las características de los suelos con el índice de sitio con el fin de determinar cuáles factores edáficos influían de manera más determinante en el mayor o menor crecimiento del nogal (Giraldo, Del Valle y Escobar 1980).

Como funciones sigmoidales que expresaran la altura de los árboles dominantes en función de la edad se ensayaron los modelos de Glendon (1971) y Schumacher (1939). Este último modelo consultó mejor los criterios de simplicidad y ajuste estadístico y por ello se seleccionó para representar el crecimiento de esta variable. La estimación de sus parámetros por mínimos cuadrados permitió obtener la siguiente ecuación:

$$\text{Log } h_{\text{dom}} = 1,50654 - 4,96301 (1/t) \dots\dots\dots/2/$$

$$R^2 = 0,875^{**} ; s = \pm 0,098$$

donde: h_{dom} = altura de los árboles dominantes, m (los 20% árboles más altos por parcela)

t = edad, años

** Significativo para $p = 0,1$

(1) La simbología empleada es la recomendada por la Unión Internacional de Investigaciones Forestales

Para Cordia alliodora se seleccionó 50 años como edad indicadora. En consecuencia a esta edad se cumple que $h_{dom} = S$; luego las curvas de índice de sitio se pueden expresar como

$$\text{Log } S = \log h_{dom} + 4,96301 (1/t - 1/50) \dots\dots /3/$$

donde: S = índice de sitio: altura promedio de los árboles dominantes a los 50 años

Empleando el método de las curvas anamórficas proporcionales (Alder, 1980) se dibujaron tres curvas de índices de sitio correspondientes a crecimientos altos medios o bajos para la especie Cordia alliodora asociada con café (Fig. 3).

Debido al escaso número de datos disponible para la construcción de la curva básica de h_{dom} vs. t, estas curvas deben considerarse preliminares. En el futuro, cuando se disponga de mayor y mejor información dentro de la región deberá recalcularse la relación. En la práctica es preferible expresarse en términos más amplios como calidades de sitio alta, media y baja, que como índices de sitio, puesto que estas curvas representan crecimientos idealizados desde el estado juvenil hasta la madurez. En la realidad pueden presentarse muchos altibajos imposibles de detectarse con la información disponible en la actualidad.

OTRAS RELACIONES EPIDOMETRICAS

Para la elaboración de tablas de rendimiento se requiere conocer como cambian en función de la edad y del sitio otras variables. Utilizando los datos originales se determinaron por mínimos cuadrados los estimadores de los parámetros de los modelos de Glendon (1971) y Schumacher (1939) para el crecimiento en diámetro medio, diámetro de dominantes y altura media. Luego se seleccionó de acuerdo con el ajuste estadístico y su adaptación al fenómeno biológico la mejor ecuación para cada variable.

Las ecuaciones finalmente seleccionadas fueron:

$$\text{Log } d_{dom} = 1,7433 - 7,9505(1/t) \dots\dots /4/$$

$$r^2 = 0,829 ; s = \pm 0,1902$$

$$\text{Log } \bar{d} = 1,8003 - 11,8290(1/t) + 34,0160(1/t)^2 - 45,7690(1/t)^3 + 31,2000(1/t)^4 \dots$$

...../5/

$$R^2 = 0,968^{**} ; s = \pm 0,0833$$

$$\text{Log } \bar{h} = 1,6317 - 12,0940(1/t) + 50,5550(1/t)^2 - 104,3100(1/t)^3 + 84,7810(1/t)^4 \dots$$

.../6/

$$R^2 = 0,956^{**} ; s \pm = 0,0814$$

donde: d_{dom} = diámetro medio de dominantes a 1,30 m, cm

\bar{d} = diámetro medio a 1,30 m, cm

\bar{h} = altura media, m

Las ecuaciones 4 hasta 6 se utilizaron para el trazado de las figuras 4 hasta 6. La línea horizontal de la altura del fuste es la altura a la cual, de acuerdo con las observaciones hechas, los árboles pierden su crecimiento monopódico y tienden a ramificarse.

RELACIONES ALOMETRICAS

Para la elaboración de las tablas de producción con la metodología aquí aplicada son necesarias varias relaciones alométricas expresadas matemáticamente. Se probaron seis modelos lineales o linearizables pero sólo se presentan los que obtuvieron el mejor ajuste de acuerdo con su coeficiente de determinación para sendas relaciones. Ellos son:

$$h_{\text{dom}} = 0,96366 d_{\text{dom}}^{0,90642} \dots/7/$$

$$r^2 = 0,853^{**}$$

$$d_{\text{dom}} = 1,98620 + 1,04254 (\bar{d}) \dots /8/$$

$$r^2 = 0,975^{**}$$

$$h_{\text{dom}} = 1,60795 + 1,06389(\bar{h}) \dots /9/$$

$$r^2 = 0,959^{**}$$

$$d_c = 0,94864 d^{0,60989} \dots/10/$$

$$r^2 = 0,886^{**}$$

donde: d_c = diámetro de copa, m

Las Figuras 7 y 8 ilustran las relaciones expresadas en las ecuaciones 7 y 10.

CONSTRUCCION DE TABLAS DE RENDIMIENTO

Dado que la producción de madera por el cultivo del nogal asociado con el café difiere en aspectos sustanciales de un monocultivo forestal, tanto en el manejo como en los criterios de densidad, no es posible utilizar metodologías convencionales para la construcción de tablas de rendimiento. La metodología que se aplique entra más en el campo de la simulación basándose para ello en relaciones biométricas estadísticamente satisfactorias y en suposiciones lógicas. Sólo el establecimiento de parcelas permanentes durante todo el turno podrán finalmente determinar con certeza los errores o aciertos del sistema. Como esta información tardará varias décadas en obtenerse, es necesario hacer esfuerzos por cuantificar estas producciones desde ahora en el entendimiento de que se trata de una hipótesis de trabajo.

Entre los limitantes encontradas para el desarrollo de tablas de rendimiento en Cordia alliodora asociado con café, se destacan:

1. Limitado número de parcelas que cumplieron con los requisitos preestablecidos.
2. Desconocimiento de su historia pasada, por lo tanto no se conoce la densidad inicial ni los volúmenes de árboles extraídos a través de varias décadas de permanencia de este sistema. Obsérvese que la lectura de los anillos permitió determinar edades que para la mayoría de los árboles osciló entre 25 y 50 años.
3. La existencia de otras especies arbóreas además del nogal dentro de las parcelas, tiende a subestimar la capacidad productiva del sitio para esta especie en algunas parcelas.
4. El manejo del cultivo arbóreo asociado no ha obedecido a criterios definidos. Por lo tanto, es posible que se hayan hecho tanto entresacas por lo alto como por lo bajo. Así mismo se presentan parcelas con densidades desde subnormales hasta sobrenormales.

Las tablas de rendimiento (Cuadros 1 hasta 3) comprenden 11 columnas de cuya forma de llenarlas se tratará en los párrafos siguientes:

Para la clase de sitio medio (Cuadro 2) las columnas 1 hasta 6 emplean las ecuaciones 2, 4, 5, 6 y 7. La columna 9 expresa el porcentaje de la superficie terrestre cubierta con la proyección de las copas. La columna 7 con la Figura 6 que delimita la máxima altura del fuste: hasta los 16,7 m donde la altura total coincide con la altura del fuste.

En la determinación del número de árboles remanentes por hectárea se decidió no emplear los registrados para las parcelas sino normalizarlos de acuerdo con el criterio de Assman (1970) de espacio de crecimiento y cobertura del piso. De acuerdo con este autor el número de árboles que pueden acomodarse en una hectárea en el momento en que sus copas empiecen a juntarse, tanto para plantaciones antiguas y sucesivamente entresacados como en regeneraciones naturales coetáneas, es una función de su diámetro de copas y tiende hacia una distribución mixta (intermedia entre el mínimo que correspondería a un espaciamiento cuadrado y el máximo que corresponde a un triángulo equilátero). La función que expresa el número de árboles por hectárea en dependencia del diámetro de copas promedio se expresa como:

$$n = \frac{10.000}{d_c^2} \times 1,072 \dots\dots\dots/11/$$

En la Figura 9 se representa por líneas continuas la ecuación anterior para los tres índices de sitio aquí considerados. Se aprecia que a partir de unos 25 años el número de árboles por hectárea real se sitúa a ambos lados de la línea promedia (5 = 26 m) en forma bastante equilibrada. Para las edades de menos de 25 años las curvas sobreestiman los árboles realmente encontrados. Esto probablemente se debe o bien a que los campesinos al hacer las limpiezas dejan muy pocos árboles de nogal o a una baja regeneración natural en esos lotes.

Los objetivos de este trabajo implican no tanto la cuantificación de la producción actual de madera de nogal asociado con café, cuanto lo que se podrá producir partiendo de ciertas suposiciones. En este contexto se podría pensar

en la plantación forestal asociada con el café con espaciamientos similares a los que se emplean para las especies de sombrío en la región. También es necesario prescribir un sistema de entresacas por lo bajo que al tiempo que disminuyen la cobertura dejen sólo los árboles con mayor potencial como productores de madera para la cosecha final.

Se sabe que la máxima producción de café se logra con cierto grado de sombrío especialmente cuando se usa poco fertilizante o en suelos pobres según lo indican los trabajos presentados por Murray y Nichols (1963). Este es un aspecto de especial trascendencia cuando los precios del café son bajos. Eskes (1982) encontró que en algunos cafetos la resistencia a la roya se hace más patente en el cultivo bajo sombra.

Basado en lo anterior se presenta para cada calidad de sitio la producción de madera para dos opciones de sombra. La primera opción consiste en un sombrío relativamente denso en el cual la máxima área cubierta por las copas es del 84%. En este momento las copas de los árboles maderables se tocan y se deberá entresacar. En la práctica esto equivale a la cobertura promedio de las parcelas de más de 25 años empleadas para este estudio así como a la cobertura que da un sombrío de Inga spp. tal como se le utiliza tradicionalmente. La segunda posibilidad es un porcentaje de cobertura del 50%.

El área basal (columna 10) se calcula con base en el número de árboles y en el diámetro medio. En forma similar se calcula el volumen en pie pero teniendo en cuenta la altura del fuste y la ecuación /1/.

En la construcción de las tablas para las calidades de sitio bajo y alto se empleó el método de curvas proporcionales, mediante el cual se pueden construir familias anamórficas de curvas, similar al utilizado para las curvas de índice de sitio. Se trata de encontrar ecuaciones que describan la evaluación de los diámetros y alturas para estas calidades de sitio en función de la edad, aprovechando para ello las curvas patrones promedias y relaciones alométricas previamente establecidas.

La Figura 7 que representa la ecuación /7/ permite establecer que para la edad indicadora a la cual se establecieron las curvas de índices de sitio, el

diámetro de dominantes será + 7,5 cm en relación con el correspondiente al índice de sitio medio, para los sitios de calidad alta y baja respectivamente. O sea que a los 50 años el diámetro de dominantes deberá ser de 45,9 cm para s = 31 m y de 30,9 para s = 21 m. Luego la ecuación 14/ se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\text{Log } d_{\text{dom}} = \text{log } d_s + 7,95047 (1/50 - 1/t) \dots\dots\dots/12/$$

30,9 para s = 21 m
donde: $d_s = 38,4$ para s = 26 m
45,9 para s = 31 m

Esta familia de curvas se representa en la Figura 4.

De igual forma se procedió con la relación alométrica de la ecuación /8/ la cual expresa el diámetro de dominantes en función del diámetro medio. Se encontró que a los 50 años el diámetro medio para los índices de sitio bajo medio y alto es de 30,25 cm, 37,75cm y 45,25 cm respectivamente. La ecuación 15/ puede ser escrita entonces en una forma más general como

$$\text{Log } \bar{d} = \text{log } \bar{d}_s - 11,829(1/t) - (1/50) + 34,0168 (1/t)^2 - (1/50)^2 - 45,7699(1/t) - (1/50)^2 + 31,2004 (1/t)^3 - (1/50)^3 \dots\dots\dots/13/$$

30,25 cm para s = 21m
donde: $\bar{d}_s = 37,75$ cm para s = 26 m
45,25 cm para s = 31 m

Finalmente, la relación alométrica que expresa la altura de dominantes en función de la altura media, ecuación 9, permitió determinar que si a los 50 años, la altura media según la curva base es de 25,65 m, la altura media correspondiente a los índices de sitio bajo y alto estarían 4,75 m por debajo y por encima respectivamente de esta cifra. En consecuencia la ecuación /6/ se transforma en la siguiente:

$$\text{Log } \bar{h} = \text{log } \bar{h}_s - 12,0940 (1/t) - (1/50) + 50,5552 (1/t)^2 - (1/50)^2 - 104,3180 (1/t)^3 - (1/50)^3 + 84,7817 (1/t)^4 - (1/50)^4 \dots\dots\dots/14/$$

20,9 m para s = 21 m
donde $\bar{h}_s = 25,65$ m para s = 26 m
30,4 m para s = 31 m

En la Figura 6 se representa la gráfica de la ecuación anterior.

El empleo de las ecuaciones derivadas permite el cálculo de las cifras presentadas en las tablas de rendimiento para las calidades de sitio alto y bajo representados en los Cuadros 1 y 3.

El lento crecimiento inicial aquí registrado puede atribuirse a la escasez de parcelas jóvenes o a que los árboles en los estados brinsal y latisol crecieron bajo los cafetales con gran restricción de luz. (Figuras 1 y 2). Árboles jóvenes a plena exposición dentro de la misma región han tenido un crecimiento inicial sustancialmente mayor y más que duplican lo aquí previsto hasta los cinco años.

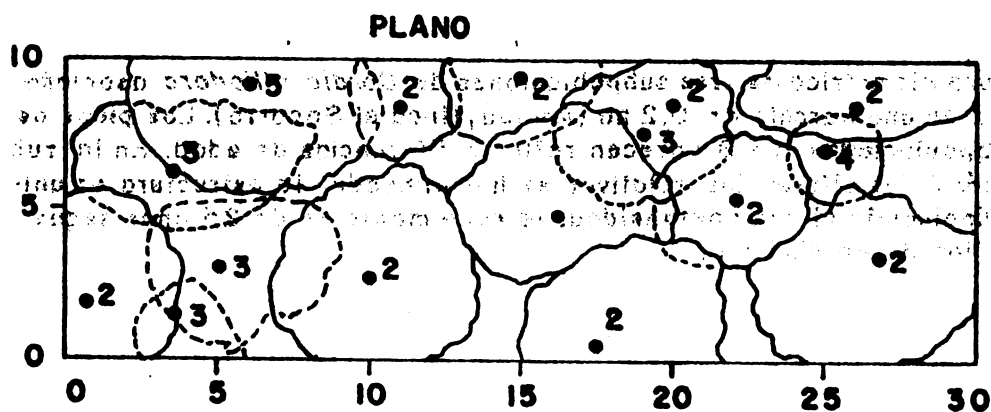
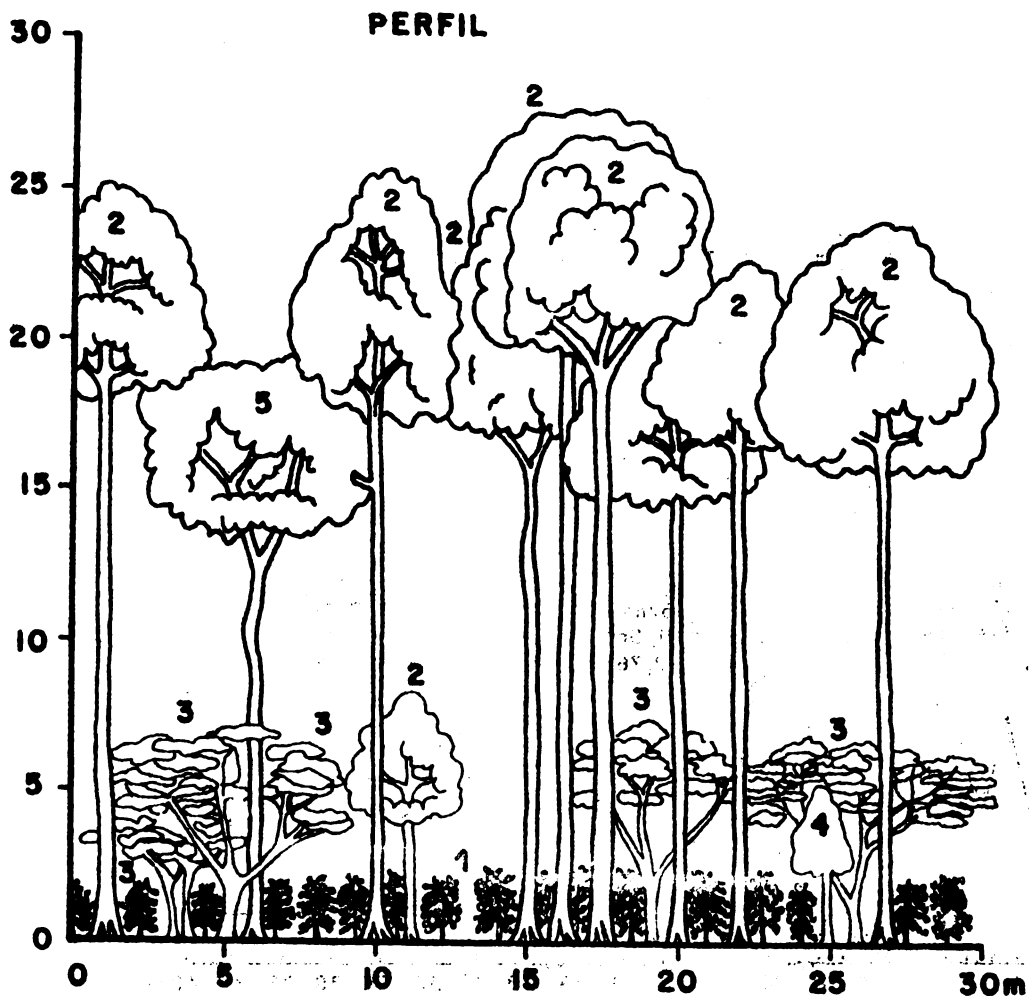
Tampoco parece a primera vista muy justificable sustentar los mismos crecimientos diamétricos tanto para coberturas del 84% como para 50%. Se debe considerar que realmente en ambos casos las densidades no son muy altas, en ningún caso el área basal supera los $15 \text{ m}^2/\text{ha}$. De acuerdo con Sarling (1967) hasta tal área basal los árboles crecen prácticamente como individuos. Bajo esta hipótesis el empleo de las mismas cifras estaría justificado.

Las tablas aquí presentadas no incluyen la producción de las entresacas las cuales pueden tener diversos usos tanto doméstico como industriales e incrementan sustancialmente la producción total.

Los volúmenes calculados incluyen la corteza. Pérez (1954) en Costa Rica encontró que el porcentaje de corteza en esta especie es del 10% en árboles de grandes dimensiones. Para diámetros aserrables de cerca de 30 cm se encontró en Antioquía que la corteza representa cerca del 15% del volumen total.

BIBLIOGRAFIA

1. ALDER, D. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, Vol. 2. Estudios FAO: Montes 22/2. 118 páginas más 80 de apéndices. 1980.
2. ASSMAN, E. The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford, 1970. 506 p.
3. ESKES, A.B. The effect of light intensity on incomplete resistance of coffee to Hemileia vastatrix. Netherland Journal of Plant Pathology 85(5):191-202. 1982.
4. GIRALDO, L., DEL VALLE, J.I., ESCOBAR, M. El crecimiento del nogal (Cordia alliodora) en relación con algunos factores climáticos, edáficos y fisiográficos en el suroeste de Antioquia. In Simposio IUFRO/MAB/SERVICIO FORESTAL. Producción de madera en los neotrópicos por medio de plantaciones. Puerto Rico, 8-12 sep. pp. 32-44. 1980.
5. GLENDON, W., SMALLEY, D. and BOWER, R. Site index curves for lobeolly and short leaf pine fields in Tennessee, Alabama, and Georgia highlands. Forest Service, U.S. Dept. of Agriculture. 1971. 12 p.
6. MURRAY, D.B. y NICHOLS, R. Light, shade and growth in some tropical plants. In Light as an Ecological Factor. Ed. por R. Bainbridge, G.C. Evans y O. Racham. 1965.
7. PEREZ, C.A. Estudio forestal del Laurel (Cordia alliodora). Tesis Magister Scientiae, IICA. Turrialba, Costa Rica. 1954. 183 p.
8. SARLING, P. Un modèle de croissance pour les plantations forestières en milieu tropical. Bois et Forêts des Tropiques. 114:3-21. 1967.
9. SCHUMACHER, F.X. A new growth curve and its application to timber yield studies. Journal of Forestry 37:819-820. 1939.



- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. Café "caturre" | 4. Persea americana |
| 2. Cordia alliodora | 5. Cedrela odorata |
| 3. Inga edulis | |

**Fig. 1. Arquitectura de una asociación agroforestal en la región cafetera de Antioquia (Amagá, finca El Socorro).
Se presenta un dosel arbóreo básicamente coetáneo muy denso seguido de otro de guamos, aguacates y frutales maderables. El café hace las veces de sotobosque.**

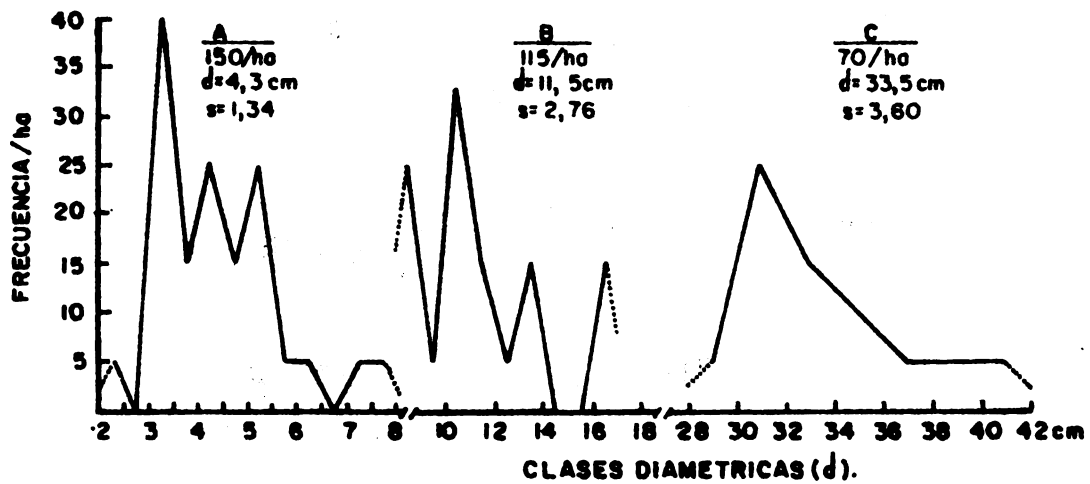


Fig. 2. Estructura diamétrica de tres subpoblaciones de *Cordia allodora* asociado con café en una parcela de 0,2 ha (Amagá, finca el Socorro). Los picos de las subpoblaciones A y B parecen reflejar diferencias de edad. En la subpoblación C las diferencias relativas se han alineado, la estructura es unimodal indicando cierta coetaneidad, la edad media es de 25 años según los anillos de crecimiento.

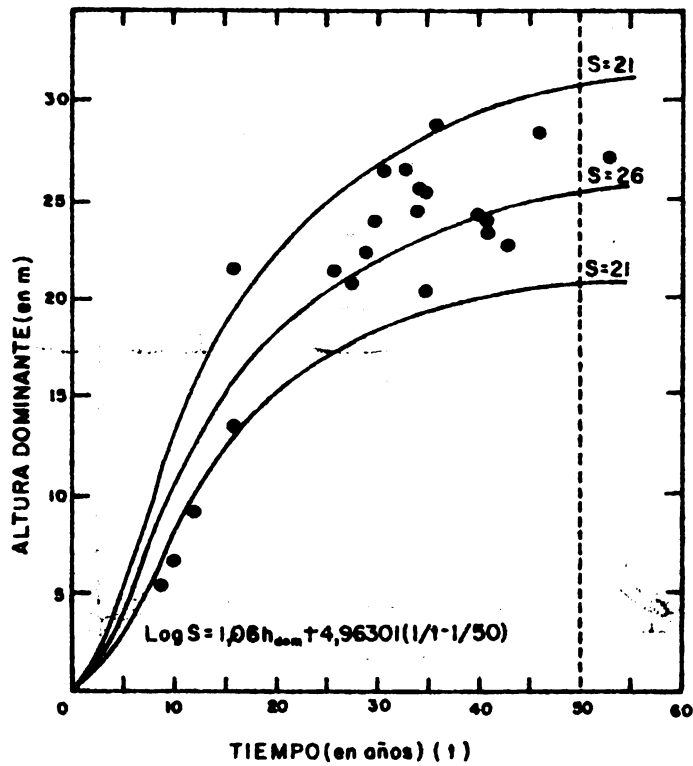


Fig. 3. Curvas de índice de sitio para Cordia alliodora.

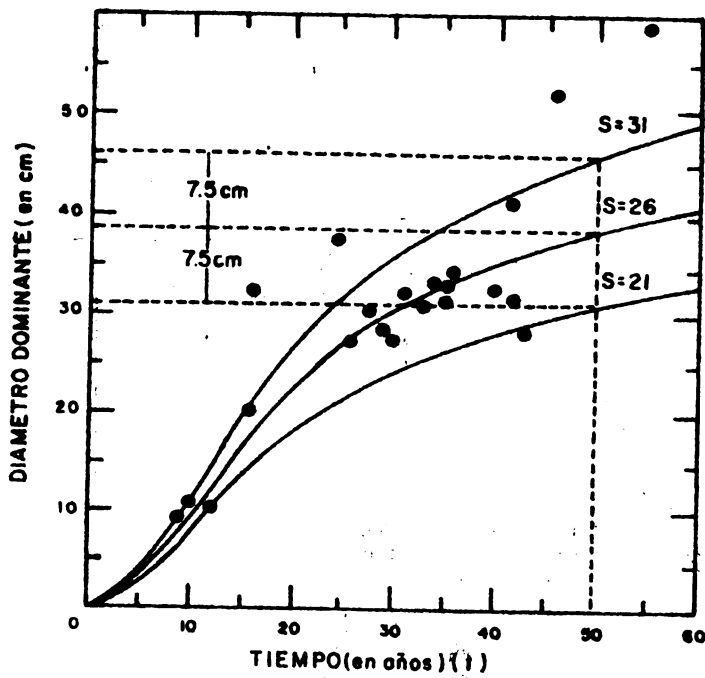


Fig. 4. Diámetro de dominantes en función de la edad para tres calidades de sitio (ecuaciones 4 y 12)

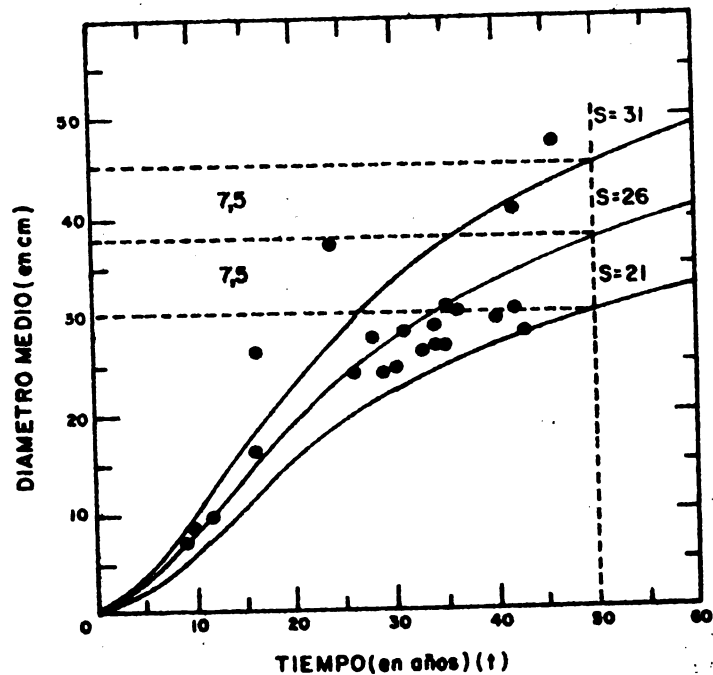


Fig. 5. Diámetro medio en función de la edad para tres calidades de sitio (ecuaciones 5 y 13)

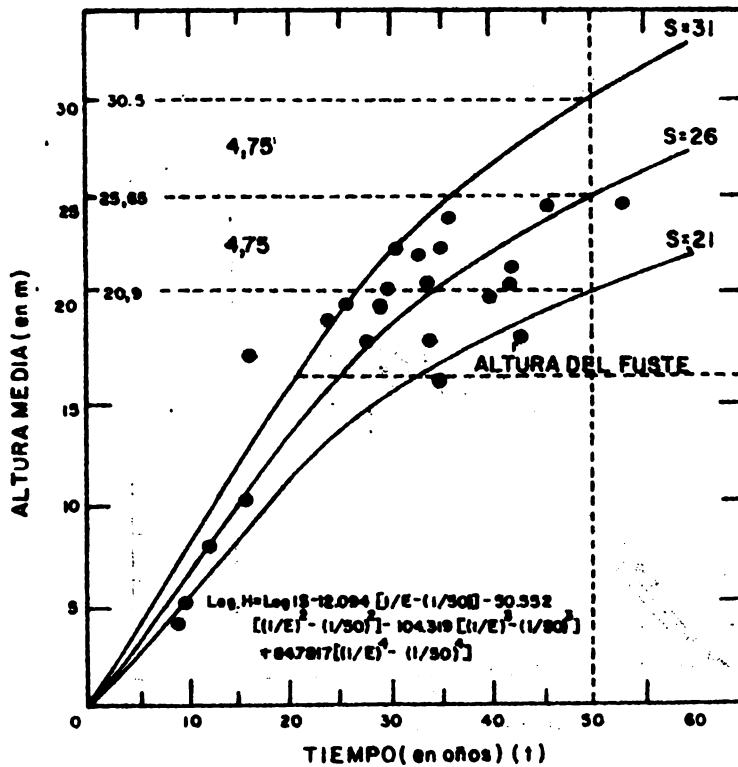


Fig. 6. Altura media en función de la edad para tres índices de sitio (ecuaciones 6 y 14)

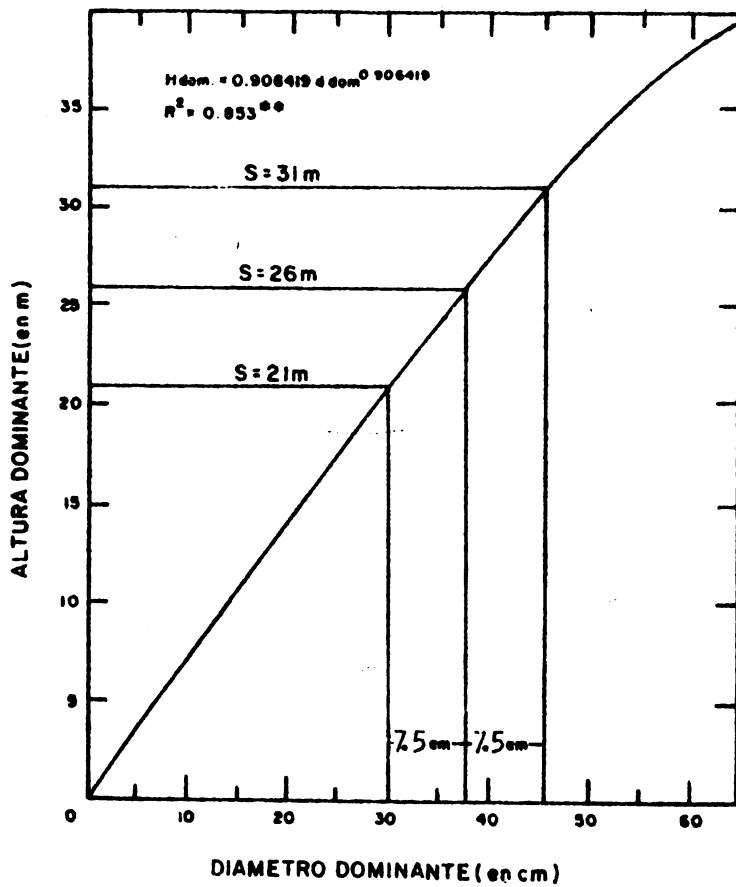


Fig. 7. Altura de dominantes en función del diámetro de dominantes

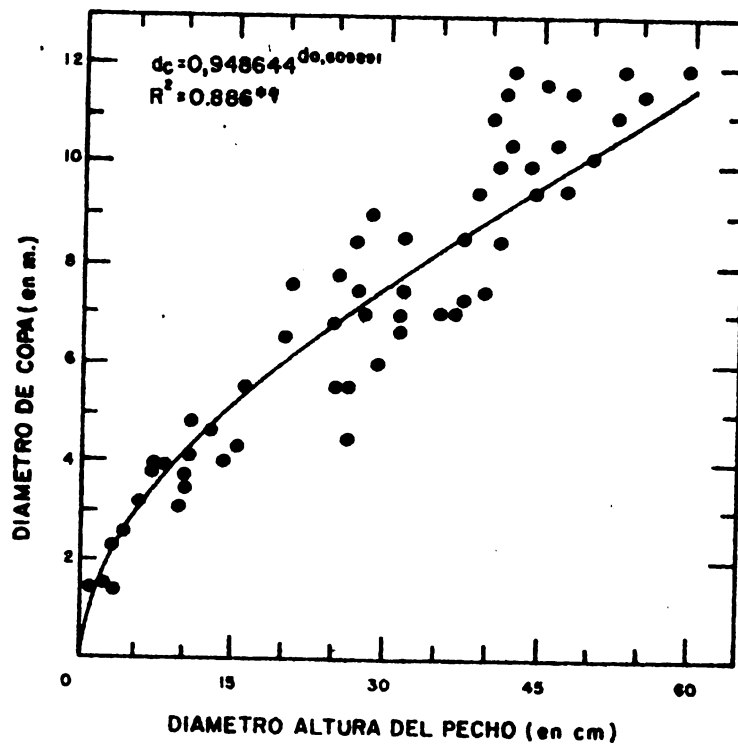


Fig. 8. Diámetro de copa en función del diámetro a la altura del pecho.

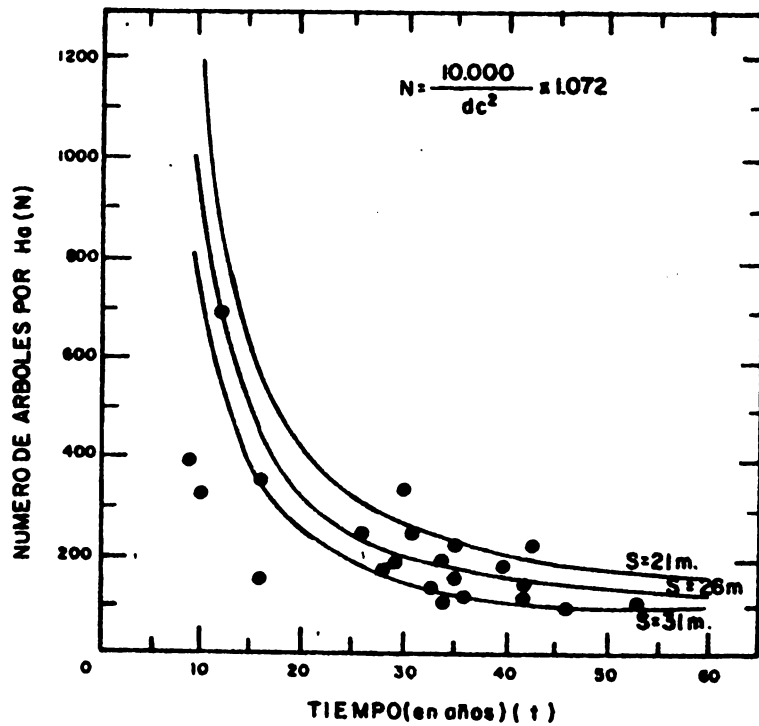


Fig. 9. Evolución del número de árboles por hectárea en función del tiempo. Líneas: simuladas de acuerdo con el tamaño de la copa. Puntos: valores reales.

Cuadro 1. Tabla de rendimiento para Cordia alliodora asociado con café para calidad de sitio alta (S=31 m/50 años)

Edad años	Diámetro cm		Diam. copa m		Altura m	Arboles en pie ha		Cobertura %	Area basal m ² /ha	Volumen m ³ /ha/2
	d	d _{dom}	d _c	d _{dom}		h _f	h _{dom}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C O B E R T U R A M A X I M A 84%										
5	3.6 ^{1/}	3.6 ^{1/}	2.1	4.0 ^{1/}	4.0 ^{1/}	4.0	400	14	-	-
10	9.8	10.6	3.8	8.0	12.4	8.0	350	40	2.6	15.6
15	16.9	19.5	5.3	12.4	18.2	12.4	350	77	7.9	61.5
20	23.2	26.5	6.5	16.3	22.0	16.3	170	56	7.2	67.3
25	28.6	31.8	7.3	19.9	24.7	16.7	170	71	10.9	100.0
30	33.1	35.9	8.0	22.7	26.5	16.7	170	85	14.6	130.0
C O B E R T U R A M A X I M A 50%										
5	3.6	3.6	2.1	4.0	4.0	4.0	400	14	-	-
10	9.8	10.6	3.8	8.0	12.4	8.0	230	26	1.7	10.3
15	16.9	19.5	5.3	12.4	18.2	12.4	230	51	5.2	40.4
20	23.2	26.5	6.5	16.3	22.0	16.3	100	33	4.2	99.6
25	28.6	31.8	7.3	19.9	24.7	16.7	100	42	6.4	58.9
30	33.1	35.9	8.0	22.7	26.5	16.7	100	50	8.6	76.5

Cuadro 2. Tabla de rendimiento de Cordia alliodora asociado con café para la calidad de sitio media (s = 26 m/50 años)

Edad años t	Díámetro cm \bar{d}	Díam. copa m d_c	Altura m h_{dom}	Arboles en pie ha n	Cobertura %	Area base m ² /ha G	Volumen m ³ /ha/2/V			
	\bar{d}	d_c	h_{dom}	h_f						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C O B E R T U R A M A X I M A 84%										
5	3,0 ^{1/}	3,0 ^{1/}	1,8	3,4 ^{1/}	3,4 ^{1/}	3,4	400	10	-	-
10	8,2	8,9	3,4	6,7	10,2	6,7	320	29	1,9	8,9
15	14,1	16,3	4,7	10,4	15,0	10,4	320	56	5,5	34,7
20	19,4	22,2	5,8	13,8	18,1	13,8	320	84	9,4	79,2
25	23,9	26,6	6,6	16,6	20,3	16,6	180	62	8,9	76,4
30	27,6	30,1	7,2	19,1	21,9	16,7	180	73	11,8	99,4
35	30,8	32,8	7,7	21,1	23,1	16,7	180	84	13,4	120,9
C O B E R T U R A M A X I M A 50%										
5	3,0	3,0	1,8	3,4	3,4	3,4	400	10		
10	8,2	8,9	3,4	6,7	10,2	6,7	190	17	1,1	5,3
15	14,1	16,3	4,7	10,4	15,0	10,4	190	33	3,3	20,6
20	19,4	22,2	5,8	13,8	18,1	13,8	190	50	5,6	47,0
25	23,9	26,6	6,6	16,6	20,3	16,6	110	38	5,4	46,7
30	27,6	30,1	7,2	19,1	21,9	16,7	110	45	7,2	60,7
35	30,8	32,9	7,7	21,1	23,1	16,7	110	51	8,2	73,9

1/ Si en la fase juvenil los árboles crecen a plena exposición se puede esperar al menos el doble de esta cifra.

2/ Volumen con corteza

CUADRO 3. TABLA DE RENDIMIENTO DE Cordia alliodora ASOCIADO CON CAFE
 PARA CALIDAD DE SITIO BAJA (S=21m/50 AÑOS)

Edad años	Díametro cm	Diam. copa m	Altura m	Arboles en pie ha	Cobertura %	Area basal m ² /ha	Volumen m ³ /ha			
t	d̄	d _c	h̄	h _{dom}	h _f	G	V			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
COBERTURA MAXIMA ≈ 84%										
5	2,4	2,4	1,6	2,8	2,8	2,8	400	8	-	-
10	6,5	7,1	3,0	5,6	8,4	5,6	400	28	1,3	6,1
15	11,3	13,1	4,2	8,6	12,3	8,6	270	37	2,7	16,4
20	15,5	17,8	5,1	11,3	14,9	11,3	270	55	5,1	37,1
25	19,1	21,4	5,7	13,7	16,7	13,7	270	69	7,7	63,7
30	22,1	24,2	6,3	15,6	18,0	15,6	270	84	10,4	108,6
35	24,7	26,4	6,7	17,3	19,0	16,7	185	65	8,9	83,7
40	26,8	28,2	7,0	18,7	19,8	16,7	185	71	10,4	96,9
45	28,6	29,7	7,3	19,9	20,5	16,7	185	77	11,9	108,9
50	30,2	30,9	7,6	20,9	21,0	16,7	185	84	13,3	120,0
COBERTURA MAXIMA 50%										
5	2,4	2,4	1,6	2,8	2,8	2,8	400	8	-	-
10	6,5	7,1	3,0	5,6	8,4	5,6	400	28	1,3	6,1
15	11,3	13,1	4,2	8,6	12,3	8,6	200	28	2,0	12,2
20	15,5	17,8	5,1	11,3	14,9	11,3	200	41	3,8	27,5
25	19,1	21,4	5,7	13,7	16,7	13,7	200	51	5,7	47,2
30	22,1	24,2	6,3	15,6	18,0	15,6	110	34	4,2	38,2
35	24,7	26,4	6,7	17,6	19,0	16,7	110	39	5,3	49,8
40	26,8	28,2	7,0	18,7	19,8	16,7	110	42	6,2	57,6
45	28,6	29,7	7,3	19,9	20,5	16,7	110	46	7,1	64,7
50	30,2	30,9	7,6	20,9	21,0	16,7	110	50	7,9	71,4

BELIARD, C. A.* Resultados preliminares de la producción de biomasa en cercos vivos de Gliricidia sepium bajo dos frecuencias de poda en la región de La Palmera, San Carlos, Costa Rica**. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983.

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un estudio sobre producción de biomasa de cercos vivos de Gliricidia sepium establecidas en una finca ganadera en Palmera, San Carlos, Costa Rica. Estos postes de 5 años de edad tienen un promedio de altura de 2 - 2.5 m y un espaciamiento de 1.5 m. Las frecuencias de poda de 3 y 6 meses fueron comparadas usando un diseño de bloques al azar, con 10 estacas/parcela y 4 repeticiones..

Una poda de 6 meses dio mayor producción total (peso seco) que dos podas a intervalos de 3 meses. La producción total de biomasa fue 4.4 vs 2.1 toneladas/km de cerca para 6 meses y 3 meses respectivamente. Sin embargo, la cantidad de forraje producida no fue significativamente diferente a 1.6 y 1.4 toneladas/km de cerca para 6 meses y 3 meses respectivamente.

SUMMARY

This paper presents the preliminary results of a study on biomass production from living fence posts of Gliricidia sepium established on a cattle farm in Palmera, San Carlos, Costa Rica. These 5 years old posts have an average height of 2 - 2.5 m, and spacing of 1.5 m. Pruning frequencies of 3 to 6 months were compared using a random block design 10 stakes/plot and 4 repetitions.

One pruning after 6 months gave greater overall productions (dry weight) than 2 prunings at 3 months intervals. Total biomass produced was 4.4 vs 2.1 ton/km of fence line at 6 and 3 months respectively. However, the amount of forage produced did not differ significantly at 1.6 and 1.4 ton/km of fence at 6 and 3 months respectively.

* Estudiante graduado, Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

** Investigación financiada por los proyectos agroforestales CATIE-UNU y CATIE-GTZ.

1. INTRODUCCION

Las cercas vivas representan una práctica tradicional de uso de la tierra y se encuentran en gran amplitud de zonas ecológicas en Costa Rica. Esta práctica es particularmente común alrededor de cafetales, cañales y cacaoales así como en potreros donde la poda de sus ramas, usualmente cada dos años, produce material vegetativo para extender las cercas, forraje y leña (1,14). Budowski (2) ha señalado varias ventajas que ofrecen las cercas vivas de las cuales se puede citar la obtención de diferentes productos tales como: leña, madera, frutos, forraje, alimentos, nuevos nortes, etc.

Grandes plantaciones en cercas vivas de especies leguminosas de rápido crecimiento se han hecho en diferentes regiones de Costa Rica. Gliricidia sepium (Jacq.) Steud (madero negro), que es una especie nativa de uso múltiple, representa una de las especies más ampliamente utilizada en cercas vivas, particularmente en las fincas ganaderas de San Carlos. A pesar de su uso tan generalizado no existen estudios técnicos consistentes sobre el potencial de producción de las cercas y resulta necesaria la estimación de la calidad y cantidad de forraje y leña que se pueden obtener de la poda de cercas ya establecidas. Aquí se presentan los resultados de un estudio sobre la producción de biomasa en cercas vivas de Gliricidia sepium bajo dos diferentes frecuencias de poda, con el fin de obtener datos comparables sobre la producción de biomasa (forraje y leña) a diferentes intervalos de corte. Este trabajo es parte de un ensayo mucho más grande en tres fincas, en las cuales se están probando tres frecuencias de poda.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Sitio del experimento

El estudio se realizó en una finca ganadera privada ubicada en el distrito de La Palmera del Cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela, Costa Rica, 10° 26'30" Latitud Norte y 84°23'30" Longitud Oeste a 225 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual en la zona es de 25°C, la precipitación media anual es a mayor de 4000 mm. Ecológicamente corresponde a la zona de vida "Bosque Húmedo Tropical con transición a muy húmedo", según Holdridge. El suelo es un pardo rojizo profundo que pertenece al grupo Andic Dystroncept, cuyo material parental se originó de la influencia de cenizas volcánicas. Presenta una topografía suave con pendientes de 1 a 5 % (15).

2.2. Material experimental

Las cercas vivas utilizadas tienen una edad de cinco años, fueron establecidas por estacas de 2 a 2.5 m de altura y plantadas a un distanciamiento de 1.5m entre estacas. La poda de las ramas se realiza cada año y cada dos años en esta finca. La última poda para algunas cercas se había efectuado en el mes de marzo de 1982. De esta población se seleccionaron cuatro secciones homogéneas (bloque) y cada sección incluye 30 estacas experimentales. Cada bloque fue dividido en tres parcelas de 10 estacas para la aplicación de los tratamientos.

2.3. Tratamientos

- a. Poda total a los tres meses después del corte de nivelación y nuevamente a los 3 meses de la primera cosecha.
- b. Poda total a los 6 meses después del corte de nivelación.

2.4. Diseño experimental

Se empleó el diseño de bloques completamente al azar con 2 tratamientos y 4 repeticiones.

2.5. Establecimiento y conducción del ensayo

En el mes de marzo de 1983 se realizó el corte de nivelación que consistió en la poda total de los rebrotes. Se efectuó la primera poda de 3 meses de crecimiento en Junio de 1983. En el mes de setiembre de 1983 se hizo la segunda poda de tres meses de crecimiento y la poda de 6 meses de crecimiento.

Para la evaluación de la biomasa, a cada corte se le determinó el peso verde, haciendo una pesada en el campo de cada parte vegetal separadamente (hojas, tallos tiernos y leña). Para determinar el contenido de materia seca se tomaron muestras de 0.5 Kg de cada parte vegetal en cada parcela y se secaron en un horno a 70°C hasta obtener peso constante.

A fin de evaluar los efectos de los tratamientos en cada corte se midieron las siguientes variables:

- Diámetro de las estacas a 1.30 m y a 20 cm del suelo (en cm)
- Altura total del árbol (m)
- Altura de la estaca hasta la base de la copa (m)
- Número de rebrotes por estaca
- Diámetro de cada rebrote al punto de inserción al tronco (cm)
- Largo de los rebrotes (m)
- Diámetro de la copa en dos direcciones perpendiculares (m)
- Altura de la copa (m) = (Altura total - Altura estaca)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Desarrollo de las plantas

Los resultados promedios de los diferentes parámetros analizados para evaluar el desarrollo de las plantas aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Efecto de 2 frecuencias de corte en el desarrollo de las plantas de Gliricidia sepium, en cercas vivas después de un corte total (base 40 plantas)

Trat.	Fecha de corte	Largo de la copa (m)	Diámetro de la copa (m)	Nº de brotes	Diámetro ha- brotes (cm)	largo de los brotes (m)
Corte 3 meses	22-6-83	1.95	1.94	14	1 - 2.5	1 - 2.5
	22-9-83	1.96	2.10	12	1 - 2.5	1 - 2.5
Corte 6 meses	22-9-83	3.68	3.78	8	1.5 - 4.7	1.5 - 4.7

a. Número de brotes

En cuanto al número de brotes se observa que en general es casi igual en los dos cortes de tres meses. En cambio el número de brotes disminuyó en el corte a seis meses. En cortes más frecuentes, las plantas ramifican profusamente. En las estacas podadas a los seis meses los tallos basales de las plantas crecieron vigorosamente en longitud y grosor, se observó una inhibición en el rebrote, y hubo mayor lignificación.

b. Altura y diámetro de la copa

Se puede observar que tanto la altura como el diámetro de la copa no manifiestan gran variación con las podas de tres meses, mientras que en el crecimiento de seis meses esas dos variables son superiores.

c. Diámetro y largo de los brotes

Del cuadro 1 se desprende que las plantas que sufrieron dos podas de tres meses tiene esos parámetros más reducidos que las que fueron cortadas una sola vez a los seis meses. Además se destaca claramente que en las dos frecuencias de poda, el largo y el diámetro de las ramas mantienen una relación estrecha.

El desarrollo de la planta es afectado bajo las dos frecuencias. Las estacas redujeron su crecimiento apical y lateral en comparación con los resultados del corte de nivelación, es decir cuando los brotes tuvieron un año de crecimiento con 2.5 - 6.0 cm de diámetro y 5 metros de largo de la cona. Este comportamiento en el desarrollo de las plantas coincide con los resultados de estudios similares para otras especies (5,13) y se debe lógicamente a la reducción total del área foliar con cada poda, lo que ocasiona una supresión de la fotosíntesis.

3.2. Producción de biomasa

En el cuadro 2 se presentan los contenidos de biomasa de Gliricidia sepium en los diferentes componentes por tratamiento. La biomasa es expresada en toneladas de materia seca por Kilómetro de cerca.

La producción de biomasa proveniente de la poda de seis meses es superior a la producción total de las dos podas de tres meses. No se detectaron diferencias entre las dos podas de tres meses.

Russo (13) observó un comportamiento semejante para el poró (Erythrina poeppigiana) estudiando dos podas semestrales contra una poda anual. Las diferencias entre tratamientos son estadísticamente significativas al 5% de probabilidad de error (Apéndice 1)

Cuadro 2. Producción de biomasa en cercas vivas de Gliricidia sepium sometidas a dos frecuencias de corte (3 meses y 6 meses) en toneladas de materia seca (M.S.)/Km de cerca.

Tratamiento	Fecha de corte	Hojas (tn/Km)	Tallos tiernos (Tn/Km)	Leña (Tn/Km)	Biomasa total (Tn/Km)
Corte 3 meses	22-06-83	0.58	0.22	0.26	1.06
	22-09-83	0.55	0.10	0.40	1.05
TOTAL		1.13	0.32	0.66	2.11
Corte 6 meses	22-09-83	1.37	0.22	2.81	4.40

3.3. Porcentaje de materia seca

El contenido de materia seca encontrado en las hojas fue de 21%, valor promedio de las dos podas de tres meses y 24%, valor que corresponde al corte de 6 meses. En los tallos tiernos los porcentajes fueron de 11% para las podas de 3 meses y 14% para la poda de seis meses. Estos valores parecen semejantes a los que fueron encontrados en otros estudios (1,12),

3.4. Efecto de las frecuencias de poda sobre la biomasa contenida en los diferentes componentes.

La Figura 1 permite hacer un análisis comparativo de la distribución de las diferentes partes vegetales de la biomasa extraída bajo las dos frecuencias de poda. En las podas de tres meses el mayor peso de la biomasa es debido a la biomasa comestible (hojas + tallos tiernos) totalizando 1.45 ton de MS/Km de cercas o sea 68% de la producción total. En el caso de la poda de seis meses fue una producción de 1.59 ton de MS/Km (36% de la producción total) de biomasa comestible.

Desde el punto de vista de uso práctico, es más apropiado utilizar podas semestrales ya que proporciona igual cantidad de forraje que dos podas de tres meses, produce más leña y requiere menos trabajo..

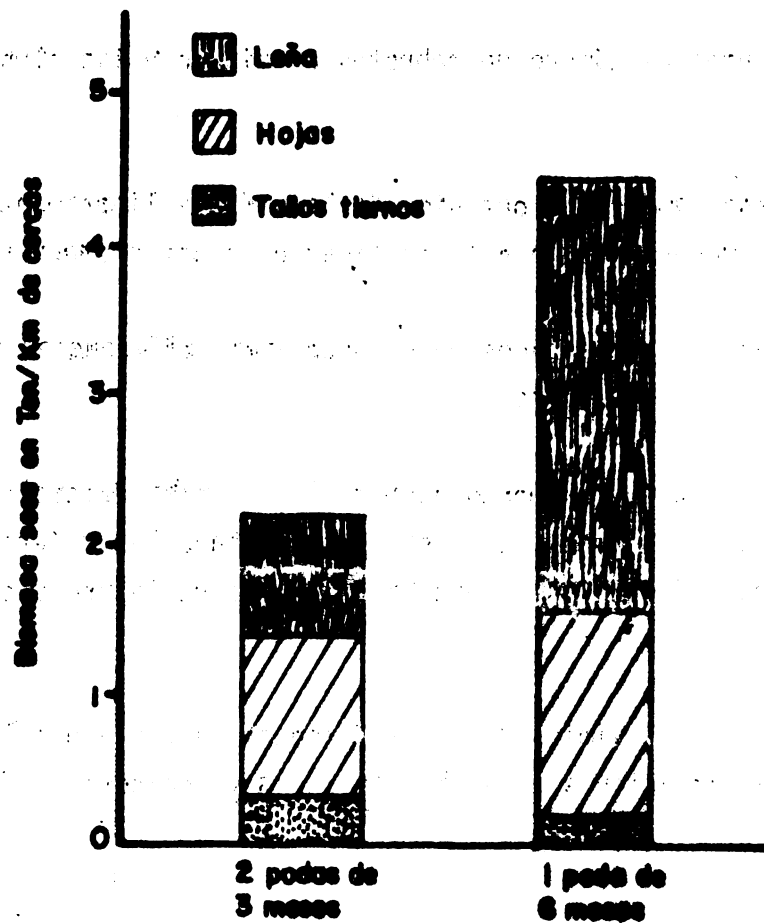


Fig. 1. Proporciones de los componentes vegetativos de la biomasa producida por 2 podas de tres meses y una poda de seis meses (*Citriscida sepium* en cercas vivas)

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La cantidad de biomasa total producida por Gliricidia senium en cercos vivos es mayor en una poda de seis meses que en dos de tres meses, manteniendo una relación aproximada 2:1.
2. Con podas menos frecuentes el número de rebrotes disminuye y las plantas acusan mejor desarrollo.
3. La producción de biomasa comestible obtenida de la poda es ligeramente superior con una poda de 6 meses, debido a la cantidad de hojas producida.
4. En los diferentes parámetros analizados no se encuentran diferencias significativas entre las podas de tres meses.
5. Es importante continuar este experimento durante 2 años para determinar el número máximo de cortes que puede soportar esta especie bajo las diferentes frecuencias de poda y para definir claramente la tendencia de la producción de biomasa.
6. Se recomienda hacer análisis químico de las diferentes partes vegetales cosechadas para ver si hay variaciones según las frecuencias de corte y época del año.

BIBLIOGRAFIA

1. BAGGIO, A. J. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 91 p.
2. BUDOWSKI, G. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. Trabajo presentado en la reunión consultativa sobre investigación en plantas y agroforestería, ICPAF, Nairobi, Kenya, Abril, 1981. 26 p.
3. DEVENDRA, C. y GOHL, B.I. The chemical composition of Caribbean feedingstuffs. *Tropical Agriculture (trinidad)* 47(4): 335 - 342.
4. FALVEY, J. L. Gliricidia maculata; a review. *The International Tree Crops Journal* 2: 1-14. 1982.
5. GUEVARA, A. S. , WHITNEY, A. S. and THOMPSON, J. R. Influence of intra-row spacing and cutting regimes on the growth and yield of Leucaena leucocephala. *Agronomy Journal* 170: 1033-1037. 1978.
6. LEMCKERT, A. y CAMPOS, J. J. Producción y consumo de leña en las fincas pequeñas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica N°16, 1981. 69 p.
7. LOZANO JIMENEZ, O. Postes para cercos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1962. 77 p.
8. NEWBOULA, P. J. Methods for estimation the primary production of forest. Oxford, Blackwell, IBP Handbook N°2, 1967. 62 p.
9. OAKES, A. J. and SKOR, O. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. *Tropical Agriculture*, 39(4): 287. 1962.
10. OTAROLA, T. A. y UGALDE, A. L. Productividad y tablas de biomasa de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, 1983. 39 p.
11. ROSE, D. y SALAZAR, R. Lineamientos generales para la evaluación de producción de biomasa y leña en cercos vivos de Gliricidia sepium. Proyecto Leña y Fuentes Alternativas de Energía, CATIE-ROCAP, 1983. 5 p.
12. ROLDAN PEREZ, G. Degradación ruminal de algunos forrajes protéicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 71 p.

13. RUSSO, R. O. Efecto de la poda de Erythrina poeppigiana (Walpers) O. F. Cook (poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "café-poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1983. 108 p.
14. SAUER, J. D. Living fences in Costa Rican Agriculture. Turrialba (Costa Rica) 29 (4): 255-261. 1979.
15. VILLALOBOS, U.; MESIAS, R. A. y CESPEDES, J.M. Caracterización del área de San Carlos, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1982. 89 p.

APENDICE

Análisis de varianza para la producción
de biomasa en Kg de materia seca/estaca

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	F tabular .05	.01
Repeticiones	3	0.87	0.29	0.67 ^{NS}	9.28	29.46
Tratamientos	1	22.15	22.15	14.36*	10.13*	34.12
Error	3	4.47				
TOTAL	7	27.49				

*Diferencia significativa sólo a nivel de 0.05

S1-4

MANEJO E INVESTIGACION DE SUECOS EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Donald C.L. Kass*

Uno de los principales beneficios de la utilización de sistemas agroforestales, sobre todo en comparación con los sistemas de cultivos anuales es el efecto sobre la condición del suelo (Budowski, 1981). Ciertas determinaciones sobre la condición del suelo, entonces, normalmente forman parte de una evaluación de un sistema agroforestal. Los parámetros son generalmente determinados por el investigador, conforme los intereses particulares del estudio. Sin embargo, hay ciertos parámetros de suelos que frecuentemente son incluidos en estudios de sistemas agroforestales. Otros parámetros que comúnmente son utilizados para caracterizar la condición del suelo pueden y deben ser incluidos en evaluaciones de sistemas agroforestales. Son muchos los parámetros del suelo que, debido a alteraciones, afectan el agrosistema. Nair (1982), ha citado unas áreas generales que se espera sean más afectadas por la implementación de un sistema agroforestal. Estas son:

1. Efectos sobre fertilidad de suelo, que principalmente son cambios en el nivel de materia orgánica, efectos sobre el ciclaje de nutrientes, y efectos sobre el nivel de nitrógeno si el sistema agroforestal tiene un componente fijador de nitrógeno. Mientras que los niveles de otros nutrientes no deben ser afectados por el sistema, éste puede influir en el volumen de suelo explotado, la cantidad de lixiviación y la disponibilidad de ciertos nutrientes.

*Agrónomo, Especialista en Sistemas de Cultivos. Departamento de Producción Vegetal. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

2. Efectos sobre la microflora
3. Efectos sobre las condiciones físicas del suelo
4. Efectos sobre erosión y conservación de suelos
5. Efectos sobre el ciclo hidrológico

Cada uno de estos efectos contienen muchos componentes. El presente trabajo deberá cubrirlos de una manera bastante superficial, indicando los análisis más frecuentemente utilizados y los problemas que estos análisis pueden causar. Este asunto ha sido tratado por Mongi, Keya y Ahn (1979) que dicen que las metodologías para estudios agroforestales son principalmente los existentes en ciencias forestales y ciencias del suelo. Citaré algunos casos donde estos autores no reconocieron situaciones que pueden ser diferentes en sistemas agroforestales. Mongi et al, (1979) incluyen, sin embargo, una discusión de problemas de muestreo, que señalan unos problemas que pueden ser significativos. Enfatizando que "el análisis no puede ser mejor que la muestra", ellos hacen las siguientes observaciones:

1. Hay que tomar muestras en toda el área bajo consideración. Es muy importante que las muestras cubran toda una parcela recibiendo un determinado tratamiento. Para consideraciones de fertilidad, es más recomendable utilizar un esquema sistemático, combinando las muestras en una muestra compuesta (Petersen y Calvin, 1965). Para determinaciones físicas, donde hay que hacer una determinación en cada sitio y variabilidad dentro de la parcela puede ser mayor, el

muestreo al azar puede aumentar la precisión (Petersen y Calvin, 1965; Cassel, 1982).

2. La previsión de una determinación puede ser aumentada al aumentar el número de muestras o determinaciones. Sin embargo, el hecho de utilizar muestreo sistemático y muestras compuestas tiene el efecto de aumentar el número de muestras pero no las determinaciones; no reduce el estimativo de la varianza del error. Si se aumenta mucho el número de muestras aumentará también el costo y el tiempo de la investigación (Petersen y Calvin, 1965). Hay ciertas determinaciones, como de lisímetros, tensiómetros, o medición de humedad por termalización de neutrones donde los costos de los instrumentos no permiten muestrear más de un sitio por parcela. Mongi et al (1979) indican que tomando solamente cuatro submuestras por parcela es inadecuado pero normalmente se toma este número para determinaciones físicas (Wade y Sánchez, 1983).
3. Los sistemas agroforestales principalmente afectan las características del suelo superficial y muestreo a una profundidad de 15 cm es adecuado para medir efectos sobre fertilidad. Debido a la presencia de árboles, el contenido de nutrientes a profundidades mayores es tal vez más significativo en sistemas agroforestales que Mongi et al parece indicar. Otros investigadores (Gliessman, 1982; Aranguren, Escalante y Herrera, 1982) han realizado determinaciones hasta profundidades mucho mayores, considerando que el movimiento

de nutrientes como nitratos pueden ser considerables donde hay mucho movimiento de agua en el suelo (Legg y Meisinger, 1982). Como frecuentemente estamos trabajando en el trópico húmedo y la presencia de árboles en un sistema puede afectar considerablemente el ciclo hidrológico (Nair, 1982), parece que el sistema puede afectar el contenido de nutrientes a profundidades mayores de 30 cm (Forsythe, 1975). En climas húmedo-secos o semiáridos además, hay lixiviación de nutrientes en ciertas épocas y acumulación de nutrientes a profundidades considerables en la época seca cuando la lixiviación se detiene (Russell, 1973). Un efecto muy importante de un sistema agroforestal puede ser el de recuperar estos nutrimentos que cultivos de enraísamiento más superficial no pueden obtener (Bornemisza, 1982).

4. Es muy importante caracterizar las propiedades al inicio del estudio y tomar muestras cuando las prácticas agroforestales deben afectarlas. Los intervalos entre períodos de muestraje van a depender mucho en las propiedades siendo medidas y las operaciones siendo realizadas (Mongi, et al, 1979). Es muy importante al inicio de un estudio determinar a cuáles intervalos deben hacerse las medidas. Medidas hechas en ciertas épocas pueden ser afectadas por parámetros no relacionados a los sistemas en estudio (Cassel, 1982).

Efectos sobre Fertilidad

El procedimiento más común es el de someter las muestras a un laboratorio que hace evaluaciones de suelos por fines de fertilización, principalmente de cultivos anuales (Monji et al, 1979). El problema con este procedimiento es que las determinaciones quedan sujetas a las limitaciones de los métodos, que más frecuentemente son determinaciones de rutina que dan resultados indicando la respuesta probable de cultivos anuales a fertilización en el suelo bajo consideración (Hunter, 1974). Estos métodos difícilmente indican la cantidad total de los nutrientes que contiene el suelo y que pueden ser disponibles a un sistema agroforestal y no a un determinado cultivo anual (Singh, 1979). Sin embargo, utilización de estos métodos de rutina ha servido para caracterizar diferencias en el efecto de sistemas diferentes sobre la condición del suelo (Okigbo y Lal, 1979; Wade y Sánchez, 1983). Es muy importante enfatizar que cada laboratorio ha desarrollado métodos que han sido más exitosos en predecir la respuesta de cultivos a fertilización en el área donde trabajan. Los métodos en sí pueden variar considerablemente de laboratorio a laboratorio (Monji, et al., 1979). El área donde tal vez la mayor diversión en métodos es la solución utilizada para extraer el fósforo disponible. El laboratorio de CATIE utiliza un extracto... de bicarbonato de sodio y EDTA (extracto de Olsen modificado) para extraer no solamente fósforo pero también los micronutrientes, (Díaz y Hunter, 1978). Otros laboratorios utilizan un extracto de ácido hidroclicorico y sulfúrico (método de Carolina del Norte) y otros utilizan los extractos desarrollados por Bray o Truog (Moji et al, 1979, Singh, 1979). No es de esperar que estos métodos van a

dar el mismo valor para la misma muestra de suelo. El investigador tendrá que saber los métodos utilizados por el laboratorio donde envió sus muestras.

Con respecto a determinaciones de materia orgánica, el problema es diferente. Todo el mundo utiliza el método de Walkley-Black (Monji, et al, 1979) olvidando que está basado en asumir ciertas condiciones que tal vez no sean válidas para la situación que está siendo investigada (Nelson y Sommers, 1982). Entre los problemas con el método Walkley-Black, Nelson y Sommers (1982), citan los siguientes:

1. La conversión de carbono orgánico a materia orgánica está hecha utilizando el factor 1.724 que está basado en la aproximación que la materia orgánica del suelo tiene 58% de carbono. En unos suelos, la materia orgánica puede contener solamente 48% de carbono por peso, mientras que en subsuelos, el contenido es comunmente bastante menor (alrededor de 40%).
2. El método no recupera todo el carbono del suelo y normalmente se aplica un factor de corrección para el carbono no reaccionado. Desafortunadamente, el carbono no recuperado puede variar considerablemente de un suelo a otro. Idealmente se determinará un factor de corrección para cada tipo de suelo basado en una correlación de el método Walkley-Black con un método (combustión húmeda o métodos de dicromato con calefacción) que recuperan mejor el carbono no oxidado en el suelo.

3. El método recupera muy poco carbono en materiales carbonizados como carbón vegetal, que puede o no ser significativo en estudios agroforestales.
4. Fe^{+2} , Cl^- , y MnO_2 interfieren con el método. Cantidades considerables de Fe^{+2} o Cl^- en el suelo resultarán en valores demasiado altos, mientras MnO_2 resultará en valores demasiado bajos.

En defensa del método Walkley-Black, puede citar su simplicidad y rapidez notando que las correcciones funcionan bien para grupos de suelos pero no siempre para un suelo individual (Nelson y Sommers, 1982). Substituyéndolo por un método más preciso aumentarían considerablemente los costos y tiempo. Tendría que resolver si las fallas del método pueden ser significativas en el estudio.

Estudios de ciclaje de nutrientes involucran mediciones no solamente del contenido de los nutrientes en el suelo. La biomasa y su contenido de nutrientes deben ser determinadas. La hojarsca también tiene que ser recolectada y su contenido de nutrientes determinado. Normalmente, tendría que desarrollar métodos de muestreo apropiados para las especies bajo consideración. Para determinar el movimiento de nutrientes dentro del perfil, hay dos métodos que se utilizan frecuentemente. Puede simplemente tomar muestras del suelo a diversas profundidades. Sabiendo el volumen de la muestra y su densidad aparente, el contenido de nutrientes para un determinado volumen de suelo puede ser calculado (Aranguren et al., 1982). Hay diversos tipos de lisímetros que

pueden ser utilizados para obtener una muestra de la solución del suelo. Hay simplemente tubos perforados colocados a diversas profundidades y el líquido acumulado coleccionado a intervalos determinados y analizados. Otro método es el de extraer la solución del suelo aplicando una vacuna a un vaso poroso. Todos estos métodos tienen el inconveniente de no permitir la conversión a un contenido de nutrientes por volumen de suelo (Santana y Cabala-Rosand, 1982). Otras determinaciones normalmente hechas en estudios de ciclaje de nutrientes son el contenido de nutrientes en la precipitación y en el agua que pasa a través de la canopia, y en el agua de drenaje. También hay que considerar pérdidas al sistema por escorrentía. Frecuentemente se incluyen la incubación de muestras para determinar tasas de mineralización de nitrógeno (Aranguren et al, 1982).

Aumentos de nitrógeno al sistema determinados por los métodos descritos pueden ser atribuidos a fijación de nitrógeno, pero frecuentemente hacen determinaciones para ver si este proceso biológico está ocurriendo. Reducción de acetileno es más frecuente utilizando el más costoso ^{15}N pero en los últimos años han aparecido muchas preguntas sobre la cuantificación de fijación de nitrógeno determinado por reducción de acetileno (Silverster-Bradley, 1979).

Efectos sobre la Microflora

Existen sistemas de enumeración para microorganismos fijadores de nitrógeno y los que forman asociaciones micorizales que aumenta la solubilidad

y área de adsorción de fósforo. Otros microorganismos pueden ser significativos en la descomposición de ciertas formas de materia orgánica y la mineralización de nitrógeno. Determinaciones de exudatos que pueden estimular actividad microbiológica y respiración total del suelo pueden ser de importancia en ciertos sistemas (Sylverster-Bradley, 1979).

Efectos sobre Física de Suelos

Entre las propiedades físicas más frecuentemente determinadas en estudios agroforestales están, temperatura, cambios en humedad, conductividad hidráulica, tasa de infiltración, densidad aparente, porosidad, tamaño de poros, textura, tamaño de agregados y estabilidad de agregados (Uriyo, 1979; Monji et al, 1979). Medición de compactación puede ser determinada por cambios en densidad aparente (Hillel, 1982) o con diversos tipos de penetrómetros (Wade y Sánchez, 1983; Forsythe, 1975; Davidson, 1965). Hay diversos métodos para cada una de estas determinaciones. Las descripciones más completas de los métodos se encuentran en el Monógrafo No. 9 de la Sociedad Americana de Agronomía, Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Properties, including statistics of measurement and sampling (Black, Evans, White, Ensminger, and Clark, 1965). En español, está el libro de Forsythe (1975) y la versión en español del libro de Baver, Gardner, y Gardner (Rodríguez, 1973).

En relación a la adecuación de los métodos a estudios agroforestales, hay que notar que las parcelas en estudios agroforestales son frecuentemente más grandes que en estudios de cultivos anuales y puede tener más variabilidad espacial, necesitando mayor número de determinaciones (Monji, et al, 1979).

La necesidad de hacer las determinaciones al inicio del estudio ya ha sido señalada. La presencia de raíces de árboles pueden crear problemas en algunas determinaciones físicas como la tasa de infiltración (Monji et al, 1979). Limitaciones de costo y la necesidad de hacer determinaciones no destructivas en el mismo sitio pueden afectar el método utilizado para caracterizar humedad (Gardner, 1965; Uriyo, 1979; Hillel, 1982). Métodos de excavación en lugar de los métodos más comunes de cilindro o de terrón (Blake, 1965) han sido utilizados por algunos investigadores para la determinación de densidad aparente (Aranguren et al, 1982).

Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo es uno de los beneficios principales que se espera de sistemas agroforestales (Budowski, 1981; Bornemisza, 1982). Sin embargo, hasta la fecha hay muy pocos datos en la literatura sobre los efectos de la implantación de sistemas agroforestales sobre propiedades físicas del suelo. Los efectos que han sido reportados son principalmente sobre fertilidad (Kang, Wilson, y Sipkens, 1982; IITA, 1982; IITA? 1981) y ahy diversos resultados donde manutención de cobertura o un barbecho leñoso ha beneficiado la infiltración o reducido la compactación (Wilkinson y Anis, 1976; Okigbo y Lal, 1979; Wade y Sánchez, 1983). Como estos efectos frecuentemente demoran más para aparecer y la implantación de sistemas agroforestales es reciente, la documentación de beneficios a características físicas tardará un poco más para aparecer.

Efectos sobre Erosión y Conservación de Suelos

Determinación de efectos sobre erosión de sistemas agroforestales tal vez no sean tan problemáticos porque estas determinaciones son frecuentemente hechas en sistemas forestales y la adaptación de la metodología a sistemas agroforestales no presenta grandes problemas. Sin embargo, hay poca documentación de estos efectos, principalmente en el trópico (Pereira, 1979; Lal, 1979). Se espera que con un mayor esfuerzo en investigación con sistemas agroforestales, los beneficios en este campo puedan ser documentados en lugar de teorizados como actualmente se encuentran.

En resumen, podemos concluir que los métodos para cuantificar los beneficios de los sistemas agroforestales al suelo ya existen. Lo que hace falta son las parcelas experimentales, los investigadores, los fondos, la mano de obra, y tal vez sobretodo la visión y paciencia para incluir estas determinaciones en evaluaciones de sistemas agroforestales.

LITERATURA CITADA

1. ARANGUREN, J.G., ESCALANTE, y HERRERA R. 1982. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees I. Coffee. Plant and Soil 67:247-258.
2. BLACK, C.A., EVANS, D., WHITE, J.L. ENSMINGER, L.E. y CLARK F.E. eds. 1965. Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and mineralogical properties including statistics of measurement and sampling. Agronomy monograph number 9. American Society of Agronomy. Madison, E.U. 770 p.
3. BLAKE, G.R. 1965. Bulk Density, p. 374-390 en Black, ed. Agronomy Monograph N° 9. Amer. Soc. Agron. Madison. E.U.
4. BORNEMISZA, E. 1982. Manejo e investigación en suelos bajo sistemas agroforestales. Curso corto agroforestal, 11 al 21 de enero, 1982. CATIE Turrialba.
5. BUDOWSKI, G. 1981. Agroforestry in Central America. p. 13-21 en Heuvelop, J. y Lagemann J. eds. Agroforestry, proceedings of a seminar held in CATIE, Turrialba, Costa Rica. 28 feb. - 3 march, 1981.
6. CASSEL, D.K. 1982. Tillage effects on soil bulk density and mechanical impedance. En Unger, P.W. y D.M. van Doren, eds. Predicting Tillage Effects on Soil Physical Properties and Processes. ASA Special Publ. N° 44. p 45-67.
7. DAVIDSON, D.T. 1965. Penetrometer measurements. p. 472-485 en Black et. al. eds. Agronomy Monograph N° 9. American Soc. Agron. Madison, E.U.
8. DIAZ-ROMEU, R. y HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigaciones en invernadero. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 62 p.
9. FORSYTHE, W.M. 1975. Física de suelos, manual de laboratorio. IICA, San José, Costa Rica. 212 p.
10. GARDNER, W.H. 1965. Water Content. p. 82-127 en Black et. al., eds. Agronomy monograph N° 9. Amer. Soc. Agron. Madison, E.U.
11. GLIESSMAN, S.R. 1982. Nitrogen distribution in several traditional agroecosystems in the humid tropical lowlands of south-eastern Mexico. Plant and Soil 67:105-117.
12. HILLEL, D. 1982. Introduction to Soil Physics. Academic Press, N.Y. 364. p.
14. HUNTER, A.H. 1974. International soil fertility evaluation and improvement laboratory procedures. Dep. of Soil Science. North Carolina State University. Raleigh, E.U..
15. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (IITA) 1981. Farming systems program. p. 1-49 en Annual Report for 1980.

16. INTERNATIONAL INSTITUTE OF TROPICAL AGRICULTURE (IITA). 1982. Farming systems program. p. 1-47 en Annual Report for 1981.
17. KANG, B.T., WILSON, G.F. y SIPKENS, L. 1981. Alley cropping maize (Zea mays L.) and Leucaena (Leucaena leucocephala Lam.) in Southern Nigeria. Plant and Soil 63: 165-179.
18. LAL, R. 1979. Effects of cultural and harvesting practices on soil physical conditions, p. 327-352 en Mongi, H.O. y P.A. Huxley eds. Soils research in agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya.
19. LEGG, J.O. y MEISINGER, J.J. 1982. Soil nitrogen budgets, p. 503-566 en Stevenson, F.J. eds. Nitrogen in agricultural soils. Agronomy Monograph N° 22. Amer. Soc. Agron. Madison, E.U.
20. MONGI, H.O., KEYA, S.O. y AHN, P.M. 1979. Standardization in soil research methodologies and strategy in agroforestry, p. 539-568 en Mongi, H.O. y P.A. Huxley, eds. Soils research in agroforestry ICRAF. Nairobi, Kenya.
21. NAIR, P.K.R. 1982. Soil productivity aspects of agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya. Mimeo. 83 p.
22. NELSON, D.W. y SOMMERS, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539-580 en Agronomy Monograph N° 9. Part 2. Amer. Agron. Madison, E.U. (2a. edicion, A.L. Page, ed.).
23. OKIGBO, B.N. y LAL, R. 1979. Soil fertility maintenance and conservation for improved agroforestry systems in the lowland humid tropics. p. 41-78 en Mongi, H.O. y P.A. Huxley eds. Soils research in agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya.
24. PEREIRA, C. 1979. Hydrological and soil conservation aspects of agroforestry. p. 315-326 en Mongi, H.O. y P.A. Huxley eds. Soils research in agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya.
25. PETERSEN, R.G. y CALVIN, L.D. 1965. Sampling, p. 54 - 72 en Black et. al. eds., Methods of Soil Analysis. Agronomy Monograph N° 9. Amer. Soc. Agron. Madison, E.U.
26. RODRIGUEZ, J.M. 1973. Física de suelos, trad. de la cuarta edición inglesa de Bayer, L.D., W.H. Gardner. Soil Physics. UTEHA. México. 529 p.
27. RUSSELL, E.W. 1973. Soil Conditions and Plant Growth. 10a. edition. Longman, London. 849 p.
28. SANTANA, M.B.M. y CABALA-ROSAND, P. 1982. Dynamics of nitrogen in a shaded cacao plantation. Plant and Soil 67:271-281.
29. SINGH, B.R. 1979. Nutrient availability indices and optimum nutrient element levels in soils for crops under agroforestry conditions p. 439-470 en Mongi, H.O. y Huxley, P.A. eds. Soils research in agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya.

30. SYLVESTER-BRADLEY, R. 1979. Monitoring soils in agroforestry: soil biology and biochemistry, p. 381-412. en Mongi, H.O. y P.A. Huxley eds. Soils research in agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya.
31. URIYO, A.P. 1979. Monitoring soils in agroforestry: Physical properties. p. 413-438 en Mongi, H.O. y P.A. Huxley eds. Soils research in agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya.
32. WADE, M.K. y SANCHEZ, P.A. 1983. Mulching and green manure applications for continuous crop production in the amazon basin. Agron. J. 75:39-44.
33. WILKINSON, G.E. y ANIA, P.O. 1976. Infiltration of water into two Nigerian soils under secondary forest and subsequent arable cropping. Geoderma 15: 51-59.

S1-5

Jorge E. Benavides*

1. Introducción

En Costa Rica se deforestan anualmente cerca de 60.000 hectáreas de bosques para utilizar la tierra en la siembra de cultivos y en ganadería, y esta situación es igual o más crítica en otros países del trópico. La consecuencia a mediano y largo plazo de estas prácticas es el deterioro del equilibrio ecológico, el cual se manifiesta entre otras cosas en la destrucción de la capacidad productiva de los suelos producto de la erosión y la lixiviación de nutrimentos.

Para solucionar este problema mucho se ha escrito e intentado sobre reforestación, pero las necesidades cada vez más apremiantes de producir alimentos para consumo humano, compiten fuertemente con la plantación de árboles por considerarse que estos últimos ocuparán tierras que, con vocación adecuada o no, deben ser destinadas a la agricultura y la ganadería.

Sin embargo, otros enfoques en el campo de la investigación permiten encarar la problemática desde otras perspectivas, entre ellas el asocio de árboles con cultivos y/o con pasturas que no afecten la producción de alimentos, que permitan contener el deterioro del suelo y que contribuyan al re-establecimiento del equilibrio ecológico, sin descartar la posibilidad de obtener beneficios directos de los árboles.

En relación a la ganadería, se conoce que muchos productores utilizan ampliamente el follaje de numerosas especies de árboles en la alimentación animal y que estos follajes tienen cualidades nutritivas iguales o superiores a los pastos utilizados tradicionalmente.

Se ha detectado en Centroamérica, a través de encuestas dirigidas en Costa Rica, Guatemala y Honduras, el uso de follajes de árboles en la alimentación de rumiantes menores. El estudio de esta problemática ha

* Asistente de Investigación, Departamento de Producción Animal, CATIE

permitido al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) iniciar el desarrollo de una metodología para evaluar la integración de la producción animal y el componente forestal en sistemas silvo-pastoriles adecuados a las condiciones climáticas y sociales del Istmo Centroamericano.

2. Metodología

2.1 Identificación:

Identificación mediante encuestas, de aquellas especies arbóreas cuyo follaje se utiliza tradicionalmente por los productores en la alimentación animal y la manera en que dichos follajes son utilizados.

2.2 Valor nutritivo:

Determinación, a nivel de laboratorio, del valor nutritivo de los follajes de árboles utilizados. Estas determinaciones se basan fundamentalmente en los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC = N x 6.25) y digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS).

2.3 Pruebas de consumo:

Uso de animales para determinar la aceptabilidad, posibles problemas tóxicos y niveles de consumo de los follajes con mejores cualidades nutritivas.

2.4 Pruebas de producción:

Evaluación de la respuesta productiva de los animales, en cuanto a crecimiento y producción de leche, al suministro de dietas integradas parcial o totalmente por follajes provenientes de árboles.

2.4.1 Evaluación de la eficiencia de utilización de los nutrientes

Muchos de estos follajes presentan sustancias químicas que afectan parcialmente la utilización de nutrientes, asociación de los nutrientes con fracciones indigeribles y posiblemente elevados niveles de

nitrogeno no proteico. Esto puede detectarse en cierta etapa de la evaluacion por medio de la respuesta animal, lo que hace necesario volver al laboratorio para estudiar las posibilidades de incrementar el uso de los nutrientes.

2.5. Evaluación agronómica:

Esta etapa consiste en evaluar las especies arbóreas, con mejores características en cuanto a respuesta animal, desde el punto de vista de su capacidad de producción de biomasa comestible. Estas pruebas incluyen evaluaciones de germinación, tolerancia a la poda y densidades de siembra.

2.5.1 Evaluación en asocio con pasturas

Con estas pruebas se pretende conocer el efecto de la presencia de los árboles sobre la productividad de las pasturas.

2.6 Integración de los componentes

A partir de los resultados obtenidos, diseñar prototipos de producción en los que se integren la producción animal y los árboles y evaluarlos a nivel de estación experimental y en fincas seleccionadas.

3. Resultados

3.1 Identificación

De las encuestas realizadas en distintas regiones de Costa Rica, y en varios departamentos de Guatemala y Honduras, se han podido identificar alrededor de 120 especies de árboles utilizados con diferente intensidad de la alimentación animal, fundamentalmente de cabras. En el Cuadro 1 del apéndice se detalla las especies arbóreas utilizadas en cada país.

3.2 Valor Nutritivo

Los resultados obtenidos hasta ahora indican que los follajes

utilizados presentan mayores contenidos de materia seca y proteína cruda que los pastos y que algunos de estos valores protéicos son superiores a los concentrados que se utilizan comúnmente en la alimentación animal. En el Cuadro 1 se muestran los contenidos de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable del follaje de tres leguminosas arbóreas y de otras fuentes tradicionales y no tradicionales de alimentación. Resalta el alto contenido de proteína de los follajes de árboles, más del doble que el de los pastos, y con contenidos energéticos bastantes similares.

Cuadro 1. Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) de diferentes alimentos utilizados para rumiantes menores en el CATIE. (Benavides, J.E. y De La Fuente, B. CATIE. 1980)

PARAMETROS	% MS	% PC	EM. (Mcal/kg de MS)
FOLLAJES ARBOREOS			
<u>Erythrina poeppigiana</u>	23.4	25.4	2.0
<u>Erythrina berteroana</u>	27.8	24.3	1.97
<u>Gliricidia sepium</u>	35.9	24.8	2.25
OTROS FOLLAJES			
<u>Yuca (Manihot esculenta)</u>	27.9	15.8	1.43
<u>Musa sp. var. pelipita</u>	22.2	13.5	1.58
<u>Cannavalia ensiformes</u>	25.8	18.7	2.75
<u>Morera (Morus sp.)</u>	27.9	20.9	3.00
<u>Dolichos lablab</u>	20.4	20.2	2.58
PASTOS			
<u>Guinea (Panicum maximum)</u>	19.5	10.7	1.95
<u>King-Grass (Pennisetum purpureum)</u>	16.7	10.9	1.98
FUENTES ENERGETICAS			
Concentrado	90.7	18.9	2.99
Banano verde (Musa sp. vr. Cavendish)	20.8	4.5	3.30
Yuca (raíz)	36.8	1.3	3.18
Ñame (<u>Dioscorea alata</u>)	30.6	5.9	3.05

A partir de la información recabada a productores de la zona de Puriscal, Costa Rica, se detectaron 47 especies de árboles que son utilizados por los productores para alimentar cabras. En las Figuras 1 y 2 del apéndice se muestran los valores nutritivos de estos follajes comparados con los de pasto, concentrado y banano. Destacan los altos valores prácticos de las hojas y la baja digestibilidad en numerosas especies.

Sin embargo en el caso de los árboles es importante tomar en cuenta que existe gran variabilidad de valor nutritivo entre los diferentes componentes de la rama (hojas, pecíolos, tallo y corteza) y entre las diferentes fracciones de la rama. La variabilidad en el primer caso está determinado por las diferentes funciones fisiológicas de cada componente y en el segundo por la edad de cada parte de la rama. En el Cuadro 2 se muestran los valores nutritivos de las hojas, pecíolo, tallo y corteza de dos especies de Erythrina.

Cuadro 2. Contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad in Vitro, de la materia seca (DIV) de diferentes componentes de las ramas en dos especies de Erythrina. (Benavides, J.E. y De La Fuente, B. CATIE, 1980)

Fracción	----- ESPECIE -----					
	<u>Erythrina Berteroana</u>			<u>Erythrina poeppigiana</u>		
	% MS	% PC	% DIV	% MS	% PC	% DIV
Hoja	23.3	27.3	54.6	23.8	31.3	43.9
Pecíolo	19.3	7.6	42.6	15.2	12.2	56.4
Tallo	25.4	8.4	41.8	19.5	10.7	45.3
Corteza				17.0	14.1	78.3

El Cuadro 3 muestra el contenido de nutrimentos de las hojas de los árboles utilizados como forraje en Puriscal.

Cuadro 3. Contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad in Vitro (DIV) de las hojas de diferentes especies arbóreas utilizadas para alimentar cabras en Puriscal, Costa Rica. (Benavides, J. E. y Heuvelop, J. CATIE. 1983. Datos preliminares)

Componente	HOJA		
	% MS	% PC	% DIV
Naranja dulce (<u>Citrus spp.</u>)	36.7	14.2	76.4
Manzana rosa (<u>Eugenia jambos</u>)	40.2	10.3	37.6
Aguacate (<u>Persea americana</u>)	36.1	11.8	31.9
Poró (<u>Erythrina berteroana</u>)	15.6	27.6	59.8
Quizarrá (<u>Lauraceae</u>)	34.3	12.7	43.1
Guaba extranjera (<u>Inga spp.</u>)	38.7	21.8	32.8
Glúitite (<u>Acnistis arborescens</u>)	12.5	22.9	74.2
Higuerón (<u>Ficus spp.</u>)	33.2	13.1	48.8
Jocote (<u>Spondias purpurea</u>)	26.5	14.0	58.0
Guaba criolla (<u>Inga spp.</u>)	41.2	20.1	27.5
Jinocuabe (<u>Bursera simaruba</u>)	35.0	14.5	32.1
Mango (<u>Mangifera indica</u>)	46.8	8.7	37.0
Candelillo (<u>Cassia spp.</u>)	37.5	17.8	23.1
Marañón (<u>Anacardium occidentale</u>)	36.6	10.9	16.2
Zorrillo (<u>Roupala complicata</u>)	16.4	33.7	68.8
Ratón (<u>Rapanea ferruginea</u>)	29.3	16.9	36.6
Jícaro (<u>Crescentia alata</u>)	36.9	9.8	43.8

El efecto de la posición de las hojas dentro de la rama sobre el contenido de nutrimentos se muestra en las Figuras 3 y 4 del apéndice, donde puede observarse como disminuye el contenido de proteína y digestibilidad a medida que la hoja es menos joven.

Es posible hipotetizar que en el caso de la proteína cruda esto se

a la translocación del nitrógeno a las hojas más jóvenes, pero en el caso de la digestibilidad existen sospechas de que el aumento de lignina es el factor principal en la caída tan brusca de este factor nutritivo.

Por estas razones es difícil pronosticar valores nutritivos promedios de las hojas y otros componentes de las ramas de los árboles ya que son numerosos los factores a considerar. Además, hay diferencias notables entre las especies de rumiantes en cuanto a su capacidad para seleccionar las partes más nutritivas del alimento ofrecido.

3.3 Resultados de Consumo y Crecimiento

La mayor parte de los trabajos con follajes de árboles realizados en el CATIE han sido hechos con "poró gigante" (Erythrina poeppigiana) y en menor cantidad con "poró enano" (Erythrina berteroana) y madero negro (Gliricidia sepium), utilizándose para tales trabajos cabras y ovejas.

El primer ensayo efectuado consistió en evaluar la aceptabilidad y el consumo del "poró gigante" con cabras secas estabuladas, utilizando como testigo follaje de Dolichos lablab, cuyas características nutricionales en rumiantes son conocidas. En esta prueba los animales recibieron como dieta exclusiva el follaje entero de ambas especies vegetales. Los resultados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Consumo de materia seca (MS) de poró gigante (E. poeppigiana) y de Dolichos lablab por cabras secas estabuladas. ^{1/}
(Benavides, J. E. y Esnaola, M. A., CATIE. 1983)

Tratamiento	Consumo MS kg/animal/día	Consumo MS P.V. ^{2/}	Peso inicial kg	Peso final kg
<u>Dolichos</u>	1.16	3.4	32.7	35.7
<u>Poró</u>	1.17	3.2	34.6	37.6

^{1/} Duración: 30 días. Se utilizaron 7 animales por tratamiento.

^{2/} Porcentaje del peso vivo.

Los consumos en ambos tratamientos fueron adecuados y los resultados obtenidos permitieron descartar problemas de aceptabilidad y de toxicidad a corto plazo. Estos resultados sirvieron de punto de partida para planificar experimentos de mayor envergadura.

En otro experimento realizado se compararon los consumos y ganancias de peso obtenidas por cabritos en crecimiento, que recibieron cantidades ad libitum de follaje entero de diferentes árboles y de plátano con suplementación de banano maduro. En la Figura 5 del apéndice se muestran los resultados obtenidos. Los consumos de materia seca fueron adecuados en todos los tratamientos, siendo mayores los obtenidos con madero negro (G. sepium) y con "poró enano" (E. berteriana), lo que a su vez provocó mayores ganancias de peso, estadísticamente significativas. Estos resultados pueden explicarse por los mayores niveles de digestibilidad del madero negro (62.2%) y el "poró enano" (55.0%) al compararlos con los valores del poró gigante y de la hoja de plátano pelipita (Musa sp. cv. pelipita) de 55.0% y 39.6% respectivamente. Además los resultados obtenidos con "poró gigante" pueden estar afectados por los menores consumos de banano observados en este tratamiento. Sin embargo en este experimento las ganancias de peso observadas fueron menores que las esperadas de acuerdo al consumo de nutrientes. Una posible explicación está relacionada al mayor tiempo que toman los cabritos, en comparación con otros rumiantes, para el desarrollo del rumen. También existen algunas evidencias que apuntan en el sentido de que en la cabra, la tasa de pasaje de la ingesta, a nivel gastrointestinal, es mayor que en otros rumiantes por lo cual necesita consumir alimentos de mayor valor nutritivo que pueden ser utilizados a nivel del estómago verdadero y del intestino delgado.

Para evaluar con más certeza las cualidades nutricionales del poró y su posible relación con el tipo de energía, se montó un experimento con corderos alimentados con follaje picado de "poró gigante" y suplementados con diferentes fuentes de energía. Los resultados se muestran en la Figura 6 e indican de nuevo que el poró no tiene problemas de aceptación por el animal, que el suministro de energía incide notablemente sobre las ganancias de peso, que el consumo de la fuente energética no

afecta sensiblemente el consumo de follaje, excepto en el tratamiento con ñame, (*D. alata*) y que las mayores ganancias de peso se obtuvieron cuando la fuente energética suplementada estaba constituida básicamente por almidón (banano verde y ñame), en contraste con aquellas con altos niveles de azúcares más simples.

3.4 Resultados en Producción de Leche

El primer experimento realizado para probar la utilidad del follaje de poró en la producción de leche consistió en comparar en cabras pastoreando "estrella africana" (*Cynodon nlemfluensis*) el efecto de un suplemento constituido a base de "poró gigante" picado más plátano (*Musa* sp. cv. pelipita), con el de un concentrado con 19% de proteína y 82% de digestibilidad. Las cabras eran de tipo nativo y se encontraban en el período final de su lactancia. No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Esto permite asumir que para los niveles de producción que tenían los animales, la mezcla de poró y plátano es tan eficiente como el concentrado. Los resultados se muestran en el Cuadro 5.

Destaca en la información la baja proporción de poró en la ración, sobre todo si se asume que los animales obtuvieron de la pastura gran parte de sus requerimientos. Por esta razón y para conocer la respuesta de los animales con mayores niveles de producción, se llevó a cabo otro experimento para evaluar similares tratamientos pero con cabras estabuladas, con lactancias menores y recibiendo pasto de corte en comederos. Los resultados obtenidos (Cuadro 6) muestran diferencias estadísticamente significativas en producción de leche, sin embargo, en una posterior evaluación económica, se concluyó que fue más rentable producir leche con la mezcla de poró y banano, debido fundamentalmente a los elevados precios del concentrado.

Cuadro 5. Producción de leche y consumo de materia seca de cabras pastoreando estrella africana (Cynodon nlemfluensis) y recibiendo dos fuentes diferentes de suplementación ^{1/} (Esnaola, M.A. y Benavides, J.E. CATIE. 1981. Resultados preliminares).

Parámetros (kg/an/día)	SUPLEMENTOS	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2
	Concentrado	Poró + plátano ^{4/}
Producción de leche	0.57 (3.50) ^{3/}	0.51 (3.13) ^{2/}
Consumo MS concentrado	0.73	
Cos MS poró		0.18
Consumo MS plátano		0.42
Consumo MS total	0.73	0.60
Consumo total % PV	1.83	1.50

1/ Duración: 50 días. 8 animales por tratamiento

2/ Diferencias estadísticamente no significativas (P < 0.05)

3/ El dato entre paréntesis indica el equivalente de producción para una vaca de 450 kg.

4/ Musa sp. cv. pelipita

Cuadro 6. Producción de leche y consumo de materia seca (MS) de cabras estabuladas, alimentadas con King-Grass (Pennisetum purpureum) y recibiendo dos fuentes diferentes de suplementación 1/

Parámetros	SUPLEMENTOS	
	Tratamiento1 Concentrado	Tratamiento2 Poró + banano ^{3/}
Peso promedio, kg	36.9	37.1
Producción de leche, kg/año/día	1.29 (8.42) ^{4/}	1.08 ^{5/} (7.02)
Consumo MS pasto, % PV ^{2/}	1.34	1.00
Consumo MS banano, % PV		1.68
Consumo MS poró, % PV		1.34
Consumo MS concentrado % PV	1.87	
Consumo MS total % PV	3.21	4.02

- 1/ Duración: 75 días, 8 animales por tratamiento
- 2/ Porcentaje del peso vivo
- 3/ Musa sp. cv Cavendish
- 4/ Datos entre paréntesis indican el equivalente de producción para una vaca de 450 kg.
- 5/ Diferencias estadísticamente significativas (P < 0.05)

En el caso del primer experimento (Cuadro 5) el poró representa entre el 6 al 15% del consumo total de materia seca, mientras que en el segundo (Cuadro 6), alcanzó niveles del 33% del consumo total.

3.5 Resultados de Pruebas Agronómicas

El estudio de la asociación de poró (Erythrina poeppigiana) con King-Grass (*Pennisetum purpureum*) es el único experimento montado por el Departamento de Producción Animal de este tipo y consiste en evaluar el efecto de dos densidades de siembra y dos frecuencias de corte del poró, sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa total y parcial del poró y del pasto. El poró fue sembrado por estacas de 2m de altura a 1 x 3m y 2 x 3m de distancia y la poda se efectúa cada 3 y 4 meses, en las cuales sólo se deja una rama. El pasto se sembró a chorro con 1.00 m de distancia entre surcos. El criterio de corte del pasto se basa en una estimación organoléptica de la altura (2 metros). Junto a las parcelas con poró se han sembrado parcelas testigo con sólo pasto.

Después de nueve meses de mediciones, los resultados preliminares indican que la producción total de biomasa es mayor en las parcelas con poró que en las parcelas testigo. Las variaciones esperadas entre tratamientos están más influenciadas por la densidad de siembra que por la frecuencia de poda, obteniéndose las mayores producciones de biomasa total y biomasa de poró en los tratamientos de mayor densidad. Esto se muestra en la Figura 7 del apéndice, en la cual aparece la información extrapolada a un año a partir de nueve meses de mediciones, y donde puede observarse también una mayor producción de pasto bajo el poró, aunque hasta ahora, no detectable estadísticamente (Figura 8 del apéndice).

Por otra parte, el análisis estadístico de los resultados obtenidos en el primer corte, muestran un significativo incremento en el contenido de proteína cruda en el pasto que crece bajo los árboles (+ 39%). Esto puede observarse en el Cuadro 7 para cada uno de los tratamientos.

Cuadro 7. Contenido de proteína cruda (PC) de la hoja de King-Grass (*P. purpureum*) con y sin asocio con poró (*E. poeppigiana*) (Benavides, J.E. y Borel, R. CATIE. 1983. Datos preliminares)

Distancia de siembra	Frecuencia de poda	Contenido de proteína cruda % en base seca
1 x 3 m	cada 3 meses	9.59 ^a
	cada 4 meses	9.07 ^a
2 x 3 m	Cada 3 meses	8.85 ^a
	cada 4 meses	8.11 ^{ab}
Testigo (sólo pasto)		6.45 ^b
Promedio de 1 x 3 m		9.33
Promedio de 2 x 3 m		8.48
Promedio corte cada 3 meses		9.22
Promedio corte cada 4 meses		8.59
Promedio tratamiento de poró		8.91

En cuanto a la producción total de proteína cruda, medida en toneladas por hectárea, los valores esperados para los tratamientos con poró son el doble y el triple de aquéllos obtenidos sólo con pasto, al extrapolar la información existente a un año de producción. La Figura 9 del apéndice muestra con claridad estas diferencias.

4. Conclusiones

De los resultados obtenidos hasta ahora puede concluirse que en América Central no se ajena a los productores la utilización del follaje de árboles en la alimentación de rumiantes, especialmente cabras; que muchos

de estos follajes presentan, a nivel de pruebas de laboratorio, alto valor nutritivo, que las respuestas obtenidas con cabras y ovejas al uso de algunos de estos follajes son lo bastante satisfactorias para incluirlos en dietas de alimentación y obtener buenos resultados en crecimiento y en producción de leche y por último, las pruebas agronómicas efectuadas con poró y King-Grass, abren una nueva perspectiva para incluir a los árboles en tierras agrícolas y ganaderas. Este conjunto de resultados son indicadores importantes para incluir las especies arbóreas en el diseño y evaluación de prototipos de producción de pequeños rumiantes.

Del trabajo efectuado hasta ahora pueden recomendarse estudiar y evaluar con similares metodologías otras especies arbóreas y llevar a cabo trabajos similares en otras zonas climáticas posibilitando con ello una mayor utilización de la tierra y la restauración del equilibrio ecológico en los trópicos.

Cuadro 1. Nombres vulgares y científicos de los árboles cuyo follaje es utilizado en Guatemala, Honduras y Costa Rica en la alimentación de rumiantes menores.

PAIS	NOMBRES COMUNES	NOMBRES CIENTIFICOS
Guatemala	Aguacate	<i>Persea americana</i>
	Aliso	<i>Alnus</i> spp. (prob. <i>acuminata</i>)
	Amate	<i>Ficus glabrata</i>
	Arayan	<i>Rapania ferruginea</i>
	Arijan	<i>Ravenia rosea?</i>
	Arrayan	<i>Myrcia oertstediana</i> Berg.
	Aripin	<i>Caesalpinia velutina</i>
	Barba de viejo	<i>Clematides dioica</i> L.
	Capulín	<i>Trema micrantha</i>
	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>
	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>
	Cordoncillo	<i>Piper angustifolium</i>
	Cush-tunay	<i>Ortiga</i> sp.?
	Chaguay	<i>Pithecelobium dulce</i>
	Chichique	<i>Aspidospermum</i> sp.
	Chilca	<i>Thevetia</i> sp.
	Chulube	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
	Chute o chupte	<i>Persea schiedeana</i>
	Durazno	<i>Prunus pérsica</i>
	Encino	<i>Quercus bentharii</i>
	Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.
	Fresno	<i>Fraxinus uhdei</i>
	Gravilea	<i>Gravillea robusta</i>
	Guayabo, volador	<i>Terminalia oborata</i>
	Guayacan	<i>Guaiacum sanctum</i>
	Hierba mala	<i>Sapium macrophyllum</i>
	Higuerillo	<i>Ficus</i> spp.
	Ixcabitzé	<i>Illicium</i> ??
	Jacaranda	<i>Jacaranda</i> spp.
	Jaguay	<i>Pithecelobium dulce</i>
	Jocote	<i>Spondias puepueca</i>
	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
	Limón	<i>Citrus limonia</i>
	Limoncillo	<i>Trichilia</i> sp.
	Madre cacao	<i>Gliricidia sepium</i>
	Madrón	<i>Gliricidia sepium</i>
	Mango	<i>Mangifera indica</i>
	Magüey	<i>Agave</i> spp.
	Manzana	<i>Malus silvestris</i>
	Manzanilla	<i>Crataegus</i> spp.
Manzanote	<i>Olmediella betschleriana</i>	
Morro, lajmulul jicaro	<i>Crescentia alata</i>	
Murul	<i>Pseudo bombax septenatum</i>	
Orotoguaje	<i>Lysiloma acupulcensis</i>	
Palo amarillo	<i>Euphorbia</i> sp.	
Palo blanco	<i>Cybistax donnell-smithii</i>	
Palo brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	

continuación Cuadro 1.

PAIS	NOMBRES COMUNES	NOMBRES CIENTIFICOS
Guatemala	Palo campeche	Haematoxylon campechianum L.
	Palo de frutilla	Rheedia edulis o Cordia alliodora
	Palo jiote	Bursera simaruba
	Paraíso	Melia azedarach
	Pino	Pinus sp.
	Pino colorado	Pinus oocarpa
	Pino negro	Pinus teocote guatemalense
	Pito	Erythrina berteroana
	Roble	Quercus sp.
	Sabino	Taxodium mucronatum
	Sauce	Salix chilensis
	Saúco	Viburnum sp.
	Subín, espino blanco	Acacia farnesiana
	aromo	
	Salvia	Salvia sp.
	Subinai	Acacia farnesiana
	Tamarindo	Tamarindus indicus
Upay, Palo de chacha	Cordia alba	
Vainillón, Vainillo	Cassia emarginata	
Yaje	Banisteriopsis	

OTROS

Almuc	
Camaguache o Canaguache	
Canague o Canaque	
Chapano	
Engorda ganado	
Guito o Guitón	
Machich o Machichi	Lonchocarpus castilloi
Mashcal	
Mexcal	
Sacmuc	
Salvillo	
Saquimis o Sacumis	
Saquimuy	
Saquichix	
Savino	
Siguibi o siquibi	

continuación Cuadro 1.

PAIS	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Honduras	Brasil	Haematoxylon brasiletto
	Caimito	Chrysophyllum cainito
	Cirueta	Spondias purpurea
	Copachin	Croton spp.
	Chiquiste	Karwinkia calderonii
	Fruta redonda	Magnolia spp.
	Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum
	Higo	Ficus spp.
	Guácimo	Guazuma ulmifolia
	Jicaro	Crescentia alata
	Jocote	Spondias pupurea
	Madreado	Gliricidia sepium
	Mangle	Laguncularia racemosa?
	Mango	Mangifera indica
	Marañon	Anacardium occidentalee
	Nacascolo	Libidibia coriaria sch.
	Nance	Byrsonima crassifolia
	Naranja	Citrus spp.
	Palo blanco	Cybistax donell-smithii
	Pintadillo	Caesalpinea ceiostachys
Pependuce	Clethra macrophylla	
Pino roco	Pinus spp.	
Quebracho	Lysiloma seemannii	
Tamarindo	Tamarindus indica	
Tiquilote	Cordia dentata	
	<u>OTROS</u>	
	Cabuno	
	Chilillo	
	Chupamiel	
	Crucillo	
	Fruta amarilla	
	Irire	
	Matiar	
	Mongollano	
	Prieto	

continuación Cuadro 1.

PAIS	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Costa Rica	Aguacate	<i>Persea americana</i>
	Candelillo	<i>Cassia</i> spp.
	Cítricos, naranja	<i>Citrus</i> spp.
	Corteza	<i>Tabebuia chrysantha</i>
	Guaba	<i>Inga</i> spp.
	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
	Guitite	<i>Acnistus arborescens</i>
	Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
	Higuerón	<i>Ficus</i> spp.
	Jícara	<i>Crescentia alata</i>
	Jinocuabe	<i>Bursera simaruba</i>
	Jocote	<i>Spondias purpurea</i>
	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>
	Mango	<i>Mangifera indica</i>
	Manzana rosa	<i>Eugenia jambos</i>
	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>
	Poró	<i>Erythrina</i> spp.
	Quizarrá	<i>Nectandra</i> spp.
	Ratón	<i>Rapanea ferrugínea</i>
Zorrillo	<i>Roupala complicata</i>	

Contenido de proteína cruda, % en base seca

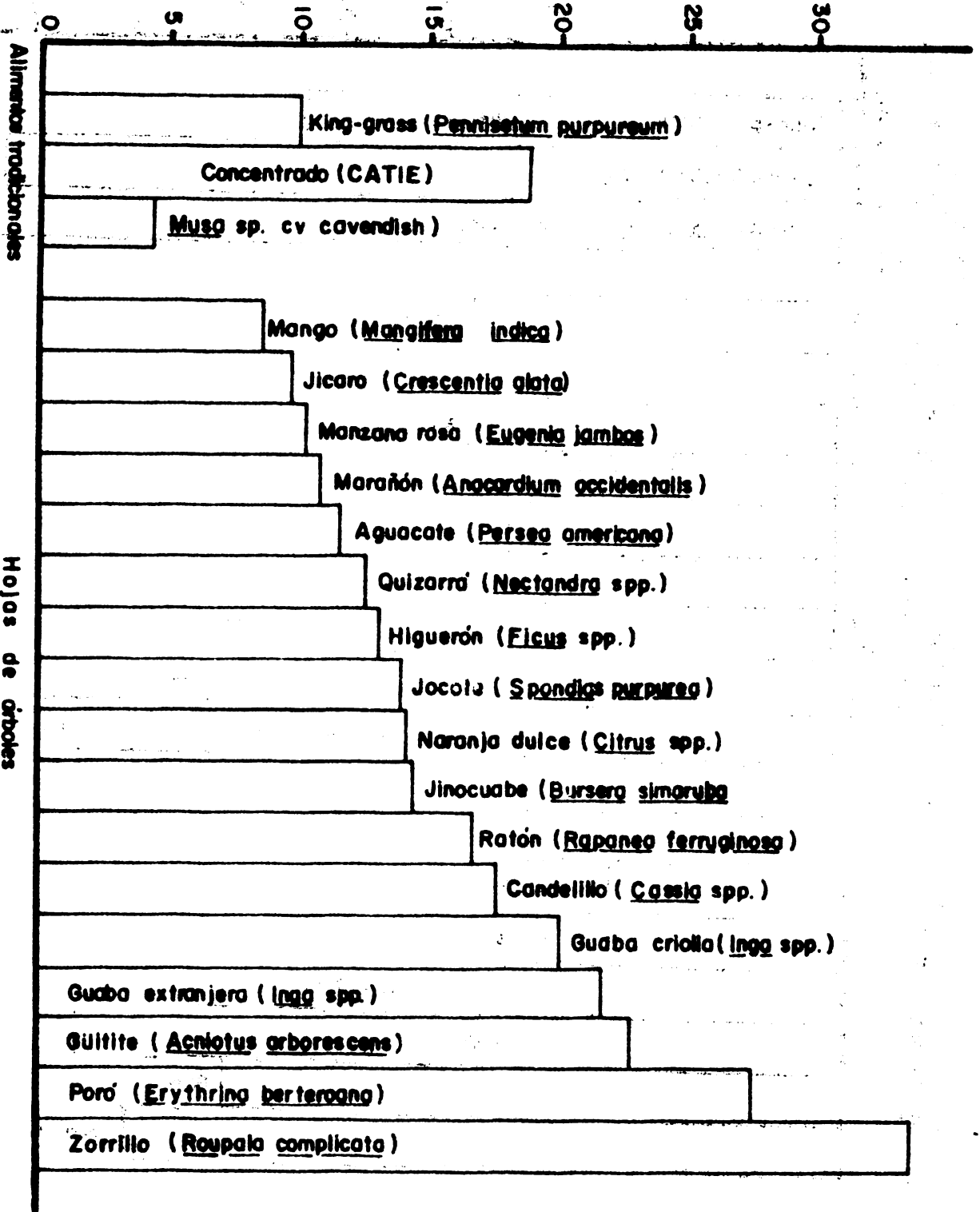


Fig. 1 Contenido en proteína de la hoja de diferentes especies arbóreas con follaje utilizado por los cabros en la zona de Puriscal, Costa Rica. (Benavides, J.E. y Heuvelink, J. CATIE, 1983. Resultados preliminares.)

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, %

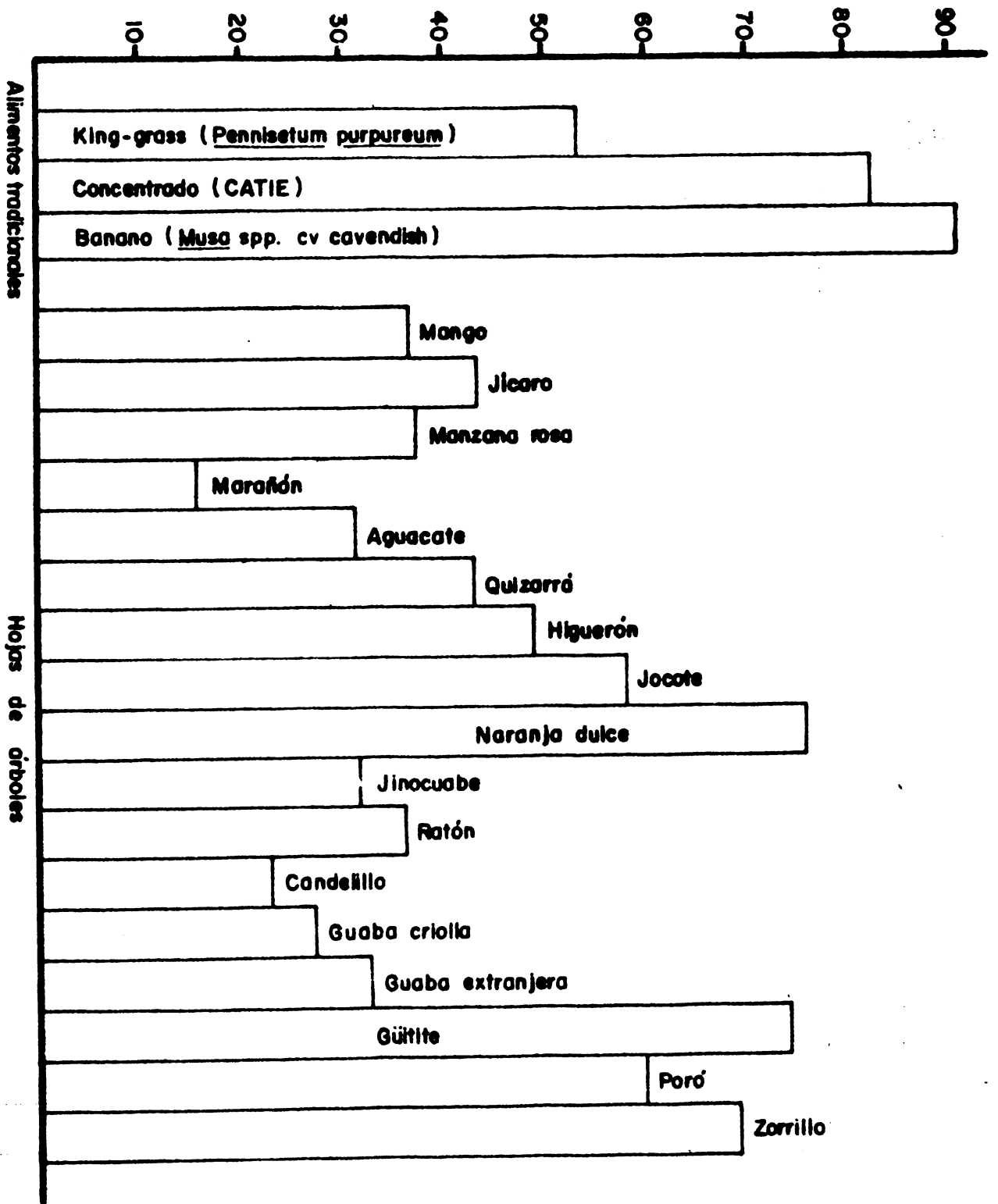


Fig. 2 Digestibilidad de la hoja de diferentes especies arbóreas con follaje utilizado para alimentar cabras en la zona de Puriscal, Costa Rica. (Benavides, J.E. y Heuvelink, J. CATIE, 1983. Resultados preliminares)

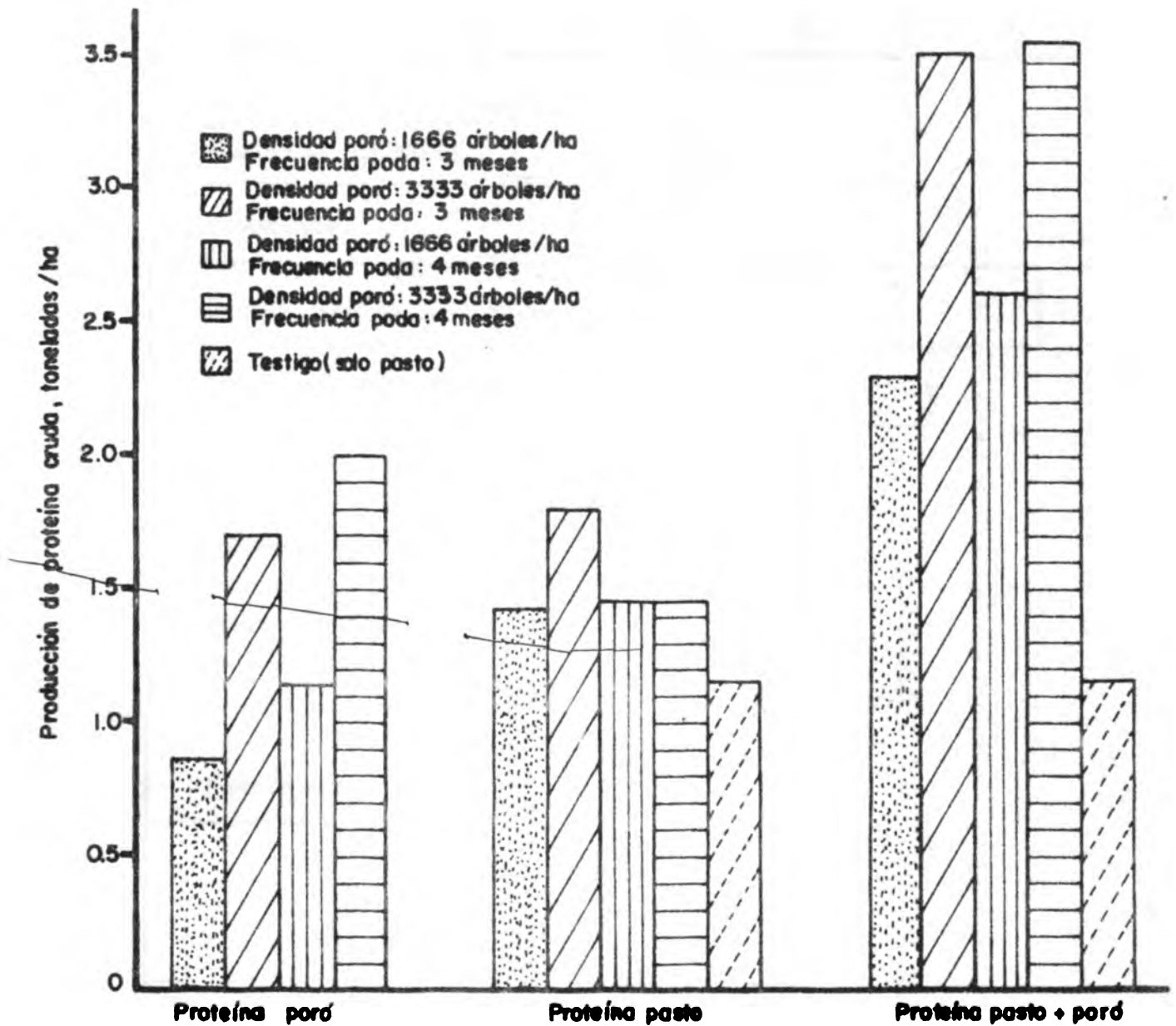


Fig. 9 Producción de proteína cruda de poró y king-grass sembrados en asocio, bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte del poró. (Datos extrapolados a un año a partir de 9 meses de información) (Benavides, J.E. y Borel, R. CATIE. 1983. Resultados preliminares)

Contenido de energía metabolizable. Mcal/kg de materia seca

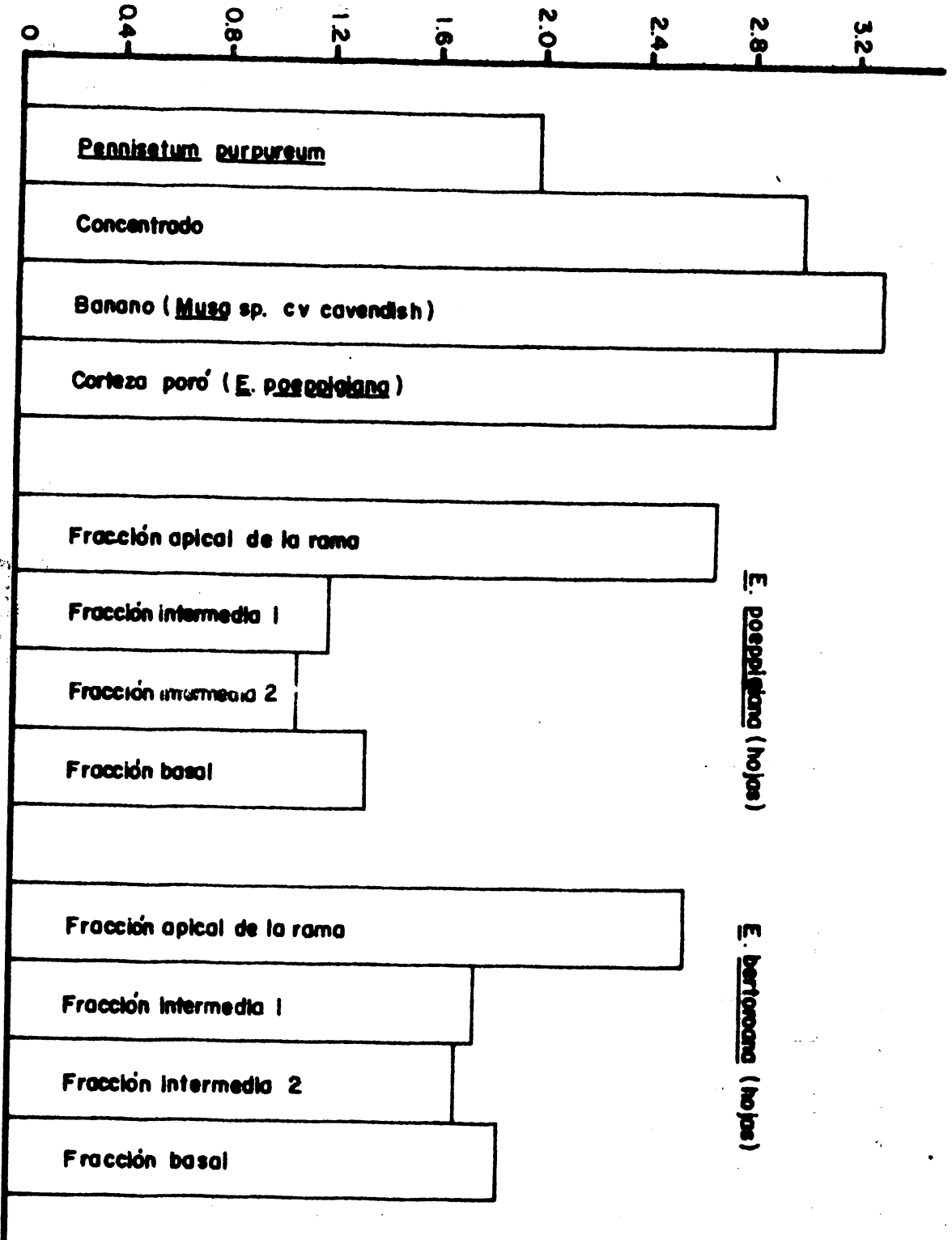


Fig. 4 Contenidos de energía metabolizable de hojas y corteza de dos especies de *Erythrina* y de tres fuentes de alimentación tradicionales (Benavides, J. E. y De La Fuente, B. CATIE, 1980)

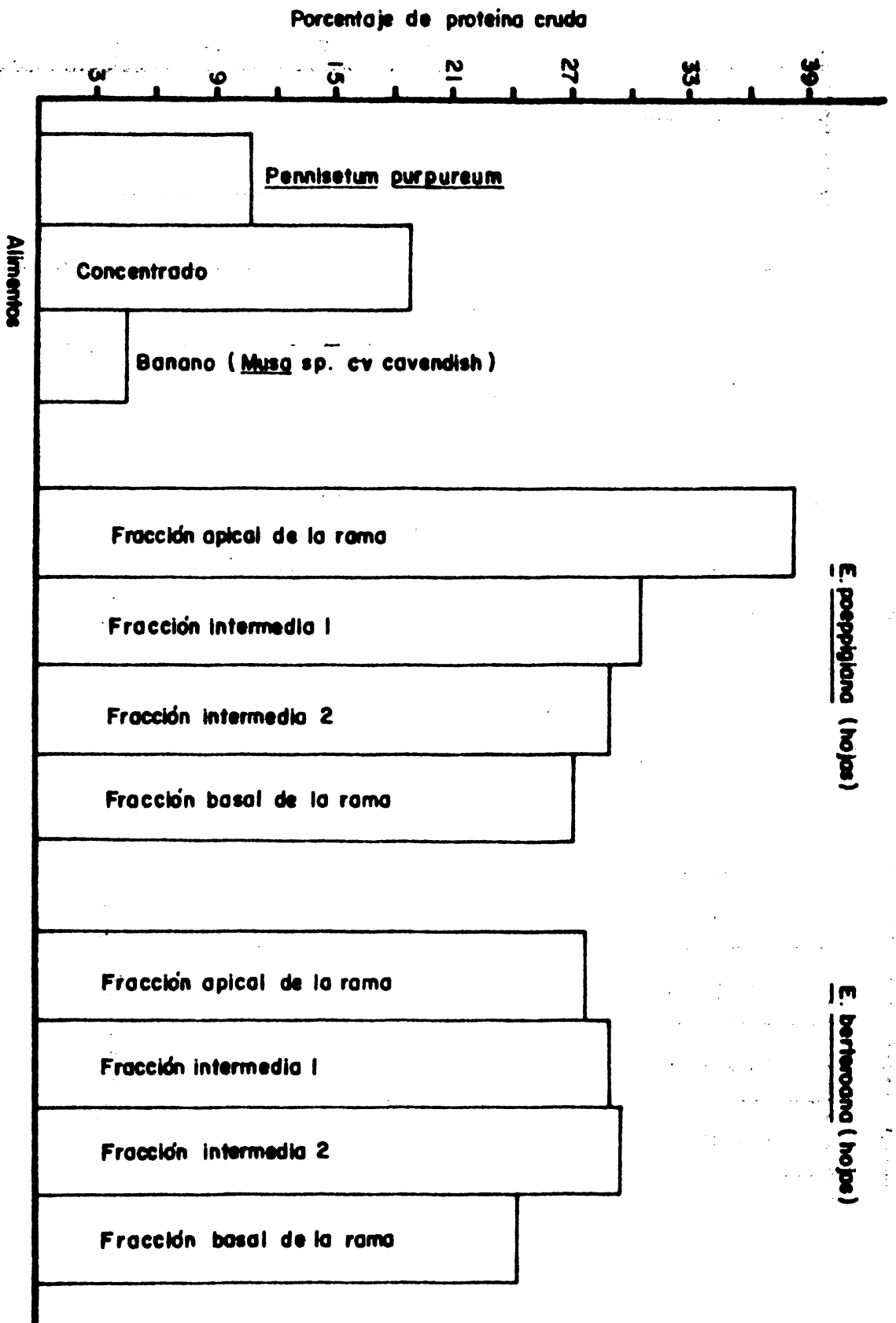


Fig. 3 Contenido de proteína cruda de hojas de dos especies de Erythrina y de tres fuentes de alimentación tradicionales. (Benavides, J.E. y De La Fuente, B. CATIE, 1980)

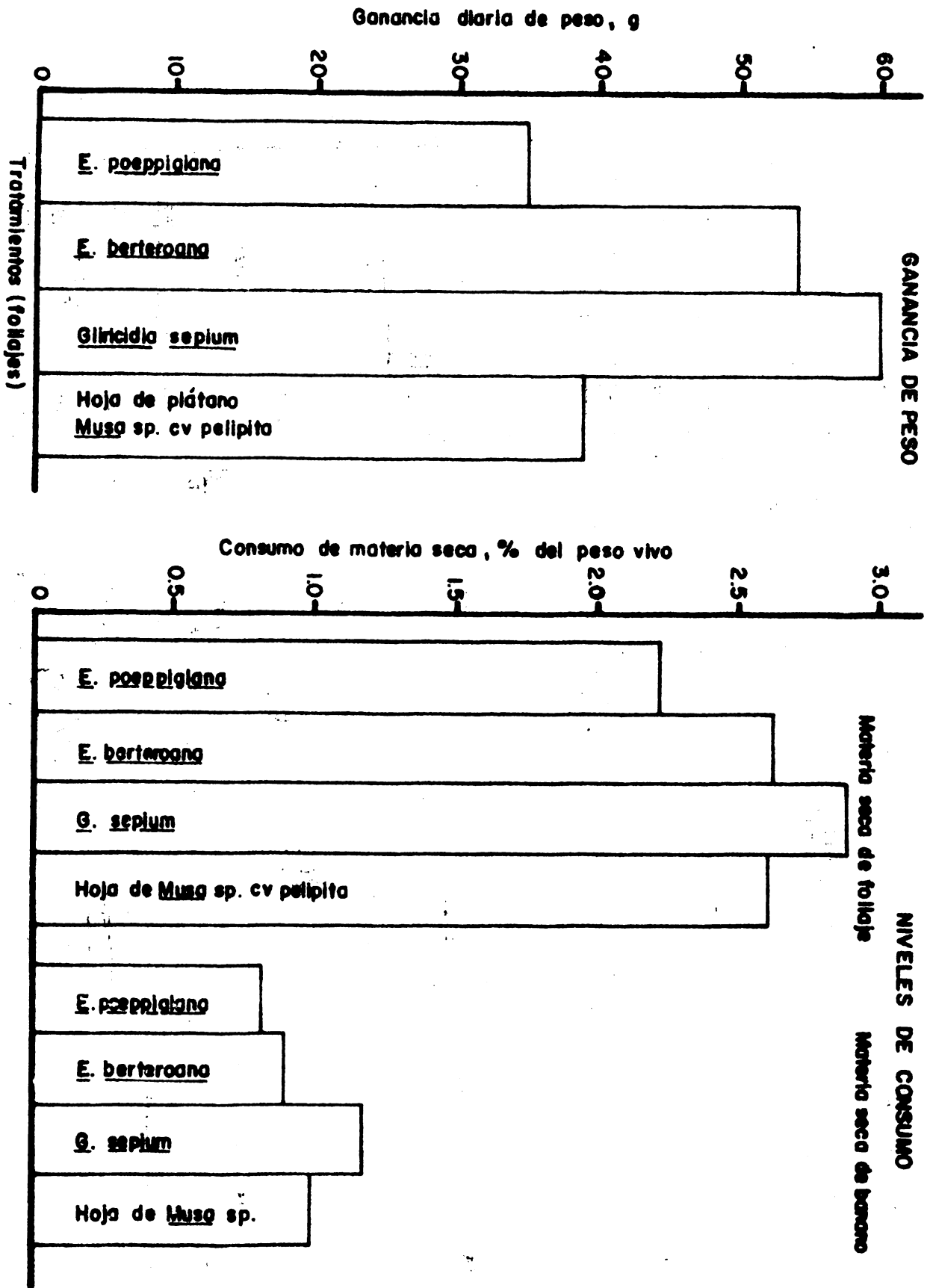


Fig. 5 Ganancia de peso y niveles de consumo en cobritos alimentados con diferentes tipos de árboles y suplementados con banano maduro (*Musa sp. cv. cavendish*) (Arguello, R.A., Benavides, J.E. y Escobar, M.A. CATIE, 1991)

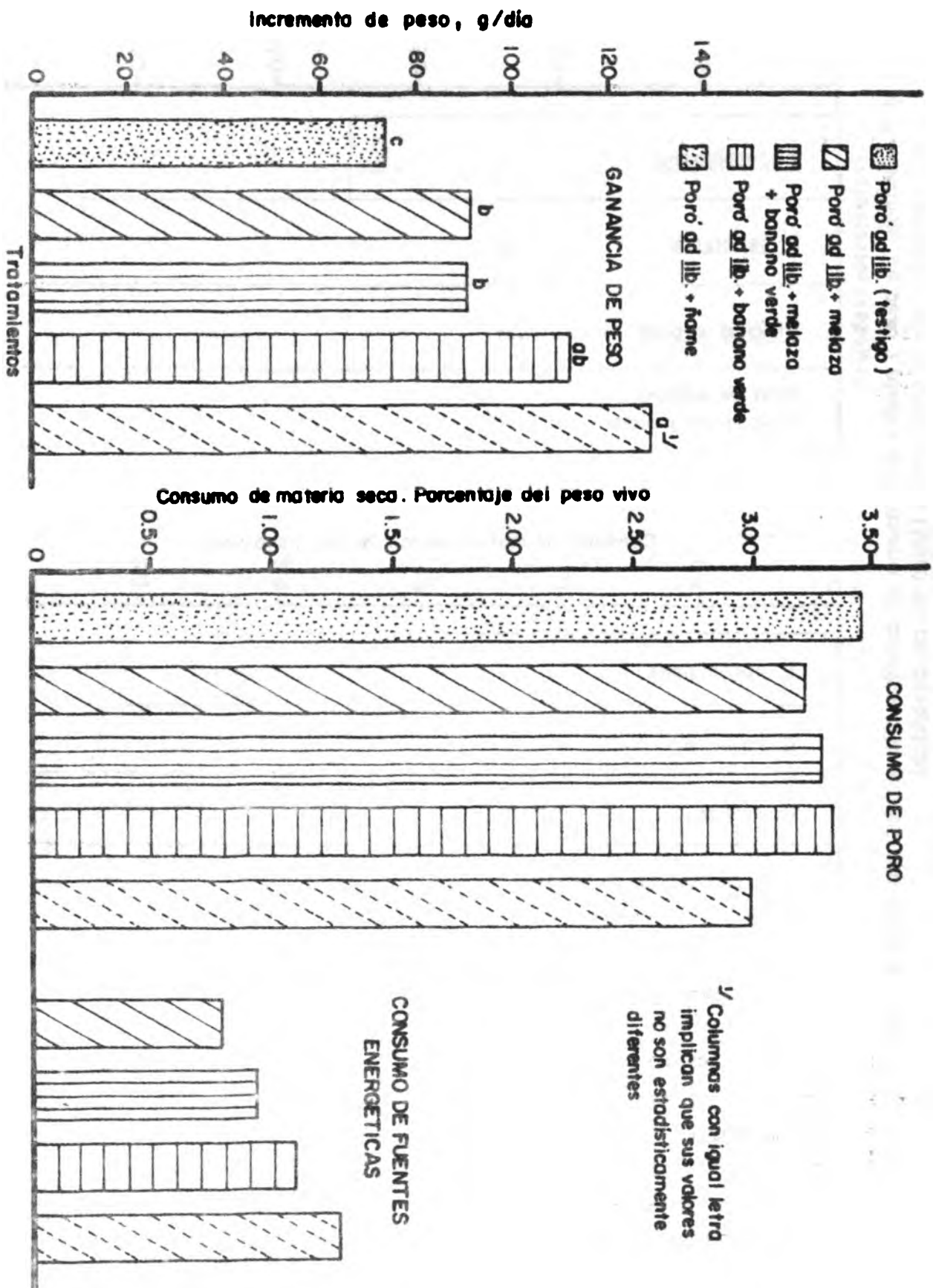


Fig. 6 Incrementos de peso y niveles de consumo de corderos alimentados con poro (E. porphyronum) y con diferentes fuentes de energía (Pezo, D., Benavides, J.E. y Escobar, M.A. CATIE. 1981)

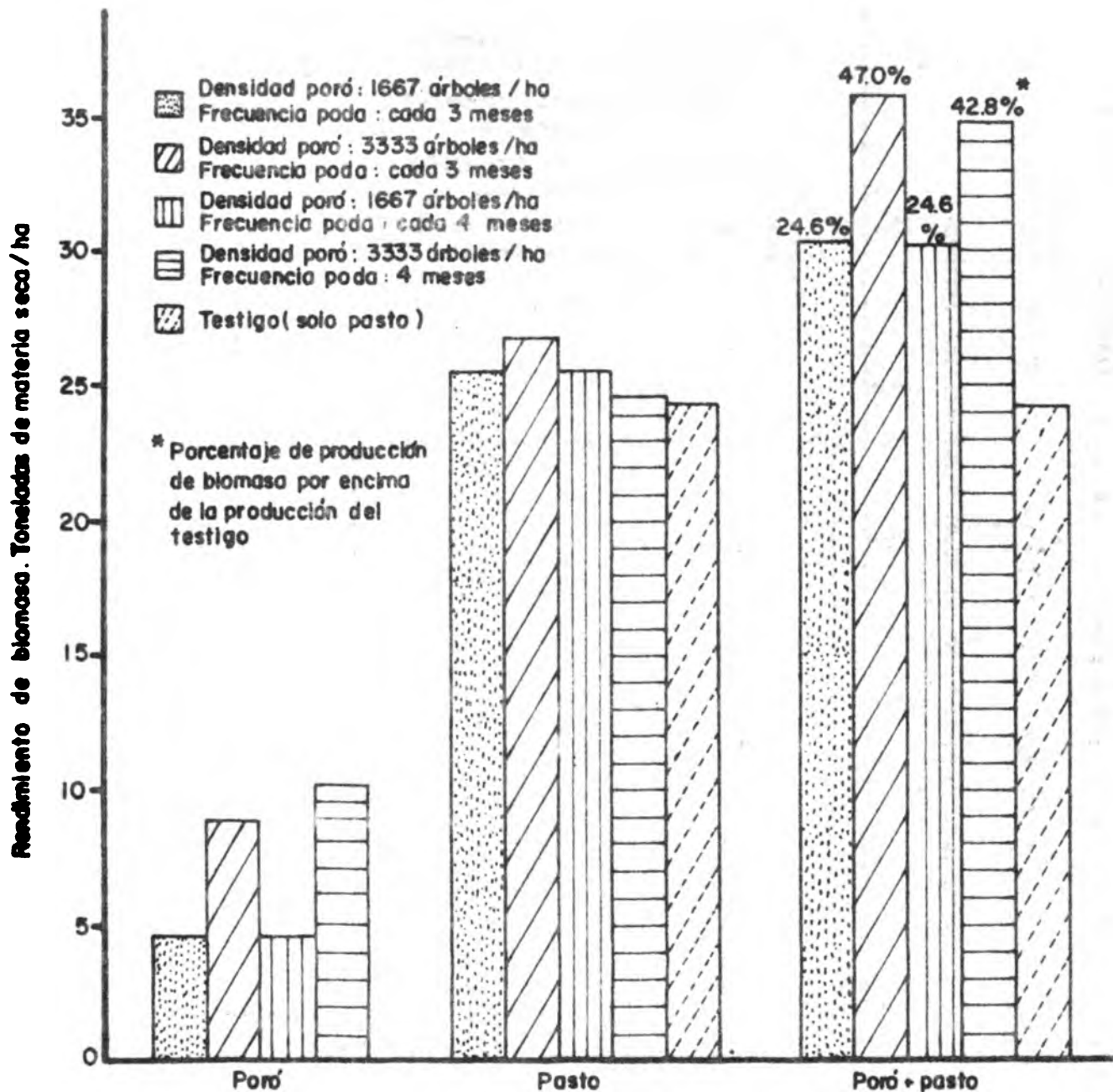


Fig. 7 Producción de biomasa de poró (*E. poeppigiana*) y king-grass (*P. purpureum*) en asocio por efecto de la densidad de siembra y la frecuencia de defoliación del poró. (Benavides, J. E. y Borel, R. CATIE, 1983. Datos extrapolados)

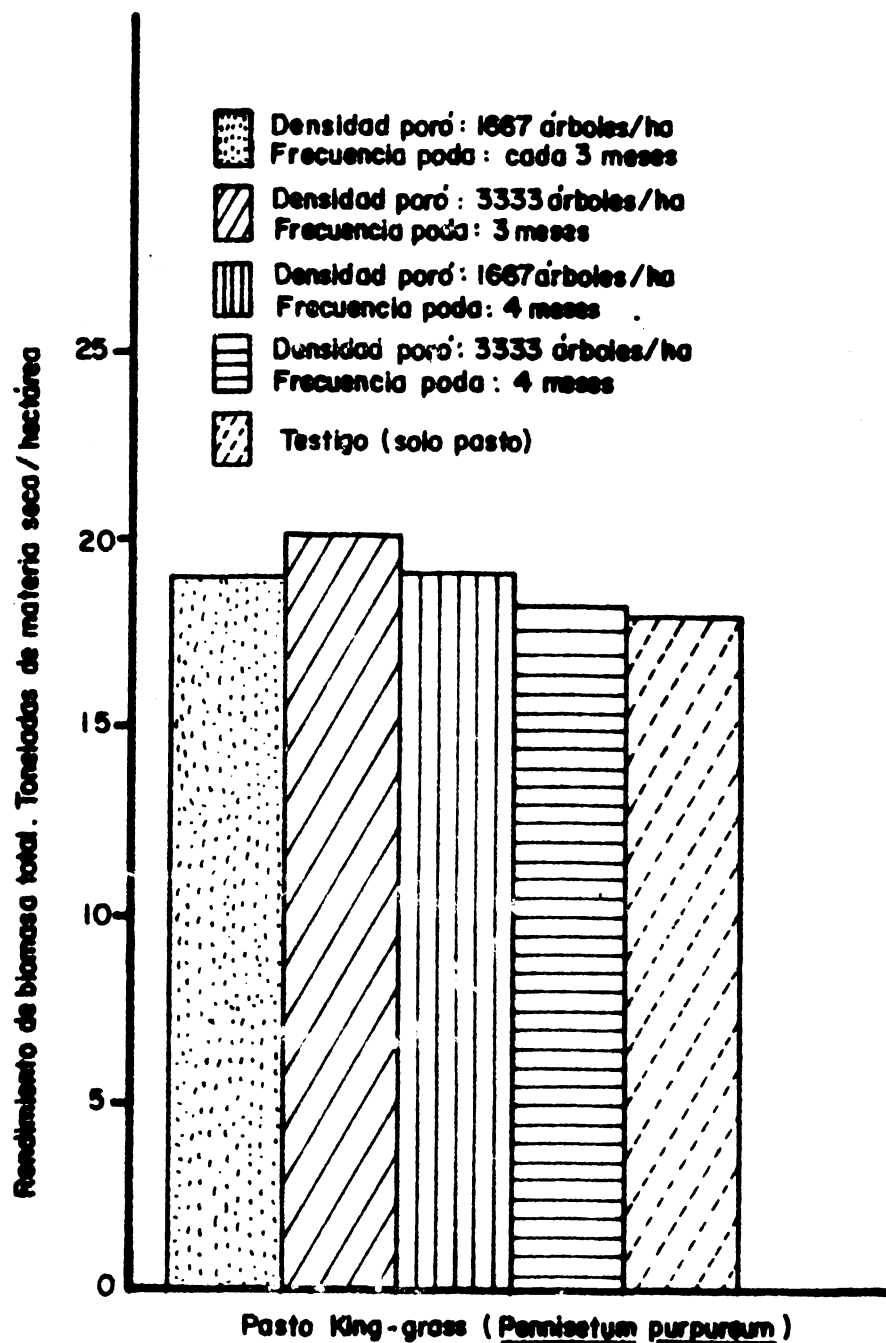


Fig. 8 Rendimiento de pasto King-grass (*P. purpureum*)
 por efecto de la densidad de siembra y frecuencia de
 poda del poró (*E. poeppigiana*)
 (Benavides, J.E. y Borel, R. CATIE, 1983. Datos
 sin publicar)

BRONSTEIN, G.E. * Los árboles en la producción de pastos. Revisión bibliográfica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 8 p. /25 refs./.

RESUMEN

Se define la asociación de árboles con pastos como sistema de producción, destacando su objetivo a largo plazo.

El sistema es descrito y diagramado en forma simplificada, en términos de flujos cualitativos entre sus componentes; sus entradas y sus salidas.

Se analiza la participación de los árboles sobre los factores que determinan la productividad del pasto: disponibilidad de luz, características del suelo y competencia, distinguiendo particularidades de las especies arbóreas seleccionadas.

Se discuten algunos argumentos útiles para evaluar la conveniencia de los sistemas silvopastoriles y para seleccionar los componentes y disposición más favorable.

SUMMARY

Trees in pasture production a literature review.

The association of trees with pastures is defined as a production system emphasizing long term objectives.

The system is described and diagrammed in a simple form with qualitative flows between components, inputs and outputs.

The effects of the tree on factors which determine pasture productivity such as radiation, soil properties and competition are analyzed pointing out particularities of those trees selected.

Various arguments are discussed pertaining to the evaluation, the selection of species and the arrangement of species within a silvopastoral system.

* Biólogo, estudiante graduado del Programa de Postgrado en Recursos Naturales Renovalbes UCR-CATIE.

CONTENIDO

	<u>pág.</u>
1. INTRODUCCION	1
2. EL SISTEMA SILVOPASTORIL	1
3. ANALISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	2
3.1 Intercepción de la radiación solar	2
3.2 La cobertura arbórea en relación a la fertilidad y estructura del suelo	4
3.3 Competencia entre árboles y pastos	5
3.4 Sombra para el ganado	6
4. CONCLUSIONES	6
5. BIBLIOGRAFIA	7

1. INTRODUCCION

La imagen de animales pastoreando en sistemas naturales como las praderas, estepas herbáceas o sabanas es bien conocida y parece muy apropiada para la finalidad de obtener proteína animal. En los bosques la situación es diferente; se procede a clarear o eliminar la masa forestal previamente, para estimular la producción de los recursos forrajeros. Una pregunta surge de inmediato; en qué medida es necesario eliminar la cubierta arbórea para obtener la máxima producción de forraje? Tal vez la pregunta misma deba ser formulada así: Cuál sería el arreglo de los componentes que redundaría en un sistema de producción sostenida más alta?

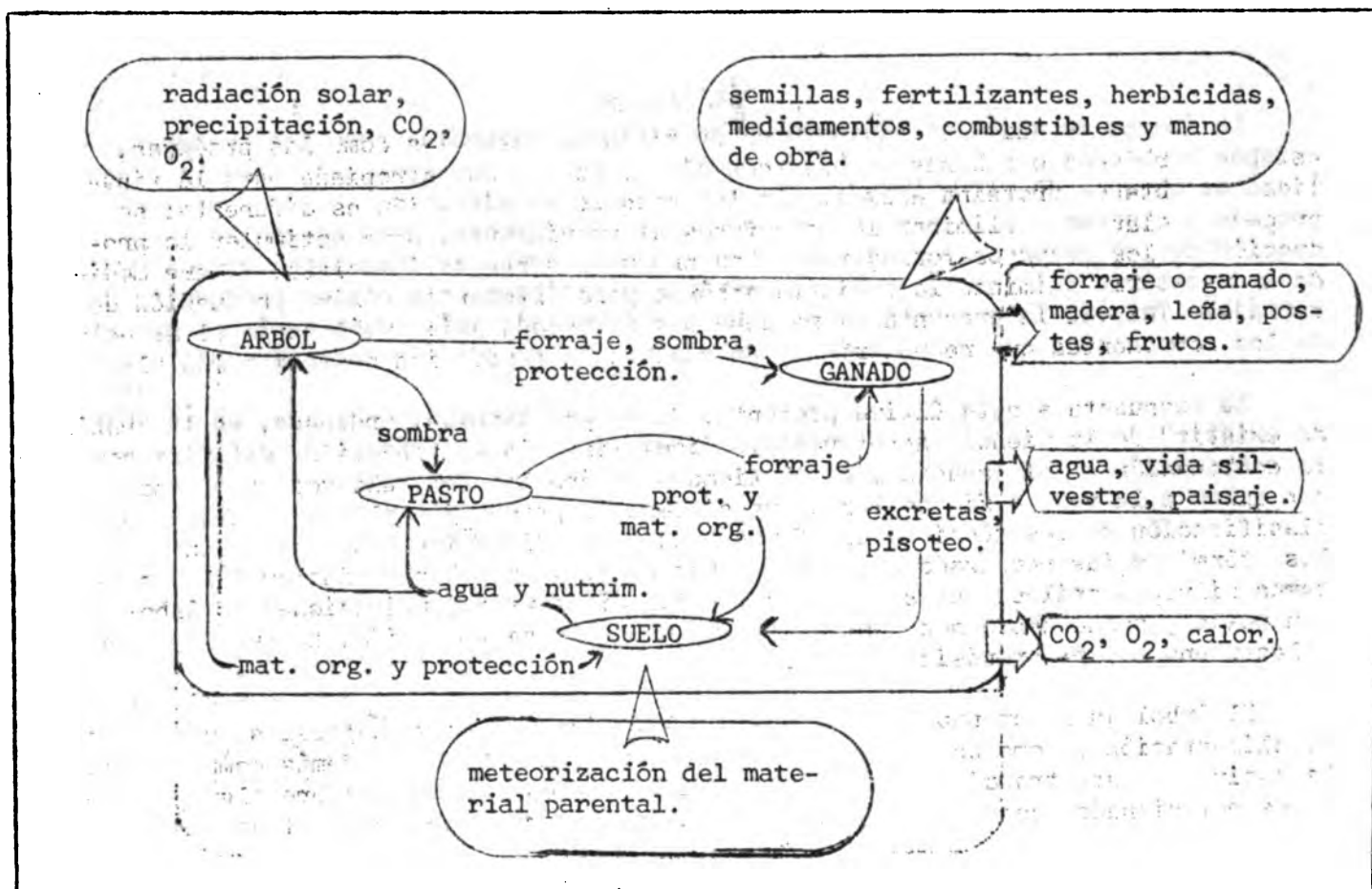
La respuesta a esta última pregunta, de manera técnica, ordenada, es la "razón de existir" de la Ciencia Agroforestal; disciplina aún en formación, definida como: la combinación en el espacio o en el tiempo, de árboles con cultivos, con ganado o con ambos a la vez, a fin de lograr un sistema de producción alto y estable. Una clasificación de las técnicas agroforestales y una discusión sobre el alcance de los términos fue realizado por Combe y Budowski, y en ellas se incluyen los sistemas silvopastoriles; estos tratan sobre las diferentes combinaciones de árboles con pastos, donde ambos son manejados para una cosecha sostenida, aunque pueda prevalecer uno u otro propósito (3, 6).

El árbol juega un papel importante en los sistemas silvopastoriles; como fuente de alimentación y como un factor que influye fuertemente en los demás componentes. Es motivo de este trabajo, el análisis de los efectos del árbol sobre algunos factores relacionados con la producción del pasto, y como sombra para el ganado.

2: EL SISTEMA SILVOPASTORIL

El diagrama de flujo de un sistema, permite una visión rápida y clara de sus entradas, sus salidas y de las relaciones entre sus componentes (12, 22). En la fig. 1, es representado un sistema silvopastoril simplificado, en el cual las entradas corresponden a ingresos naturales, tales como la radiación solar, precipitación, gases atmosféricos, material parental meteorizado, y a subsidios realizados por el productor agropecuario, en forma de fertilizantes, semillas, herbicidas, medicamentos, mano de obra y combustibles. Las salidas del sistema se refirieron a productos cosechables, expresados como forraje o su equivalente en ganado, madera, leña y frutos; gases atmosféricos y calor; servicios sociales (genera empleos); oferta ambiental para la vida silvestre, agua y paisaje.

Fig. 1 Diagrama de flujos simplificado, de un sistema silvopastoril



3. ANALISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Las interacciones de los componentes del sistema, desde la perspectiva del árbol, serán analizadas considerando la cobertura arbórea en la interceptación de la radiación solar; como sombra para las plantas del estrato bajo y para el ganado; en relación a la fertilidad, estructura y erosión del suelo y como competencia entre árboles y pastos.

3.1 Interceptación de la radiación solar

En los sistemas agroforestales, la producción total de biomasa es usualmente mayor que la encontrada en cultivos o pastos solos (4). Esto puede explicarse dado que se captura una mayor cantidad de recursos y de energía solar, por un mejor aprovechamiento del espacio vertical, y por una menor reflexión de la radiación fotosintéticamente activa (3, 14). A medida que aumenta el Índice de Área foliar (IAF=sup. foliar/sup. del suelo), incrementa la actividad fotosintética y también la respiratoria, habiéndose encontrado máximos de eficiencia en la producción neta, con IAF próximos a 4. En bosques densos, se alcanzan IAF superiores a 8 (19). No obstante, las plantas que se desarrollan bajo los árboles disponen de menores cantidades

de luz y a veces no satisfacen sus necesidades para una óptima producción. Esto difiere según las especies; las carbono 4 (C_4), tipo metabólico al que pertenecen muchas gramíneas, necesitan mayores cantidades de luz, o, dicho de otro modo, alcanzan su máxima producción con altos niveles de intensidad (14, 17, 25). Así por ej. el maíz se aproxima a su máxima producción con intensidades de 100 cal/cm²/hora, mientras que las hierbas del sotobosque, especies C_3 , la alcanzan con 20 cal/cm²/hora (19).

La magnitud del sombreado depende de la cantidad de árboles por unidad de superficie, el diámetro de las copas y su frondosidad. Daccarett y Blydenstein (7) midieron la intercepción de luz mediante fotómetro, colocado a 2,5 del tronco de árboles de diferente arquitectura, en plantaciones de igual densidad (aprox 60 arb/ha). Midieron la producción de los pastos y encontraron valores más bajos cuando la intercepción de luz fue alta, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas (cuadro 1). Gatherum (11), también encontró que la producción de forraje disminuía con el aumento de la cobertura arbórea, y que el descenso era más notable cuando se superaba el 50% de cobertura.

Cuadro 1. Intercepción de luz y producción de pastos bajo sombra de diferentes especies arbóreas.

Especie arbórea	Diámetro de la copa (m)	Cobertura arbórea (%)	Intercepción de luz (%)	Prod. MS g/m ²	Prot (%)	Fibra (%)
<u>Erythrina poeppigiana</u> (Poró)	10.4	51.0	56.0	639	8.37	29.2
<u>Glinicidia sepium</u> (Madero negro)	6.1	17.5	34.4	639	6.54	29.7
<u>Pithecolobium saman</u> (Samán)	5.1	12.2	18.8	720	6.73	29.0
<u>Cordia alliodora</u> (Laurel)	3.4	5.4	6.1	752	6.17	29.9
Testigo	-	0.0	0.0	750	6.00	31.9

Adaptado de Daccarett y Blydenstein (7).

La sombra de los árboles es relacionada también con la calidad del forraje. Altas intensidades de radiación solar provocan un desmejoramiento de la calidad, disminuyendo el contenido de proteínas y aumentando el de fibra. Esto puede explicarse atendiendo que con altas intensidades de luz, la síntesis de proteínas se inhibe antes que la de hidratos de carbono (9, 19, 25). Eriksen y Whitney (10), trabajando con sombra artificial sobre 6 especies de pastos tropicales, muestran que en promedio

producción fue levemente mayor con 100% de luz, el % de nitrógeno aumentó con la intensidad del sombreado y el rendimiento en nitrógeno del forraje (MS x %N) fue mayor para un 70% de luz y luego para 45%, 100% y por último para 27%. Lowel et al. (15), también encontraron aumentos de proteína bajo sombra de árboles, trabajando con la gramínea Poa pratensis. Daccarett y Blydenstein (7) encontraron mayores porcentajes de proteína y menores de fibra en todas las pruebas bajo sombra, pero las diferencias con el testigo fueron más grandes cuando se hallaban bajo árboles leguminosos (cuadro 1).

Existen asimismo especies arbóreas no leguminosas que tienen la capacidad de fijar nitrógeno y mejorar el contenido en proteína de los pastos asociados (5). Según Venegas (24), pasturas de Pennisetum clandestinum desarrolladas bajo plantaciones de Alnus jorullensis* (Jaúl, aliso), tuvieron buen crecimiento y engordaron mejor a los termeros que aquellas no sombreadas. Los valores de proteína hallados fueron de 10% creciendo sin sombra, 15% bajo A. jorullensis de 2.5 años y 20% en otra plantación de 12 años. Además, el pastizal no sombreado desmejoró en los meses de verano, situación que no se presentó bajo los árboles. Esto sugiere que las mejoras en la calidad de los pastos, estarían relacionadas también con la fertilidad de los suelos, aspecto que se tratará a continuación.

3.2 La cobertura arbórea en relación a la fertilidad y estructura del suelo.

En los sistemas agroforestales una porción importante de la biomasa producida, especialmente la que procede de los árboles, se halla en circulación en el sistema sin ser exportada y contribuye de ese modo a mantener una buena provisión de materia orgánica al suelo (18, 19). Este aporte está constituido por partes del árbol que se desprenden periódicamente, tales como hojas, flores, frutos y ramas; cuando las raíces mueren, realizan un aporte directo de materia orgánica al suelo y con ella una diversidad de nutrimentos (3). Nair (18) recopila información de varios estudios realizados; a título de ejemplo, en un bosque virgen en Manaos, Brasil, se registró una producción de mantillo de 7.3 Tn/ha/año que aportó 106 kg/ha/año de nitrógeno, 2 de fósforo, 13 de potasio, 18 de calcio y 13 de magnesio y en Carare, Colombia, en una plantación forestal de 16 años, los valores respectivos fueron: 9.5 Tn/ha/año, de mantillo, 108 Kg/ha/año de N, 2 de P, 29 de K, 58 de Ca y 18 de Mg.

El abundante mantillo promueve la actividad de los macro y micro-organismos del suelo, los cuales favorecen la descomposición y mineralización de la materia orgánica (18, 19); asegura una provisión permanente de materia orgánica y reduce la pérdida de nutrimentos por erosión (3).

La exploración más profunda del subsuelo por las raíces de los árboles, recupera nutrimentos de esos niveles y los pone nuevamente a disposición en la superficie, mediante las hojas caídas naturalmente o por podas. Las raíces mejoran la estructura del suelo promoviendo la formación de agregados y rompiendo las capas endurecidas; cuando mueren, dejan canales que facilitan la aireación y la infiltración de agua (2, 3, 18).

*Alnus jorullensis = Alnus acuminata. Especie betulacea maderable fijadora de N, a través del hongo actinomiceto Frankia alnii.

Las especies que tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico confieren un mayor contenido de este elemento a sus tejidos, especialmente a sus hojas, que posteriormente llegarán al suelo en calidad de materia orgánica enriquecida (24). *Erythrina poeppigiana* puede aportar mediante podas semestrales, cantidades de biomasa del orden de 3000 a 5000 Kg/ha, de los cuales 30% o más corresponden a hojas, con un contenido de nitrógeno de 4.2 a 4.6% (4, 20). Los datos de suelo de los ensayos realizados por Daccarett y Blydenstein (7), muestran un mayor contenido de nitrógeno bajo los árboles leguminosos que bajo el laurel, especie no fijadora de nitrógeno, y el testigo; los valores respectivos para los primeros 20 cm. de profundidad, expresados en porcentaje de nitrógeno total, fueron 0.35%, 0.25% y 0.28%.

La conservación o mejora de la fertilidad del suelo es un beneficio para todas las plantas del sistema, y es importante que sea dirigido a las especies que constituirán los productos cosechables (12).

3.3 Competencia entre árboles y pastos

Los árboles pueden competir con los pastos por agua, nutrimentos, luz y espacio, y el efecto será mayor en la medida que sus requerimientos sean similares (19).

Debemos esperar una fuerte competencia por luz, si consideramos los elevados requerimientos de los pastos (17).

En lo referente a nutrimentos, un balance general muestra que los árboles aportan elementos que han rescatado de horizontes más profundos y los han depositado en la superficie, haciéndolos disponibles para los pastos (2, 18), y enriqueciéndolos aún en el caso de los fijadores de nitrógeno (7, 24). Esto no elimina la posibilidad de que algún elemento nutritivo sea almacenado en la madera de los árboles, reteniéndolos por un período relativamente largo, restando dinamismo al sistema y creando deficiencias para las otras especies o, como ocurre en los casos de aprovechamiento forestal, los árboles son exportados del sistema y con ellos tales nutrimentos (21). Las podas drásticas que se practican en el poró, promueven una recirculación rápida, evitando la formación de flores y frutos donde se almacenan muchos nutrimentos y se inmovilizan por algún tiempo (3).

La competencia por agua tal vez sea uno de los aspectos más controvertidos. Los árboles permiten una mayor infiltración y retención de agua al mejorar algunas propiedades físicas del suelo y reducen la evapotranspiración de las plantas del estrato bajo, como un resultado del sombreado (14, 18); pero ellos mismos consumen agua, y a veces en grandes cantidades. La competencia por agua podría estar disminuida cuando los árboles presentan un desarrollo radical profundo. La caída natural de las hojas y la poda, modifican los requerimientos y la disponibilidad de agua, luz y nutrimentos de los componentes del sistema. La adecuada selección de especies, época y frecuencia de las podas, puede ayudar eficazmente para atenuar la competencia o dirigirla convenientemente. A escala regional, la presencia del árbol se asocia a una mejor economía del agua, sea por su regularidad como por su calidad (1, 23).

La competencia por espacio es un factor altamente controlado en los sistemas silvopastoriles. Sin embargo, en ocasiones la agresividad de las especies leñosas ha demandado recursos adicionales para su control (20), y en otras ha llevado a la desaparición del tapiz forrajero (16).

3.4 Sombra para el ganado

Si el sistema silvopastoril en análisis incluye animales pastoreando, es oportuno realizar un comentario del efecto de la sombra sobre el ganado, aunque no es este el propósito central del trabajo.

Este efecto se relaciona con el balance térmico del animal. Cuando la temperatura ambiental es inferior a la del cuerpo, el forraje consumido es metabólicamente transformado en biomasa animal, al tiempo que se genera la energía necesaria para compensar las pérdidas de calor del cuerpo. Pero cuando la temperatura del ambiente se aproxima o supera la corporal, el calor metabólico generado debe eliminarse y representa un costo para el animal; la ingesta en este caso aumenta el desequilibrio térmico hasta inhibir el consumo de forraje, que conduce a la pérdida de peso corporal. Los mecanismos utilizados por los animales para la eliminación del calor difieren según las especies y la magnitud del desequilibrio. Las razas europeas de ganado vacuno, menos adaptadas al calor, utilizan el mecanismo de enfriamiento por ventilación y evaporación pulmonar; esto implica actividad muscular y por lo tanto, consumo de reservas y generación de calor. En las razas asiáticas se produce una disminución del metabolismo y de la actividad muscular; si bien es un mecanismo más eficiente, supone una disminución del apetito y un menor consumo de forraje (8).

La sombra de los árboles contribuye a regular la temperatura del ambiente y protege al animal del excesivo calentamiento por insolación directa, pero por otra parte, cuando es escasa o no está distribuida regularmente estimula al ganado a concentrarse bajo los árboles, compactando el suelo, afectando la cobertura herbácea y dando origen a focos de erosión (3).

4. CONCLUSIONES

El árbol es considerado un importante componente en sistemas silvopastoriles; aún en aquellos, donde los pastos constituyen el centro de atención, se relaciona al árbol con la conservación de la capacidad productiva, la diversificación de la cosecha y la protección al ganado; con una menor dependencia de productos escasos y/o costosos y con una mayor oferta ambiental y calidad del paisaje.

En lo relativo a la producción de pasto, se observa que la intercepción de luz tiene en algunos casos un efecto detrimental en la cantidad de forraje producido, que se suaviza o compensa con una mayor calidad; esto último, con una respuesta debida principalmente a la mejora de la fertilidad de los suelos, cuando los pastos fueron combinados con árboles fijadores de nitrógeno. La competencia por algunos recursos puede ser controlada o atenuada con una adecuada selección de las especies y del manejo de la sombra mediante podas.

El análisis realizado en el presente trabajo, no intenta realizar afirmaciones categóricas acerca de la conveniencia de los sistemas silvopastoriles sobre las praderas u otros sistemas sin árboles; ello requiere considerar otros aspectos que no han sido tratados aquí, intentando concentrar el análisis en aquellos que tienen una vinculación más estrecha con la producción del pasto, y que por lo tanto contribuye a la valorización del sistema.

5. BIBLIOGRAFIA

1. APOLO, B.W. Control de escorrentía y erosión mediante sistemas agrosilvopastoriles. In Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp. 190-192.
2. BLOM, P.S. Leucaena a promising versatile leguminous tree for the tropics. Abstracts on Tropical Agriculture 6(3):9-17. 1980.
3. BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Trad. del inglés por E. Somarriba. Turrialba, Costa Rica, 1981. 8 p.
4. _____. Quantification of current agroforestry practices and controlled research plots in Costa Rica. In ICRAF's consultative meeting on plant research and agroforestry. Nairobi, Kenia, 8 al 15 de abril, 1981. 24 p.
5. _____. Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos. Informe presentado a IDCR. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 29 p.
6. COMBE, J. y BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales; una revisión de literatura. In Taller de sistemas agroforestales en América Latina. Editado por G. de las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. pp. 17-48.
7. DACCARETT, M. y BLYDENSTEIN, J. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba (Costa Rica) 18(4): 405-408. 1968.
8. DE ALBA, J. Influencia del clima y de la calidad de los forrajes en su consumo. Turrialba (Costa Rica) 9(3):79-84. 1959.
9. DEVLIN, R.M. Fisiología vegetal. Trad. del inglés por Xavier Llioma Pagés. Barcelona, Omega, 1970. 614 p.
10. ERIKSEN, F.I. y WHITNEY, S.A. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. Agronomy Journal 73(3):427-433. 1981.
11. GATHERUM, G.E. An analytical approach to the management of forest land for beef cattle and timber production. Iowa State Journal of Science 34(4):565-574. 1960.
12. HART, R. Agroecosistemas; conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 24 p. (Serie materiales de enseñanza No. 1).
13. JAGOE, R.B. Beneficial effects of some leguminous shade on grassland in Malaya. Malaya Agricultural Journal 32(2):77-91. 1949.
14. LARCHER, W. Physiological plant ecology. Trad. del alemán por M. A. Biederman-Thurson. ed. rev. Berlín. Springer-Verlag. 1975. 252 p.
15. LOWELL, C. et al. Shade effects on chemical composition of herbage in the Black Hills. Journal of Range Management 18(4):184-190. 1965.

16. MORELLO, J.H. Modelo de relaciones entre pastizales y leñosas colonizadoras en el Chaco-Argentino (Plan Ecología, Difusión y Control del Vinal). *Idia* no. 276:31-52. 1972.
17. MOYSE, A. Les types métaboliques des plantes: C₄ et CAM; comparaison avec les plantes C₃. *Physiologie Végétale* 14(3):533-550. 1976.
18. NAIR, P.K.R. Some considerations on soil productivity under agroforestry land use systems. 12th International Congress of Soil Science. New Delhi, 1982. 15 p.
19. ODUM, E.P. *Ecología*. Trad. del inglés por C.G. Ottenwaelder. 3a. ed. México, Interamericana, 1972. 639 p.
20. RUSSO, R.O. Arboles con pasto; justificación y descripción de un caso en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 12 p.
21. _____. *Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales; revisión bibliográfica*. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. p.
22. SPEDDING, C.R.W. *Ecología de los sistemas agrícolas*. Trad. del inglés por J.M. Ibeas Delgado. ed. rev. Madrid, Blume, 1979. 320 p.
23. VALERIO, E. *Conservación del medio*. San José, UNED, 1979. 109 p.
24. VENEGAS, T.L. Resumen sobre algunos aspectos silviculturales del Alnus jorullensis H.B.K. III Foro de Corporaciones Forestales. Manizales, Colombia, 1971. 5 p.
25. ZELITCH, I. Photosynthesis and plant productivity. *Chemical and Engineering News*, N. York no. 57:18-28. 1979.

TECNICAS DE INVESTIGACION SOBRE PASTOREO EN
PLANTACIONES FORESTALES

C.B. Briscoe, Ph.D.*

1. Estudio de Caso

La base del juicio bueno es la experiencia;

La base de experiencia es el juicio malo.

Al establecer plantaciones de pino hondureño (Pinus caribaea var. hondurensis Barr. & Golf) sobre suelos arenosos y ancianos notamos que se establecieron muchas gramíneas nativas durante los dos primeros años. La compañía** tenía mucho ganado bovino ocupando áreas de sabana, y se nos ocurrió la idea de utilizar los pastos nativos para sustentar una parte del rebaño.

Como paso inicial se pesó y metió 100 animales en una plantación de pino con pastos nativos.

Después del primer mes, 13 de los 100 animales habían muerto y el peso promedio de los demás se redujo. Los mandé nuevamente a la sabana mientras estudiaba la situación un poco más detalladamente. Se encontró que:

1. Había varias plantas tóxicas.
2. El valor nutritivo y la palatabilidad de los zacates nativos era bajísimo.

Conclusiones:

1. Faltando nutrición adecuada, los animales estaban probando todas las alternativas, incluyendo las tóxicas.
2. Necesitábamos establecer pastos nutritivos y palatables y eliminar las especies nativas tóxicas.

La próxima etapa era sembrar tal pasto. Sembramos Coloniao (Panicum maximum cv. Coloniao) en una plantación nueva. Para mantener los costos al mínimo distribuimos la semilla desde aviones agrícolas.

* Jefe Programa Silvicultura, Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE

** Jari Florestal e Agropecuario, Monte Dourado, Pará, Brasil.

Resultó: Una siembra económica y muy buen pasto. Metimos 50 animales que se engordaron satisfactoriamente. La sobrevivencia del pino fue 15% debido a la competencia directa del zacate y los daños producidos por el ganado.

Conclusiones: Era necesario: a) limitar la competencia inicial del pasto y b) proteger los pinos de los animales.

La tercera prueba resultó bien y sirvió como modelo de la práctica subsecuente: plantar pino pegado en filas bien separadas; en nuestro caso, 2.25 x 4 metros. Sembrar el Coloniao a mano en dos filas, un metro entre sí y cada una a 1.5 m de distancia del pino. Así la competencia inicial fue muy poca, quedó un camino para los animales entre el zacate y los pinos, pero era suficiente zacate para regenerar el área completa después de dar oportunidad al pino de establecerse.

Resultados: Producción de madera reducida, aproximadamente 15%, producción de carne variando durante los primeros 6 años entre el 100% y el 60% de un pasto sin árboles, con un promedio de 85%. Costos de sembrar zacate y construir cercos casi igual a la reducción en costos de limpiar los pinos.

Conclusiones: 1. Producción de madera para pulpa y carne de alta calidad, con un rendimiento financiero por ha de 170% de cualquier operación sola.

2. El sistema tenía tres componentes principales: árboles, zacate, animales. Para funcionar bien es necesario considerar las necesidades e interacciones de todos los tres, no solamente en planear sino en la práctica.

Si agrupan el rebaño y lo forza a correr dentro de la plantación, se destruyen muchos arbolitos; hay que amansar las vacas --y los vaqueros.

Necesita pasto no demasiado vigoroso el primer año, pero que tolera sombra después.

Requiere árbol no muy palatable y que no produce sombra densa.

Vamos a considerar las características y necesidades de cada componente en más detalle.

2.1 Árboles. Cada árbol, como es bien conocido, necesita agua, luz, minerales y libertad física; en una palabra--espacio. Como indiqué previamente, Pino hondureño en zona de vida bosque húmedo - tropical, suelos profundos y pobres necesita aproximadamente 9 m^2 para mantener el vigor seis años y llegar a un diámetro (dap) de 20-25 cm. Eucalyptus deglupta y E. urophylla resultaron casi iguales, pero el zacate quedó mejor hasta los 7 años. E. torelliana cerró sus copas a los 2-3 años y Melina (Gmelina arborea) en 1-2 años dominó demasiado al zacate. En tales casos se puede aumentar el espaciamiento original, o hacer un raleo.

Todas las especies necesitan establecerse bien antes de quedar sujetas a la competencia. El Pino tolera bien el zacate collado después de 4-6 meses, pero necesita un año libre de zacates estoloníferos, bajo las condiciones investigadas. Los Eucaliptos parecen ser inicialmente más sensitivos, necesitan 50-100% más tiempo. Melina y Teca (Tectona grandis) son menos sensitivos que el pino, y en rodal cerrado dominan completamente al zacate.

Para todos los árboles, la cosecha --sea parcial o total-- ofrece bastante mejoramiento de las condiciones de luz para el zacate, pero la destrucción directa y la compactación del suelo normalmente la acompañan.

2.2 Forrajes

En cuanto a los dos tipos principales de forraje hay dos diferencias bien conocidas: a) las leguminosas tienen contenido más alto de proteína y b) la mayoría, en combinación con bacteria simbiótica, fijan nitrógeno gaseoso en forma asimilable por las plantas. Menos conocidos son los hechos de que hay zacates que también fijan nitrógeno, que no lo fijan todas las leguminosas y que la nutrición alta de éstos es solamente por un período breve; después de florecer, la diferencia en proteína del follaje de las gramíneas tiene menos importancia.

También, muchas leguminosas son menos palatables cuando están jóvenes, una ventaja desde el punto de vista de la sobrevivencia, pero reduce la contribución a la nutrición del ganado. En general requieren más minerales del suelo, especialmente fósforo, que los zacates y la mayoría de las más importantes exigen un pH menos ácido:

Dos problemas más son que muchas de las leguminosas son enredaderas y el vigor inicial es comúnmente menor que el de las gramíneas; es decir, si se les plantan intercaladas, es normal que el zacate predomine. Es obvio que una enredadera causa costos extras y/o daños a árboles cuando suben y se les enredan.

Nada de esto indica que se debe abandonar el uso de leguminosas. Lo que sí indica es que hay que considerar los suelos, el clima, el microambiente y el manejo al contemplar el seleccionar una leguminosa, igualmente como un zacate o un árbol. En la agricultura intensiva o mecanizada es normal arar, fertilizar, regar, cultivar, etc.; es decir, manipular el ambiente de conformidad con las necesidades de una sola especie o variedad. En el manejo silvopastoril, especialmente en plantaciones forestales, es rara la disponibilidad de tales inversiones.

2.2.1 Son dos los tipos morfológicos de zacates de importancia para nosotros.

1. Las especies macollas crecen con muchos tallos originarios de una cepa, y con suelo desnudo entre una cepa y otra; el pasto Guinea (Panicum maximum) es un ejemplo muy común. Se encuentra más en suelos secos o climas semi-áridos y áridos. Un pasto macollo ofrece menos protección de la erosión que un pasto estolonífero. La gran mayoría se reproducen por semillas sexuales.

2. Las especies estoloníferas forman una alfombra continua, avanzando en todas direcciones desde la punta inicial por medio de estolones subterráneos o por el pegamento de las raíces a los nudos de los tallos horizontales. El pasto alfombra (Axonopus compressus) es un ejemplo. Son más comunes en áreas húmedas, menos en semi-áridas y casi ausentes de los desiertos. Como se forma una alfombra continua, ofrece muy buena protección contra la erosión. Son muchas las variedades y cultivares que producen poco o nada de semilla sexual; se propagan vegetativamente.

Cada uno de esos tipos demuestra tres formas de desarrollo.

1. Pasto normal se puede considerar la mayoría, con un dosel de hojas de 20-60 cm de altura. Unos ejemplos son Pangola (Digitaria plectostachyus) y Millo verde (Panicum maximum var. trichoglume). Tienden a ser buenos para el pastoreo, pero es común que sufran seriamente bajo sobrepastoreo. Normalmente ofrecen muy buena protección al suelo si no hay movimientos en masa.

2. Las gramas pueden formar un "dosel" a 5-15 mm o menos; Kikuyu (Pennisetum clandestinum) y Quicuya amazónica (Brachiaria humidicola) son ejemplos. Los ovinos pueden sobrepastorear, pero es difícil forzar el ganado grande a sobrepastoreo serio. Lo que si se encuentra es una capa vegetativa tan delgada que el pisoteo la daña mucho y permite la erosión. Bien ordenado el uso, ofrece buena protección al suelo.

3. Los zacates altos como Elefante (Pennisetum purpureum) y Antilope (Echinochloa pyramidalis) alcanzan a dos metros o más y comúnmente se llaman pastos de corte, conformando al manejo más indicado. En general tienen la capacidad de producción más alta por ha/año que las formas más cortas. La palatabilidad y digestibilidad se reducen para obtener la biomasa máxima, pero resultan satisfactorios y con producción muy alta. Algunas personas lo usan para pastoreo pero normalmente esto reduce la producción bastante y tiende a eliminar tales especies. La protección del suelo es menos completa que por las otras dos formas.
 Unos zacates que constituyen plagas son de esta forma, como Paja blanca (Saccharum spontaneum) e Imperata (Imperata cylindricum). Los bambú ocupan una posición especial y no los trato aquí.

2.2.2 Las leguminosas presentan una variedad tremenda, de las que mencionaré solamente cinco.

1. Los árboles pueden ser gigantes que exceden 3m dap por 50m de altura, como Angelim (Dinizia excelsa) hasta pequeños como Leucaena (Leucaena leucocephala), muy popular al momento para plantaciones de forraje, leña, pulpa y conservación.

Como árboles están discutidos en la sección 2.1 no lo repito aquí.

2. Los arbustos son más accesibles como forraje y son más importantes en zonas áridas; un ejemplo es Calliandra calothyrsus.

3. Las erectas son más o menos un arbusto pequeño, frecuentemente anual. Puede ser muy valioso productor de forraje, pero difícil de mantener en la pastura; Stylosanthes guinensis es un ejemplo. Existen pocas experiencias en plantaciones.

4. Las enredaderas son bastante comunes; suben y enredan erectas, arbustos y árboles, matándolos o deformándolos. Pueden ser muy productivas en pasturas, pero no se prestan para plantaciones forestales. Un ejemplo introducido es el Kudzu tropical (Pueraria phaseoloides).

5. Las postradas se combinan muy bien con árboles pero no tan bien con pastos vigorosos que tiendan a dominarlas. Hace mucha falta realizar las investigaciones necesarias para llegar a utilizarlas con toda eficiencia. Ejemplo son Desmodium ovalifolium y Stylosanthes hamata.

Un aspecto más de las forrajeras que amerita enfatizarse es la posibilidad, mejor dicho las posibilidades, de conservar material extra de la estación lluviosa para usar durante la sequía. Los métodos son bien conocidos y algunos pocos están comenzando a adoptarlos. Se puede mencionar el heno, el ensilaje, los pellets (bolitas secas) y follaje verde de los árboles. Todas se prestan bien para el manejo silvopastoril, pero no conozco ni un ejemplo en plantaciones forestales.

2.3 Ganado

La utilización de los varios animales domésticos ofrece muchas oportunidades en plantaciones, cada una con sus limitaciones según las características del animal.

Los suínos (Sus scrofa) arraigan el suelo y estirpan árboles pequeños con raíces altas en almidón. Aparte de esto, combinan bien con árboles maduros que producen frutas y nueces, como Quercus, Pinus y Araucaria spp.

Los ovinos (Ovis aries) prefieren zacates y hierbas suculentas a los arbolitos. El peligro es que si falta la comida preferida se comen casi cualquier cosa y con sus labios estrechos pueden destruir las gramíneas y descascarar árboles pequeños y medianos.

El más peligroso y más difícil de manejar bien son los caprinos (Capras hircus). Prefieren follaje a zacates e incluye la mayoría de los árboles en su dieta. Se dice que si construye un cerco alto para un caballo, fuerte para un toro e impenetrable para un cerdo -- una cabra lo pasa aún.

De los camélidos, no tengo información.

Los bubalinos (Bubalus bubalis) comen plantas que la cabra no acepta, y son más fuertes que bovinos. Hay posibilidades de usarlos para limpiezas en plantaciones maduras.

Los bovinos (Bos taurus, B. indicus) se prestan muy bien para plantaciones con cobertura de zacates palatables, especialmente cuando la copa excede 1.5 m de altura.

Hay ciertas precauciones necesarias. Unas especies, como Melina, tienen cáscara muy palatables y las destruyen los bovinos. A los toros les gusta rozar la cabeza contra los troncos, que puede ser muy dañino al árbol. También muchos animales han aprendido a montar árboles jóvenes para bajar la copa y comerla. Infelizmente lo aprende uno del otro, y si tiene un solo animal que lo sabe, es necesario meter el rebaño en plantaciones solamente de 10-15 cm dap para arriba.

Tomando las precauciones necesarias, cientos de miles de km², soportan bosques y ganado con éxito.

3. Diseño de investigaciones. Los principios fundamentales de investigar el pastoreo en plantaciones son los mismos de cualquier tipo de investigación.

1. Tener un objetivo específico y convertirlo en pregunta precisa que la investigación pueda resolver. La forma normalmente más fácil a resolver es una declaración nula: meter terneras cebú de 6 a 18 meses de edad, 2 por ha, en una plantación de Pinus caribaea hondurensis/Brachiaria humidicola, los dos de tres años, en suelos de franco arenoso, no afecta el crecimiento comercial de madera. La falta más común, me parece, es no definir claramente la población que se trata: ¿una especie, una raza, una procedencia, un árbol porta grano? ¿Una finca, una municipalidad, un país, una zona de vida, el mundo?

2. Aleatorizar (poner al azar) las parcelas dentro de un bloque, o ponerlos en orden ascendente cuando los tratamientos a) cambian en pasos pequeños y b) tienen efectos acumulativos.

3. Repetir a) categorías (especies, procedencias, Si/No): mínimo de cuatro repeticiones y mínimo de dos repeticiones por local o sitio (3 locales, mínimo de seis repeticiones); b) factor numérico para análisis de regresión: mínimo

de 4 niveles y ocho valores (4 niveles x 2 repeticiones ó 8 niveles x 1 repetición) y un máximo normal de 36 valores bien distribuidos para una relación sin interacción.

4. Simplificar: estudios de largo y mediano plazo (5 años o más) no deben incluir más de un tipo de interacción.


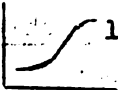
5. Bloques: mantengan un bloque tan uniforme como sea posible, aunque se permite bastante diferencia entre bloques.

- a. sin variación visible
- b. curva de nivel en pendientes
- c. cuadrangular en llanos
- d. parcelas pequeñas

6. Tamaño de parcelas; pequeño es:

- a. más eficiente estadísticamente/área total
- b. menos costo/parcela y por ensayo si no incluye costos de los bordes
- c. más alto el % de bordes, si son necesarios los bordes
- d. lo más importante que la medida individual sea exacta y correcta
- e. mejor visibilidad

7. Rango: para definir una relación, es esencial exceder el rango óptimo

a)  no demuestra nada; b)  la mayoría de relaciones biológicas son curvilíneas.

8. Forma: a) borde mínimo de circular < cuadrangular < rectangular < irregular < linear; b) rectangular (incluyendo cuadrangular) normalmente más exacto que circular > irregular. Excepción: un hombre solo más exacto en la práctica con circulares > angosta > otros.

- 9. a) ANVAR bueno $T > 1.2 T_2$
- b) para reducir ES 50%, usa 4N

10. Reglas absolutas e invariables

- a) Haga un análisis estadístico cuando es necesario o deseable; el diseño de todo (100%) de investigaciones permite un análisis formal.
- b) Cualquier muestreo representa el universo del que se retiró las muestras, solamente.
- c) Las hipótesis ex post facto puede averiguarse solamente con un universo nuevo, o muestreo nuevo.

ESQUEMA DE TRABAJO PARA LA CUANTIFICACION Y EVALUACION DE
DE ASOCIACIONES PASTO/GANADO/GUAYABA (Psidium guajava)

Eduardo Somarriba

1. Introducción

Una premisa básica en la investigación de técnicas agroforestales tradicionales es la posibilidad de diseñar sistemas mejorados que diversifiquen y eleven la producción económica, reduzcan el riesgo de producción y aseguren el rendimiento sostenido. Desafortunadamente, estos objetivos del investigador rara vez coinciden con los objetivos del productor, para quien el rendimiento sostenido es un concepto secundario a sus necesidades de subsistencia. Esto no resta decir que los objetivos de producción varían dependiendo del tamaño de la finca, del nivel económico y tecnológico del propietario, de la zona ecológica, etc. (5) y que siempre es posible encontrar traslapes entre los objetivos de investigación y producción.

Asumiendo una paridad de objetivos, el trabajo de investigación debe orientarse hacia la identificación, cuantificación y optimización (o minimización) de las variables de producción y de costos de un sistema de uso de la tierra. Este trabajo es parte de una serie de investigaciones sobre la ecología de las asociaciones pasto-guayaba (Psidium guajava L.) cuyo objetivo final es el diseño de un sistema silvo-pastoril optimizado. Debido al estado de las investigaciones de campo en este documento sólo se presentan los conceptos básicos de trabajo y dos ejemplos documentados sobre la producción de leña y dispersión y consumo de frutas en una finca ganadera de La Suiza, Turrialba, Costa Rica.

2. Funciones de competencia, funciones complementarias y optimización

La producción simultánea en tiempo y espacio de dos o más productos en un sistema cualquiera de uso de la tierra debe analizarse estudiando las interacciones entre los componentes de producción (3). En la mayoría de los casos la interacción es de signo negativo (competencia) y su efecto se traduce en la reducción del nivel de producción de uno de los componentes a expensas del aumento en la producción de los otros. Si todos los componentes son susceptibles de representación económica y se expresan en términos de las mismas variables, es posible encontrar uno ó más puntos en los que la reducción del ingreso de un producto se compensa con el ingreso por el aumento de los otros. En este caso contamos con una serie de funciones $f(x_1)$, $f(x_2)$, etc. para las cuales existen uno o más sitios de intersección (considerados como los puntos de equilibrio del sistema) que se obtienen resolviendo la igualdad $f(x_1) = F(x_2) \dots = f(x_n)$. Estos conceptos han sido utilizados ampliamente en los análisis clásicos de costo/beneficio (3, 4) y su incorporación en proyectos silvo-pastoriles ha sido discutida por Cortes Salas (2). En la mayoría de los casos estos métodos de análisis han sido aplicados en plantaciones forestales con pastoreo y no en asociaciones con árboles simultáneamente forrajeros y madereros (9). Una situación semejante se presentaría en el caso que los componentes de

producción son del mismo signo (mutualismo) de modo que la producción de uno con respecto a los otros puede ser independiente o beneficiosa. La diferencia entre estos componentes es el tamaño de su producción, costos de producción, valor, etc. de modo que las funciones que los describen tienen diferentes formas, pendientes o interceptos. El sistema de funciones se resuelve de igual manera. Una representación gráfica de las funciones inversas y funciones complementarias se presenta en la Fig. 1.

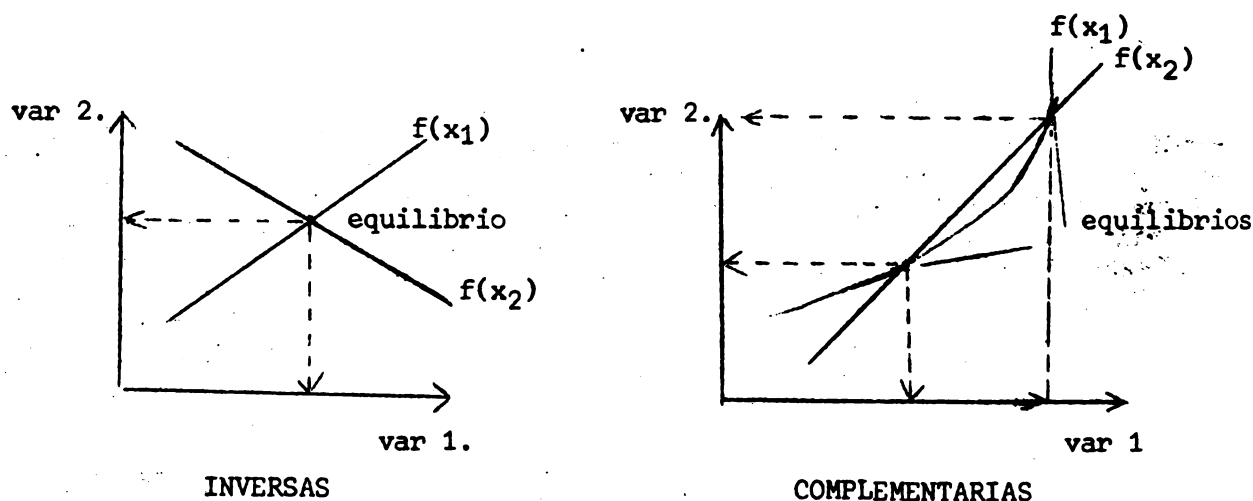


Fig. 1. Esquema hipotético de dos tipos de funciones de producción presentes en una asociación silvo-pastoril.

Se hipotetiza que ambos tipos de funciones existen en el caso de las asociaciones pasto-guayaba y que pueden calcularse sus puntos de equilibrio. Estos puntos representan los niveles en que deben permanecer todos los componentes de la asociación para optimizar la producción total del sistema.

3. Identificación de variables

El paso inicial para diseñar las asociaciones pasto/ganado/guayaba con producción óptima, es la identificación, priorización y cuantificación de las variables y funciones que deben priorizarse, utilizando un sistema jerárquico con varios niveles de integración y optimización.

Se puede pensar en un conjunto de variables de orden n_k que se priorizan y optimizan para producir un subconjunto de variables de orden n_{k-1} nuevamente susceptibles de priorización y optimización. El proceso puede repetirse hasta llegar a un nivel apropiado para los propósitos del investigador. Se hipotetiza que este tipo de ordenamiento existe en las asociaciones silvo-pastoriles y que el nivel inicial de integración está compuesto de variables primarias de carácter biológico, susceptibles de optimización (p.e. minimizar competencia por luz entre pasto y árboles, optimizar la producción de leña y frutas por parte de los árboles, etc.). Las variables primarias optimizadas deben producir variables secundarias susceptibles de representación económica con las cuales se pueden estudiar las condiciones de equilibrio de la asociación. Una representación esquemática del proceso de integración se presenta en la Fig. 2.

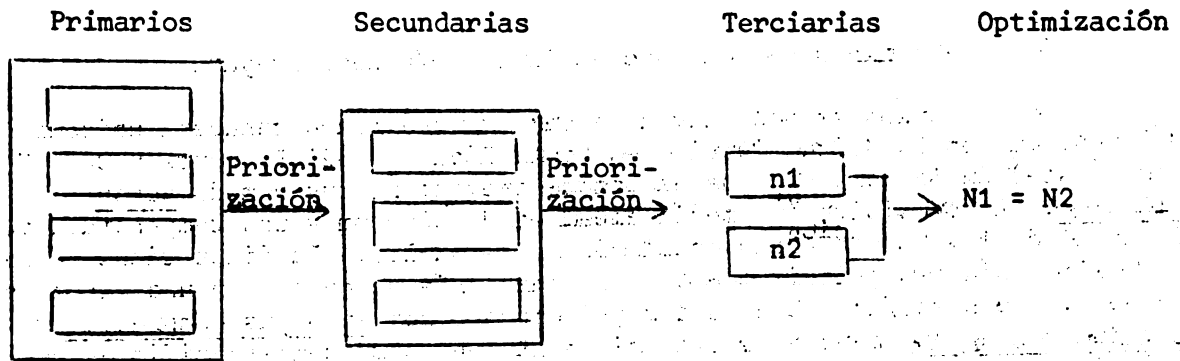


Fig. 2. Niveles de selección y jerarquización de variables

Para aplicar estos conceptos en la investigación de una asociación pasto/ganado/árboles podemos imaginar que la unidad de producción (finca) tiene varios componentes susceptibles de jerarquización y optimización (Fig. 3). El componente socio-económico (la familia y la infraestructura de producción) incluye una fuerza laboral, población dependiente, esfuerzo de trabajo, etc. que pueden priorizarse para producir una función priorizada. Los componentes pasto/ganado incluyen opciones sobre especies de pasto, raza del ganado, manejo, etc. también susceptibles de jerarquización. Una situación semejante ocurre con el componente árboles en sus opciones sobre variedades, arreglos espaciales, manejo, producción, etc.

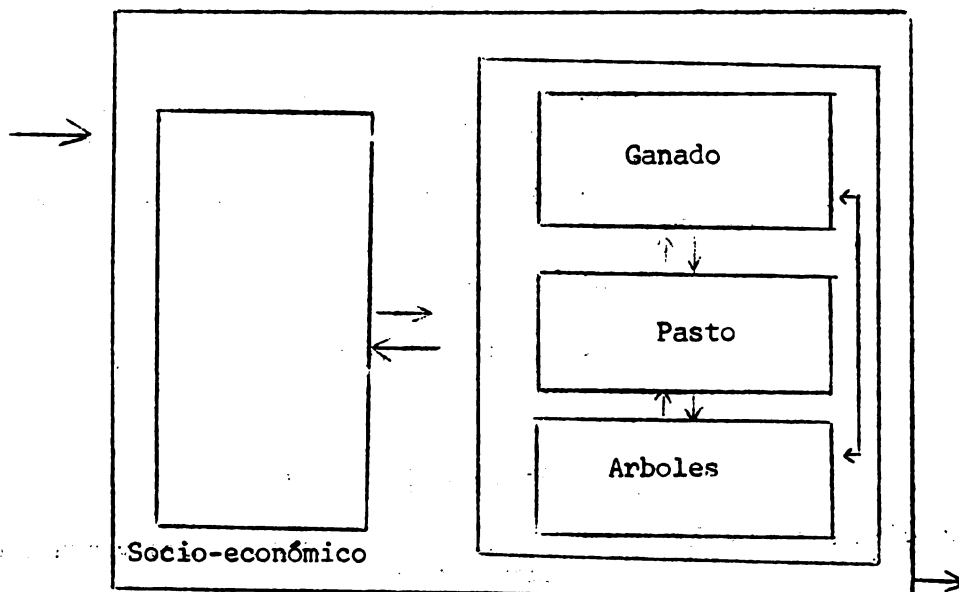


Fig. 3. Esquema de una finca ganadera con árboles dentro de sus pastizales

4. Características de una asociación pasto/ganado/guayaba

Los estudios se han llevado a cabo en una finca ganadera ubicada a 1100 m.s.n.m. en La Suiza, Turrialba, Costa Rica (9° 52' L. norte y 83° 37' Long. Oeste) en la zona de vida de bosque premontano muy húmedo sensu Holdridge. La precipitación media anual es de 3500 mm y una temperatura media anual de 19.8°C con pocas oscilaciones mensuales. La finca tiene 80 ha extensión dedicadas principalmente a la ganadería de carne con una carga animal de 1.7 cabezas/ha. Los pastos principales son Axonopus compressus y Paspalum conjugatum manejados extensivamente en forma semi-tecnificada con herbicidas para el control de malezas de hoja ancha (1, 6). Dentro de la finca es común encontrar árboles de guayaba (P. guajava) más o menos aislados en los pastizales con una densidad cercana a 60 árboles/ha, aunque existen sitios en los que la densidad puede ascender a 264 árboles/ha (7). Los árboles de guayaba soportan el pisoteo de los animales y producen frutas que al ser consumidas por el ganado dispersan las semillas por todo el pastizal (5, 6). El efecto del ganado sobre las semillas parece influir negativamente la germinación pero favorece el establecimiento de las plántulas al reducir la competencia con el pasto (8). Los árboles de guayaba son cosechados irregularmente y utilizados como leña dentro de la finca o vendidos en el mercado. Igual ocurre con los frutos.

Es posible asignar costos y beneficios a los árboles presentes en los pastizales y evaluarlos dentro del balance costo-beneficio de la unidad de producción. Un esquema tentativo de los costos y beneficios asociados a los árboles se presenta a continuación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Esquema preliminar de costos y beneficios asociados a los árboles de guayaba (Psidium guajava) dentro de los pastizales.

Costos asociados a los árboles	1.	Pérdida de productividad del pasto por sombreo.
	2.	Invasión del pastizal via semillas y rebrotes.
	3.	Focos de erosión
	4.	Costos de manejo
Beneficios asociados a los árboles	1.	Producción de leña
	2.	Producción de frutas para venta o consumo interno
	3.	Servicios al ganado, etc.

Dependiendo de los objetivos de producción de la finca (se asume que el productor espera obtener un beneficio de los árboles) el trabajo de investigador tiene como objetivo reducir las funciones de costo a través del manejo de las variables biológicas apropiadas. A continuación se detallan los conceptos y vías de investigación utilizadas en el estudio de la producción de leña, consumo de frutas y dispersión de semillas. Los métodos detallados se encuentran en publicaciones previas (6, 7, 8).

5. Producción de leña

En un momento dado pueden existir dentro del pastizal dos o más variedades de guayaba con características diferentes de crecimiento, propagación, fructificación, forma, etc. (variables terciarias) que pueden ser jerarquizadas en base al objetivo "Producción de leña" para seleccionar (variables secundarias) las variedades con rápido crecimiento, fácil propagación y alto rendimiento en leña. A este punto deben diseñarse todas las prácticas de manejo que permiten optimizar la producción de leña de las variedades seleccionadas. Podemos representar gráficamente este proceso (Fig. 4).

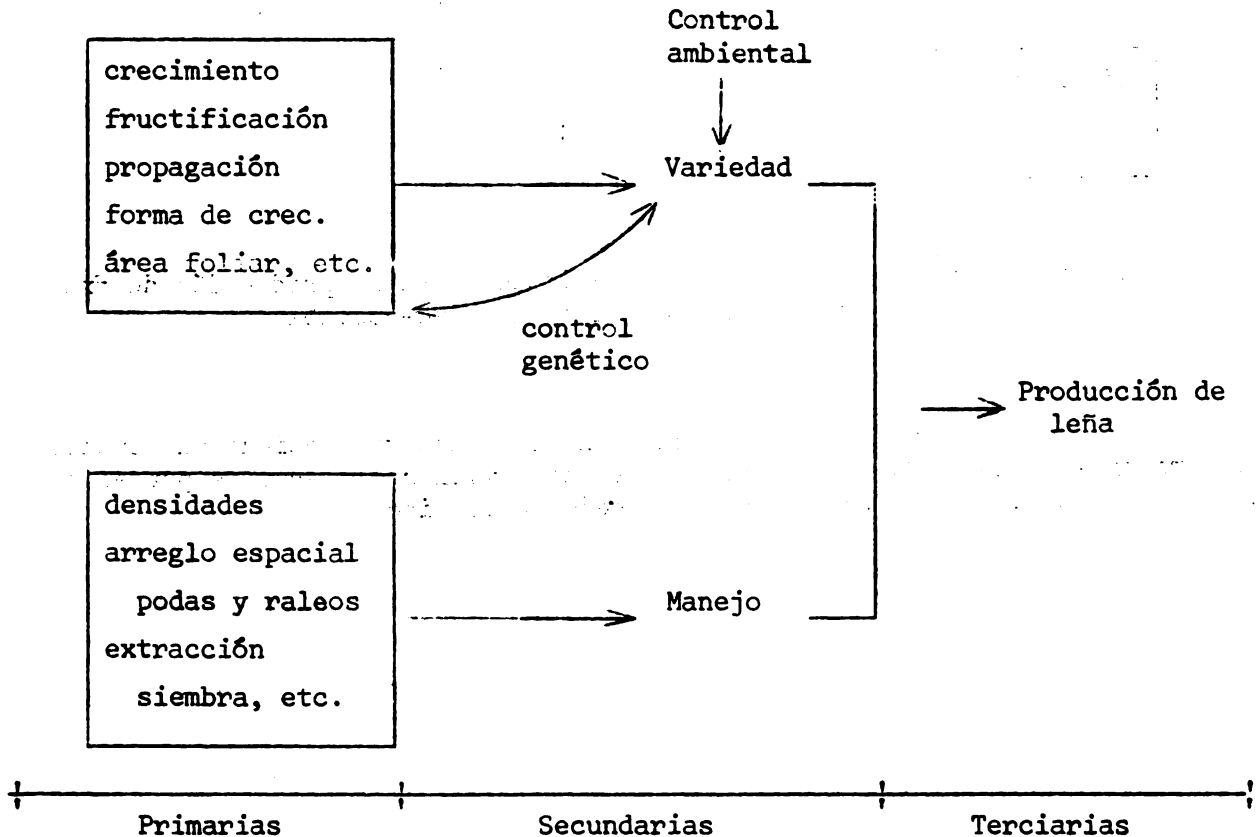


Fig. 4. Esquema de selección de variables asociadas a la producción de leña en una asociación pasto-guayaba

6. Producción de frutas

La producción total de frutas es una función de la variedad de guayaba, de la edad del árbol, del tiempo requerido para lograr la producción máxima, del tiempo que puede mantenerse a ese nivel de producción y de la distribución diamétrica de los árboles presentes en el pastizal. Todas estas variables, con excepción de la distribución de diámetros, son controladas genéticamente y modificadas por los factores ambientales (Fig. 5).

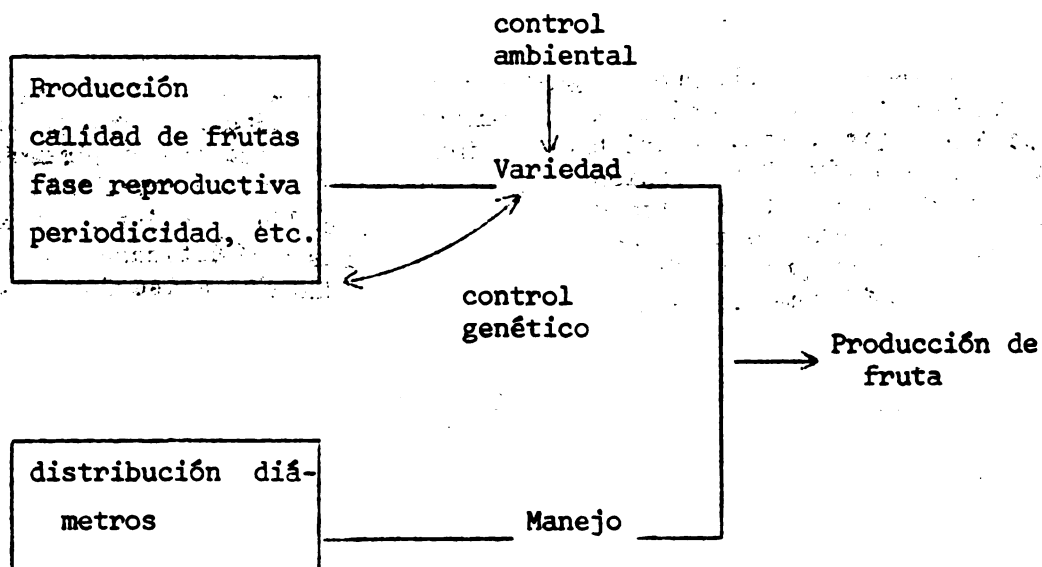


Fig. 5. Esquema de selección de variables para la producción de fruta de guayaba en una asociación pasto-guayaba

Asociado al aumento en la producción de frutas va asociado un aumento en los riesgos de invasión del pastizal por las semillas dispersadas por el ganado. Esto constituye un costo para el manejo de la finca.

BIBLIOGRAFIA

1. BEER, J. et al. A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone. The "La Suiza" project. In Simposio internacional sobre las ciencias forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical. editado por Manuel Chavarría. San José, Costa Rica. 1981. pp. 191-209.
2. CORTES SALAS, H. La producción silvopastoril como alternativa de inversión: un comentario sobre metodología para estudios de rentabilidad económica. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Boletín técnico N° 44. 1977. 22 p.
3. ETHERINGTON, D.M. y MATTHEWS, P.J. Economics for agroforestry. Camberra, Development Studies Centre, Australian National Univ. 1982. 11 p.
4. FILIUS, A.M. Economic aspects of agroforestry. Agroforestry systems 1(1):29-40. 1982.
5. SOMARRIBA, E. Efectos de la presión selectiva del ganado y el manejo de los pastizales sobre el componente arbóreo en las asociaciones silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1982. 7 p.
6. _____. Guayaba (*Psidium guajava*) asociado con pasto; dispersión de semillas y abastecimiento de forraje. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1981. 9 p.
7. _____. Guayaba (*Psidium guajava* L.) asociado con pastos. Métodos de análisis volumétrico y potencial de producción de leña. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1982. 33 p.
8. _____. Posibles efectos del ganado sobre la germinación de las semillas de guayaba (*Psidium guajava*) en las asociaciones pasto-guayaba. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 1982. 12 p.
9. TORRES, F. Role of woody perennials in animal agroforestry. Nairobi, Kenya, ICRAF. 1981. 51 p.

EL HUERTO MIXTO:
UN COMPONENTE AGROFORESTAL DE LA FINCA PEQUEÑA

Norman Price, M.S.*

INTRODUCCION

El objetivo de esta presentación es familiarizarlos con el huerto mixto, cualquiera que sea el nombre por el cual ustedes lo conozcan, y con la metodología que está siendo usada en una investigación sobre huertos mixtos que se efectúa actualmente aquí en Costa Rica.

Quisiera antes dejar explícitos los prejuicios del autor en cuanto al uso de la tierra en las zonas tropicales. Después de varios años de estudio y trabajo en el trópico, particularmente en Centro América, me parece cada día más que el secreto de una agricultura tropical exitosa (productiva, ecológica y económicamente viable) se funda en el manejo de unidades pequeñas (quizás entre 5 y 10 ha). Una estrategia que pretenda cambiar el patrón ecológico natural introduciendo monocultivos significa una inversión cada día más fuerte de capital y petro-químicos que sólo pueden sostener los intereses grandes. El costo ecológico es una tierra que antes podía ser cultivada y cuidada según la idiosincrasia (de suelo, pendiente, aspecto, etc.) particular a cada unidad dada y que ahora, como una "plantación", está sujeta a un manejo uniforme. A gran escala no hay ni tiempo ni interés para "conocer" la tierra y sin este requisito no se puede trabajar junto con el patrón natural, solo se puede entrar en una lucha constante e imposible de ganar.

Se podría documentar esta visión, pero lo que se pretende hacer aquí es indicar una de las direcciones en que esta lógica se dirige y eso es hacia la agroforestería, particularmente hacia estas formas que se acercan al patrón ecológico natural. Una forma de agroforestería que se presta como modelo para el desarrollo de sistemas de uso de la tierra productivo y ecológicamente en armonía con el patrón natural es el huerto mixto.

* Científico Residente, Asistente Investigación Agroforestal. Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

DEFINICIONES

En los últimos años se ha creado un interés más y más fuerte en la asociación de varios cultivos en el mismo terreno al mismo tiempo o en secuencia. Un índice de este fenómeno es el desarrollo de una terminología al respecto que valdría la pena repasar. La cuestión de los policultivos ha sido revisada antes por Kass (1978) y de su trabajo provienen las siguientes definiciones:

Cultivo Múltiple (Multiple cropping)	La siembra de más de un cultivo durante el año en el mismo terreno.
Cultivo maximizado (Maximum cropping)	Producción máxima por unidad de tiempo sin importar ni el costo ni el valor neto.
Cultivo mixto (Mixed cropping)	Dos o más cultivos sembrados simultáneamente sin importar el arreglo espacial.
Cultivo intercalado (Intercropping)	Dos o más cultivos sembrados al mismo tiempo pero en eras alternas.
Cultivo sucesional (Relay planting)	Al terminar de madurar un cultivo el terreno está sembrado de nuevo.
"Interplanting"	Cultivos anuales de maduración larga intercalado con anuales de ciclo corto durante las primeras etapas de desarrollo.
"Interculture"	Cultivos anuales sembrados debajo de plantas perennes.

Es interesante notar que la mayoría de las definiciones dadas arriba fueron creadas para describir sistemas tradicionales en investigaciones sobre cultivos anuales. Sin embargo tienen aplicación para describir sistemas agroforestales.

Uno de los sistemas tradicionales agroforestales que está recibiendo atención ahora es el huerto mixto. El huerto mixto es conocido por una multitud de nombres pero será familiar a la mayoría de las personas en base a la definición que sigue, dada en dos partes: una a base de palabras y otra en forma del croquis de un huerto.

El huerto mixto es una especie de cultivo mixto que se puede definir como: "un componente dinámico de la finca pequeña, caracterizado a menudo por su diversidad, siendo una asociación de plantas anuales y perennes, además de animales. Generalmente encontrado alrededor o cerca de la casa, el huerto frecuentemente está organizado en varios estratos que actúan conjuntamente para proveer un alto grado de protección contra la erosión del suelo, además de optimizar el uso de luz, espacio y nutrimentos. El huerto funciona como proveedor de varias utilidades al hogar tales como, alimento humano, alimento animal, leña, materiales de construcción, sombra, plantas medicinales y ornamentación. Algo siempre se produce en el huerto durante todo el año".

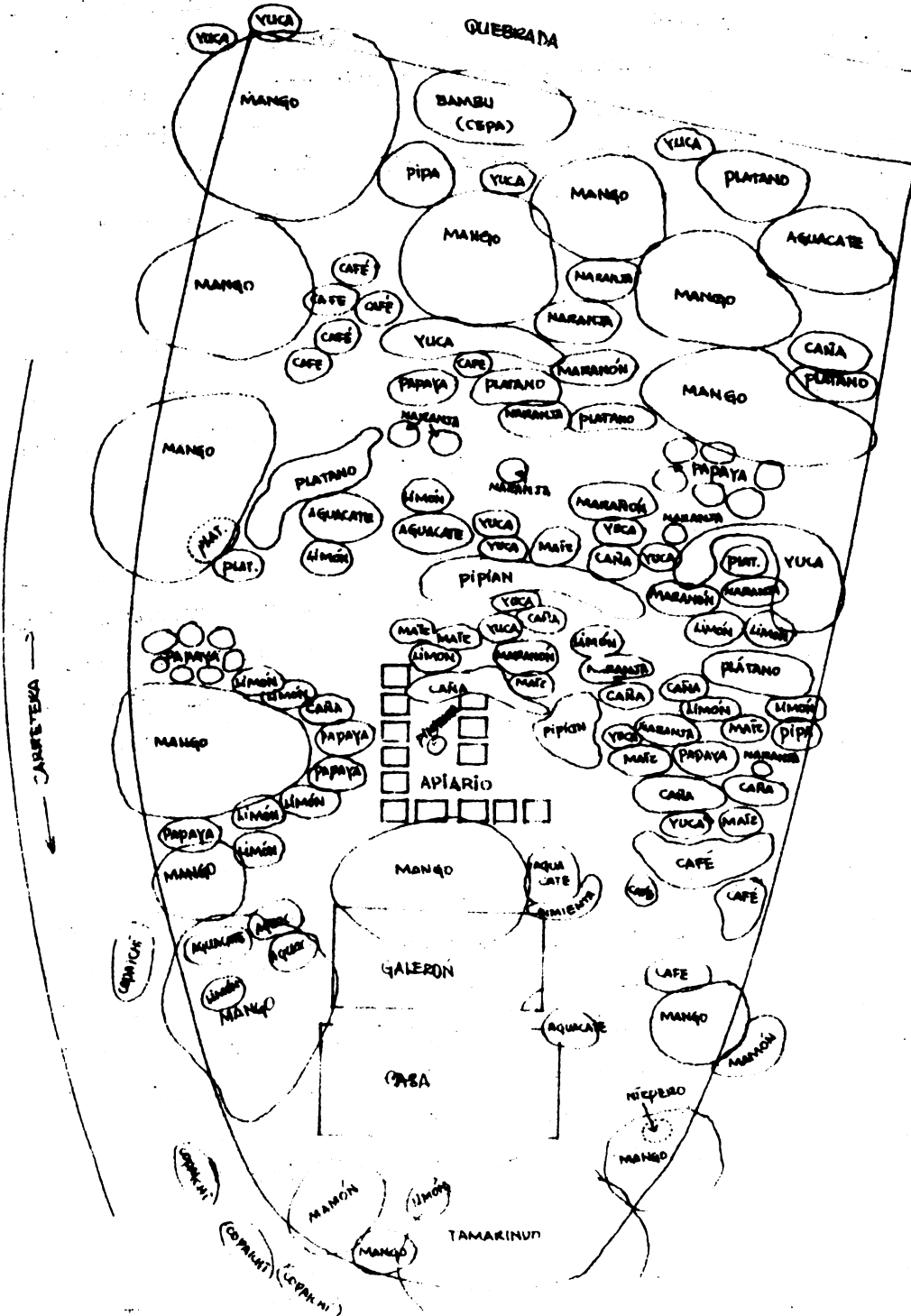
Como una definición "visual" se ofrecen las Figuras 1, 2 y 3. En las Figuras 1 y 2 se muestra un huerto mixto (o "solar" como lo llama la gente de Costa Rica) de la zona de Alajuela en la Meseta Central del país. La Figura 3 indica el plano de un huerto mixto de Mindoro, en las Filipinas.

Lo importante de notar, desde el punto de vista agroforestal, es que los árboles dominan la estructura del huerto. Aunque, en las Figuras se muestran ejemplos donde todos los árboles son frutales, frecuentemente se encuentran huertos que también incluyen árboles maderables. Árboles frutales de uso múltiple y árboles maderables son dos puntos posibles de intervención en el huerto mixto en un programa de extensión agroforestal.

El huerto mixto se encuentra en todo el trópico, aunque quizás tiene un mayor desarrollo en el Asia. Casi siempre existe este componente en la finca pequeña. En Costa Rica en una encuesta de fincas de 10 ha o menos, el 80% de las fincas tenía un huerto. El área destinada a este uso por lo general es significativa y por consiguiente merece la atención de cualquiera que quiera intervenir en el manejo de la finca pequeña. Se muestra en la Figura 4 la frecuencia y el porcentaje de la muestra que representan huertos de diferentes tamaños. Se puede ver de esta figura que un alto por ciento de las fincas dedican 1000 m^2 ó más a sus huertos.

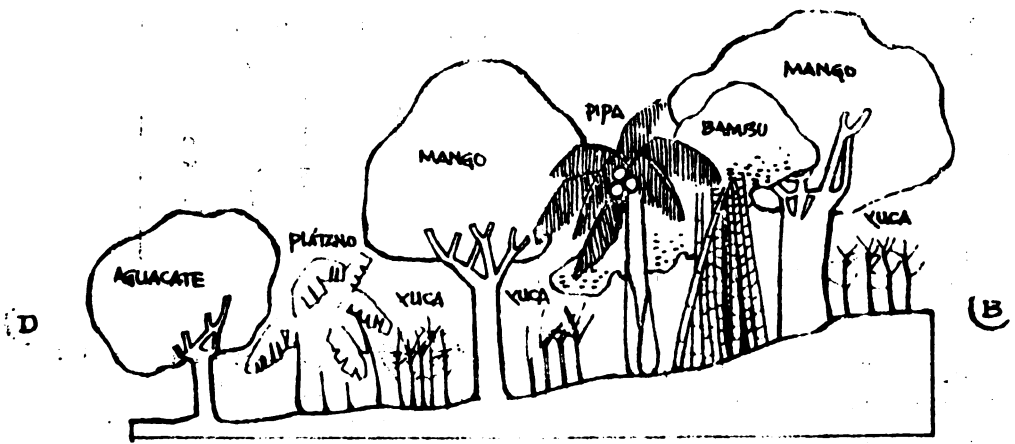
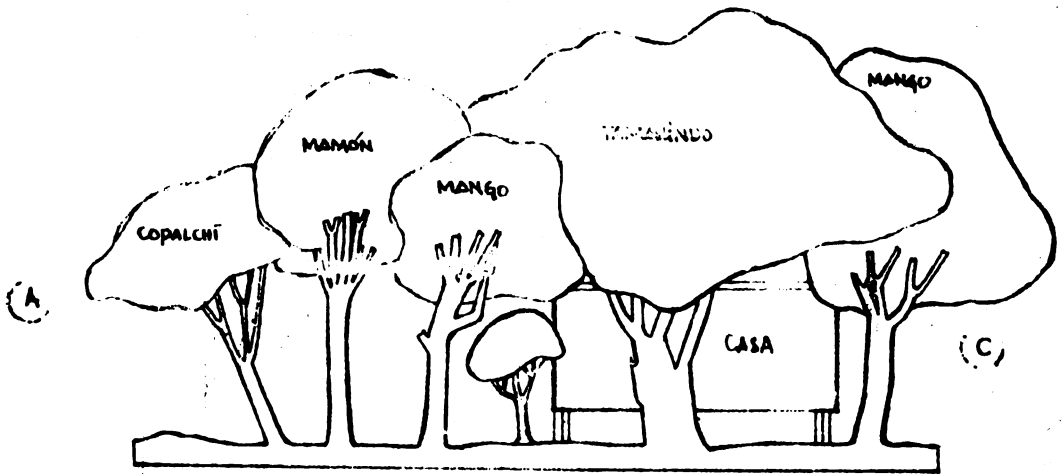
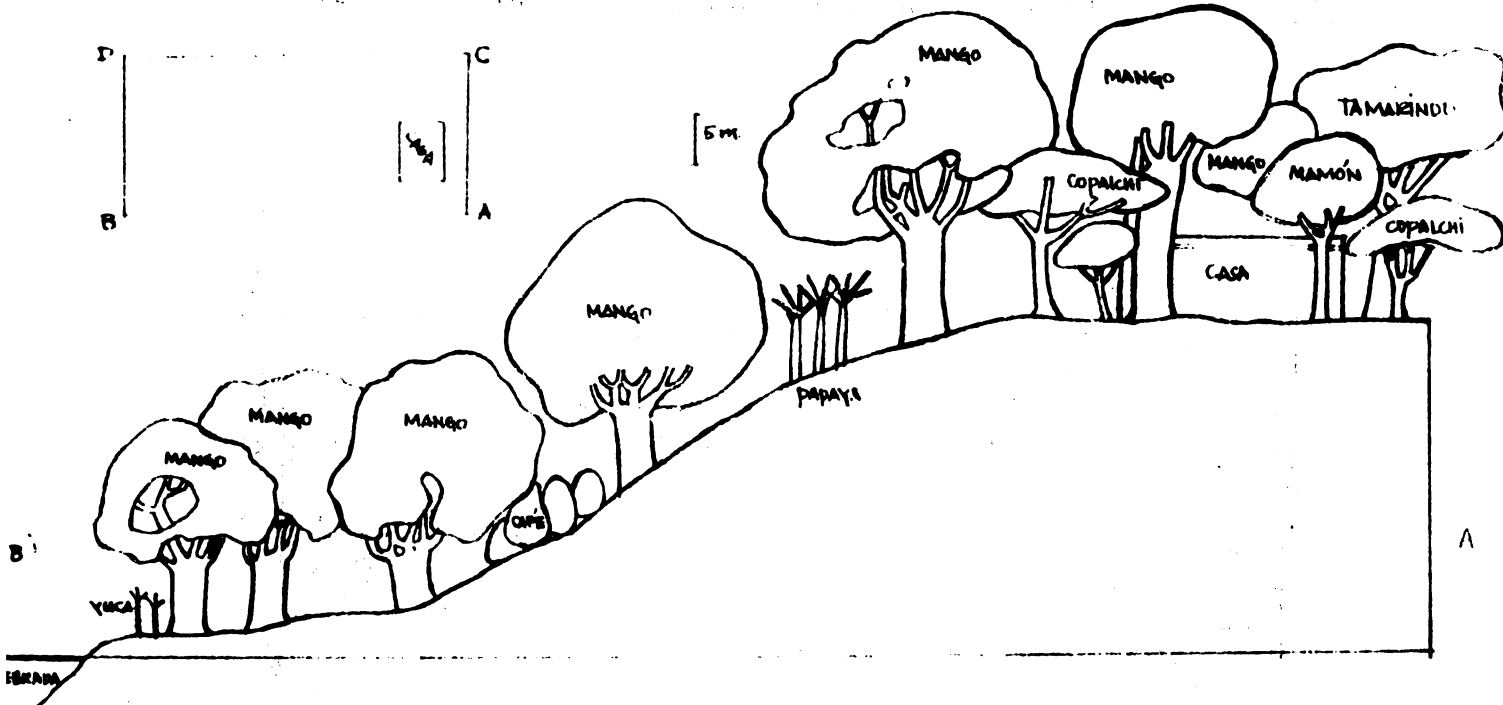
Algunos otros datos de posible interés sobre los huertos mixtos en Costa Rica se presenta en los apéndices al final. A continuación se detalla la metodología que se está empleando para el estudio de huertos mixtos en Costa Rica. Cabe

Figura 1. Finca Maffioli (0.5 ha), Alajuela, Costa Rica*



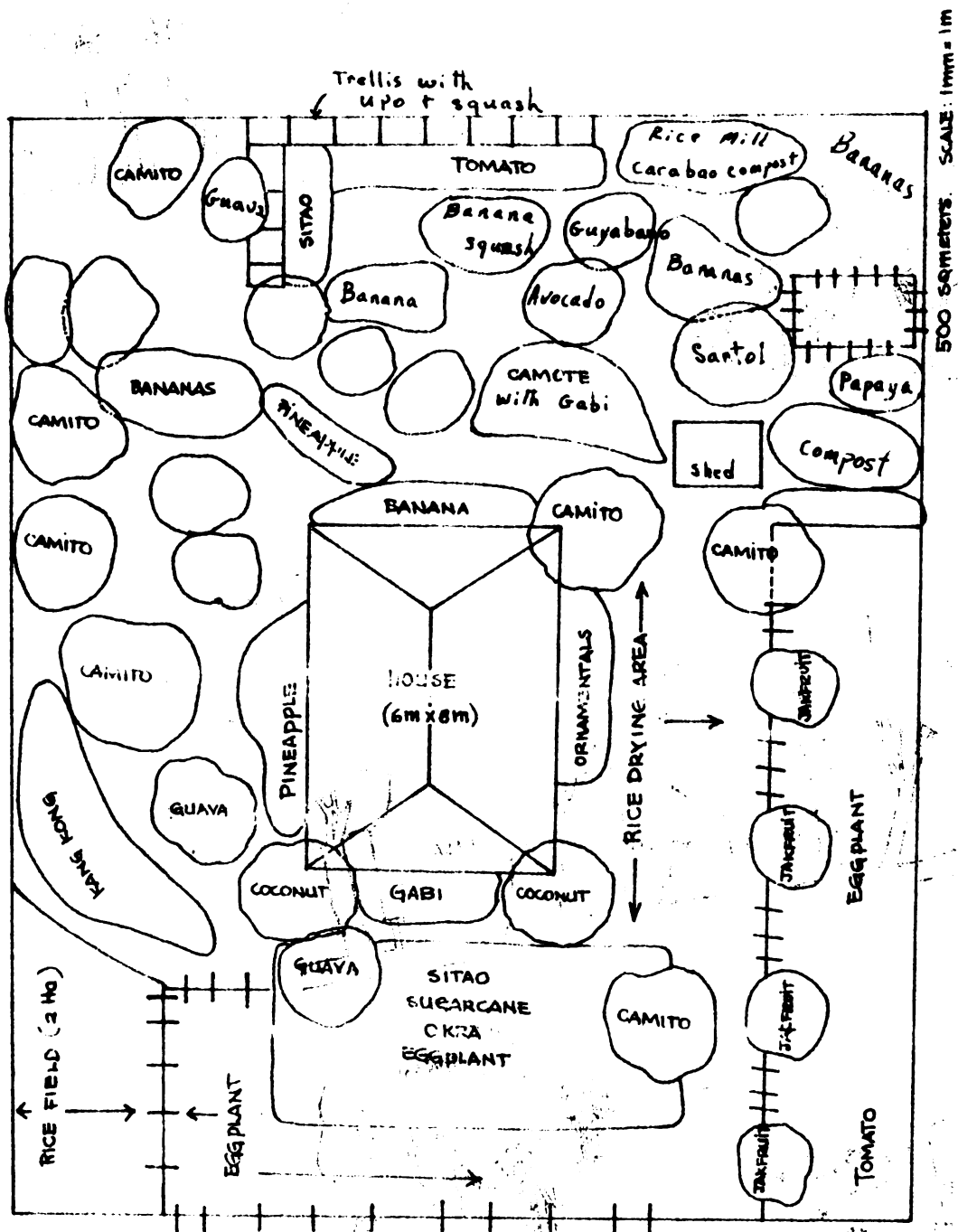
* Anabelle Maffioli, datos sin publicar

Figura 2. Diagramas de perfil vertical, Finca Maffioli, Alajuela, Costa Rica*



* Fuente: Maffioli, 1971. Datos sin publicar.

Figura 3. Huerto casero (400 m²) en Mindoro Oriental, Filipinas.



* Walters, P. 1978. Traditional home gardens of selected Philippine households and their potential for improving human nutrition. M.S. Thesis. University of the Philippines at Los Baños, Philippines.

Figura 4: Histogramas relacionando tamaño del huerto con frecuencia de ocurrencia

Bosque Seco Tropical (n=41)			Bosque Humedo Tropical (n=36)		
tamaño huerto (ha)	.03	*****	tamaño huerto (ha)	.01	*****
	.2	*****		.2	**
	.3	*****		.5	**
	.5	***		.7	*****
	.7	****		1	**
	.8	*****		1.2	*
	1.1			1.5	
Bosque Muy Humedo Tropical (n=37)			Bosque Muy Humedo Premontano (n=30)		
tamaño huerto (ha)	.02	*****	tamaño huerto (ha)	.01	*****
	.3	*****		.1	*****
	.6	****		.2	0
	1	*		.3	0
	1.3	*		.4	0
	1.6	*		.5	****
	2			.7	
Bosque Muy Humedo Premontano, transición a pluvial (n=32)					
tamaño huerto (ha)	.003	*****			
	.1	*****			
	.3	**			
	.5	**			
	.6	**			
	.8	***			
	1				

mencionar que esta investigación se diseñó tomando en cuenta que el personal del proyecto sería limitado y que no se contaba con muchos recursos económicos.

METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Al iniciar esta investigación no se contaba con ningún estudio sistemático previo. No se sabía si existían huertos mixtos tales como se encontró en otras regiones del mundo. Además, casi la única referencia que habla de huertos en Costa Rica, Wagner (1958), era muy vieja y particular a una región del país que ha cambiado mucho en el lapso de tiempo desde su publicación. Dadas estas circunstancias se decidió dividir el estudio en dos fases, una de reconocimiento y la otra de profundización.

La encuesta en las fincas pequeñas

Para establecer una base desde la cual hacer investigaciones detalladas sobre el huerto mixto se llevó a cabo una encuesta, la cual tenía como propósito contestar, entre otras, las siguientes preguntas:

¿Cuál es la distribución del huerto mixto en Costa Rica?

¿Existen diferencias entre una región y otra?

¿Cuáles son las especies principales? y cómo están asociadas?

¿Qué clase de manejo le dan los agricultores a sus huertos? y, qué funciones desempeña el huerto?

Se llevó a cabo la encuesta en las cinco zonas de vida más importantes en la agricultura costarricense para determinar si existen diferencias regionales. En cada una de estas zonas de vida se hicieron 45 encuestas. Para asegurar una representación geográficamente amplia (y para usar los recursos disponibles más eficientemente) se dividía la muestra en cada zona arbitrariamente entre tres diferentes localidades. En total 225 fincas fueron visitadas.

La muestra de finca fue limitada a propiedades cuyos tamaños no pasaban de 10 ha. Se postulaba que, por razón de su tamaño, esta población haría un uso más intensivo de sus huertos, pues por lo general ellos viven en una economía mixta de subsistencia y comercio. Sin embargo, en ciertas zonas, particularmente la zona en que se cultiva café, una finca de 10 ha está clasificada como grande. En

el caso de la zona cafetalera se limitó el tamaño máximo de finca a cinco hectáreas.

Con estas definiciones previas sobre tamaño y con la lista de localidades extraída de los datos del Censo Nacional de 1973 se seleccionaron las fincas. La selección fue al azar en base a una tabla estadística de números aleatorios. Dado que los datos eran viejos fue necesario recurrir en ocasiones a las oficinas regionales del Ministerio de Agricultura y Ganadería para con sus datos reemplazar a los agricultores que ya no estaban en la zona.

El cuestionario usado fue adaptado de Navarro (1977) y Friedrich (1977). Para evitar problemas de comunicación se empleaba una costarricense como encuestadora; el autor sirvió como observador. La encuesta se llevó a cabo entre el 20 de julio y el 20 de octubre de 1982.

Se recolectó información sobre los siguientes temas:

1. Zona de Vida (según Holdridge)

1.1 Frecuencia de la presencia de un huerto

2. Características de la familia

2.1 Edad del agricultor

2.2 Número de personas viviendo en la finca

2.3 Número de personas viviendo afuera pero contribuyendo a la finca

2.4 Clases de edades de las personas en la finca

2.5 Procedencia de los padres

3. Mano de obra (en la finca y afuera)

4. Cultivos principales (uso de la tierra)

5. Uso de productos químicos

6. Tenencia

7. Huerto mixto

- 7.1 Mano de obra
- 7.2 Quien maneja el huerto
- 7.3 Herramientas usadas
- 7.4 Edad del huerto
- 7.5 Tamaño del huerto
- 7.6 Diversidad del huerto
- 7.7 Productos del huerto
- 7.8 Estructura

8. Huerto Disperso

- 8.1 Diversidad
- 8.2 Productos

(El huerto disperso es un término usado para recolectar información sobre el uso de plantas fuera del huerto mixto y aparte de los cultivos principales. Ejemplos de ello son frutas o leña de árboles usados como sombra en plantaciones de café o cacao, frutas o verduras de plantas silvestres, medicinas encontradas en charrales y bosques cercanos).

El tamaño del huerto fue obtenido, después que el agricultor nos enseñaba los linderos, utilizando una cinta métrica y una brújula. Las mediciones así recolectadas fueron más tarde transferidas a papel milimétrico para calcular el tamaño. Además de esta medición se hicieron mediciones en los árboles: diámetro a la altura del pecho, altura, y ancho de la copa.

El estudio de caso

Como una secuencia lógica a la encuesta seguían una serie de estudios de caso con el propósito de cuantificar el rol del huerto mixto en la finca pequeña. La metodología, que está bien descrita en la literatura, incluye el registro de todas las entradas y salidas (de cualquier tipo) de cada uno de los agroecosistemas en la finca durante un año.

Hasta el momento (octubre de 1983) los estudios de caso se han evaluado por 35 semanas. En forma breve se están recolectando datos sobre los siguientes temas:

1. Sistema de finca

1.1 Componente socio-económico

- 1.1.1 Características de la familia
- 1.1.2 Ambiente socio-cultural
- 1.1.3 Objetivos del agricultor y su familia
- 1.1.4 Distribución de mano de obra, capital y tierra
- 1.1.5 Índices económicos de eficiencia

1.2 Agroecosistemas

- 1.2.1 Agroecosistema 1 (descripción y cuantificación de entradas y salidas)
- 1.2.2 Agroecosistema 2 (descripción y cuantificación de entradas y salidas)
- 1.2.3 Agroecosistema huerto mixto (descripción y cuantificación de entradas y salidas)

2. El huerto mixto

2.1 Descripción ecológica

- 2.1.1 Estructura y organización
- 2.1.2 Diversidad florística
- 2.1.3 Animales domésticos
- 2.1.4 Área foliar
- 2.1.5 Fertilidad del suelo
- 2.1.6 Características físicas del suelo

2.2 Procesos ecológicos

- 2.2.1 Intercepción de luz fotosintéticamente activa
- 2.2.2 Producción de hojarasca
- 2.2.3 Producción de biomasa de maleza

2.3 Interacción huerto mixto-familia

- 2.3.1 Compactación de suelos
- 2.3.2 El empleo de técnicas especiales

2.3.3 Uso de "mulch"

2.3.4 Manejo de desechos de la casa

2.3.5 Uso de productos del huerto

Los estudios de caso, de los cuales hay seis, están siendo llevados a cabo en dos de las zonas de vida encuestadas. Tres de los casos están situados en la comunidad de Pitahaya en la Provincia de Puntarenas en la zona de Bosque Seco Tropical, transición a húmedo. Los otros tres casos están situados en las comunidades de San Juan Sur y Recreo, Provincia de Cartago en la zona de Bosque Muy Húmedo Premontano. Estas dos últimas comunidades están situadas en los alrededores de Turrialba.

Además de los seis estudios de caso se ha hecho una encuesta en todas las casas en las dos comunidades principales (Pitahaya y San Juan Sur). Actualmente se están llevando a cabo visitas semanales a unas 20 casas en cada comunidad para detallar más el manejo diario y aprovechamiento de los huertos. Estas visitas semanales las hacen voluntarios de las mismas comunidades.

Con la misma colaboración de dos estudiantes de la Universidad de Yale quienes visitaron Costa Rica durante sus vacaciones de verano se han hecho otros estudios relacionados al presente. En uno se investigaba el grado y el sistema de mercadeo de productos de los huertos en Pitahaya y en San Juan Sur. Datos de este estudio están siendo analizados con fines de publicarlos. El otro estudio compiló datos relativos a la selección de especies frutales y árboles maderables recomendables para mejorar la rentabilidad del huerto mixto en Costa Rica. Este trabajo será publicado pronto.

REFERENCIAS CITADAS

1. FRIEDRICH, K.H. 1977. Acopio y análisis de datos relativos a la administración rural. FAO, Rome.
2. KASS, D.C.L. 1978. Polyculture cropping systems: review and analysis. Cornell International Agriculture Bulletin 32. Cornell University, Ithaca.
3. NAVARRO, L. 1977. Conocimiento de los sistemas de producción de cultivos, el agricultor y su ambiente total. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Mimeografiado.
4. WAGNER, P.L. 1958. Nicoya, a cultural geography. University of California Publications in Geography, vol. 12(3):195-250.

APENDICES

1. Mano de obra en el huerto mixto
2. La frecuencia de huertos mixtos en fincas pequeñas y su diversidad
3. Animales en el huerto mixto
4. Plantas de una altura hasta 3 metros en el huerto mixto
5. Plantas de una altura hasta 15 metros en el huerto mixto
6. Plantas de una altura hasta 30 metros en el huerto mixto
7. Algunos datos sobre diversidad en huertos mixtos en diferentes zonas de Costa Rica

Cuadro 1. Mano de obra en el huerto mixto.

Zona de Vida	# jornadas/año (1 jornada = 8 horas)				Equipo usado ¹ f(%)
	Agricult.	Esposa	Hijo(s)	Otro	
BS-T	19.84	25.81	50.17		1 = 100
	23.97	22.19	58.56		2 = 0
	574.58	492.31	3428.97		3 = 2.7
BH-T	28.01	31.71	18	5	1 = 100
	35.14	49.94	8.49	1.41	2 = 0
	1234.85	2493.9	72	2	3 = 2.78
	29	7	2	2	36
BMH-T	28.48	53	19.29		1 = 100
	38.24	43.3	13.95		2 = 10.81
	1462.39	1875	194.57		3 = 10.81
	30	3	7		37
BMH-P	22.58	13.33	17.86		1 = 100
	31.93	6.41	19.99		2 = 3.23
	1019.82	41.07	399.48		3 = 6.45
	24	6	7		31
BMH-P	40.39	72	22.8	90	1 = 100
	40.74		19.98		2 = 3.13
	1659.98		399.2		3 = 6.25
	23	1	5	1	32

1 = Herramienta de mano

2 = Máquina

3 = Químicas

Cuadro 2. La frecuencia de huertos en fincas pequeñas y su diversidad.

Zona de Vida		Años en finca	Huerto mixto f(%)	Huerto disperso (f(%))	N° especies H.M.	Edad Mixto (años)	N° especies H.D.
BS-T	x	21.99	93.33	80	18.24	18.79	12.67
	s.d.	20.15			7	16.48	8.67
	n	45			42	39	36
BH-T		24.49	80	84.44	18.81	18.59	16.26
		17.18			10.17	16.17	12.27
		45			36	34	38
BMH-T		13.57	82.22	93.33	20.97	9.22	14.62
		12.48			8.51	7.35	8.04
		45			37	37	42
BMH-P		23.52	68.89	93.33	12.56	12.9	14.24
		17.74			6.23	9.02	8.1
		44			32	29	41
BMH-P		14.22	71.11	91.11	17.91	11.91	17.37
		12.75			8.78	10.71	9.18
		45			32	32	41
	x		79.11	87.55			

Cuadro 3. Animales en el huerto mixto

Zona de Vida	Gallinas	Patos	Pavos	Vacas	Novillos	Chanchos	Cabras	Conejos	Tepez- quintle	Abejas
BS-T	78.05	17.07	4.89		2.44	39.02				2.44
(41)	suelto	90.63	85.7	100		87.5				
BM-T	77.78	19.44			5.56	50	2.78	5.56		
36		92.86				44.44				
BMH-T	54.05	18.92	8.11			40.54	2.7	2.7	2.7	2.7
BMH-D	86.21	13.79		3.45	3.45	3.45			3.45	
23	100	75								
BMH-P	75	21.88			12.5	21.88				3.13
(32)		87.5				28.57				

Las cifras indican la frecuencia con que se encontró los animales, indicados, basado en el número de fincas con un huerto mixto (el número en paréntesis).

Las cifras indican la frecuencia con que se encontró los animales indicados sueltos dentro del huerto mixto.

Cuadro 4. Plantas de una altura hasta de 3 metros en el huerto mixto.

Nombre común	Nombre científico	BS-T f(%) (n=41)	BH-T f(%) (n=36)	BMH-T f(%) (n=37)	BMH-T f(%) (n=29)	BMH-P f(%) (n=32)
Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	36.59	25.00	27.03	10.34	25.00
Algodón	<i>Gossypium peruvianum</i> Cav. Diss.	2.44	2.78	5.41	3.45	3.13
Anapola	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.		2.78			
Apazote	<i>Chenopodium ambrosoides</i> L.	4.88			3.45	
Cacao	<i>Theobroma cacao</i> L.	2.44	11.11	13.51		34.38
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	2.44	22.22	27.03	20.69	9.38
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i> L.	21.95	22.22	27.03	24.14	37.50
Cereza silvestre				2.70		
Chan	<i>Hyptis suaveolans</i> (L.) Poit.	7.32				
Chayote	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	2.44	13.89	48.65	62.07	21.88
Chile dulce	<i>Capsicum annuum</i> L.	26.83	16.67	37.84	13.79	37.50
Chile picante	<i>Capsicum frutescens</i> L.	34.15	58.33	51.35	31.03	56.25
Clavos	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry		2.78	2.70		
Cocona	<i>Solanum tomentosum</i> Humb. & Bonpl.		2.78	8.11		6.25
Cojombro				2.70		3.13
Estococo	<i>Passiflora</i> spp.				6.90	
Frallecillo	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	41.46	19.44	16.22	6.90	21.88
Gandul/Frijol de Pato	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	17.07	25.00	8.11	6.90	6.25
Gotasamargas					3.45	
Granadilla	<i>Passiflora quadrangularis</i> L.	4.88	8.33	5.41		
Licorice	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.		2.78			
Llantén	<i>Plantago major</i> L.			2.70	3.45	
Máiz	<i>Zea mays</i>	12.20	5.56	5.41	3.45	3.13
Malanga	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	2.44		8.11		21.88
Maravilla	<i>Mirabilis jalapa</i> L.				3.45	
Naranjilla	<i>Solanum quitense</i> Lam		2.78	2.70	3.45	3.13
Rame	<i>Dioscorea</i> spp.	12.20	30.56	18.92		15.63
Rampi	<i>Xanthosoma</i> spp.	7.32	8.33	21.62	17.24	18.75
Paste/Estopa	<i>Luffa cylindrica</i> (L.) Roem.	26.83	13.89	13.51		
Pepino	<i>Cucurbita sativus</i> L.	4.88	2.78	5.41	3.45	6.25
Pichichio	<i>Solanum mammosum</i> L.		5.56	2.70		
Ralcillo	<i>Psychotria emetica</i> L.f.					3.13
Saragundi	<i>Cassia reticulata</i> Willd.	21.95	13.89	18.92	10.34	9.38
Sauco	<i>Sambucus mexicana</i> Presl.					3.13
Sorgo	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench		2.78			
Tacaco	<i>Palakouskia tacaco</i> Pittier				6.90	
Tiquisque	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> Schott	26.83	27.78	19.73	13.79	50.00
Tomate	<i>Lycopersicon esculenta</i> Mill.	17.07	25.00	16.22	20.69	6.25
Tonka	<i>Beuccasia hispida</i> (Thumb.) Cogn.	2.44				
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.		2.78	2.70		
Valnica	<i>Vigna</i> spp.	19.51		8.11	6.90	9.38
Vaquuary					3.45	
Yuca	<i>Manihot esculenta</i> L.	34.15	38.89	56.76	27.59	46.88
Zorrillo			2.78			

Cuadro 5. Plantas de una altura hasta 15 metros en el huerto mixto

Nombre común	Nombre Científico	BS-T	BH-T	BMH-T	BMH-P	BMH-P	Usos
		f(%) (n=41)	f(%) (n=36)	f(%) (n=37)	f(%) (n=29)	f(%) (n=32)	
Almendo	<i>Terminalia catappa</i> L. Man.	9.76	8.33	32.43		15.63	
Anona	<i>Annona reticulata</i> L.	12.20	22.22		13.79	12.50	
Anonillo			2.78				
Aceltuno	<i>Simarouba glauca</i> DC	2.44	5.56		3.45		
Achiotillo	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.				3.45		
Arco	<i>Murospermum frutescens</i> Jacq.	2.44					
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav.) Urban			2.70			
Bambu	<i>Bambusa</i> spp.		2.78	2.70		3.13	
Calmito	<i>Chrysophyllum cainito</i> L.	17.07	27.78	16.22		12.50	
Canelo	<i>Nectandra salicifolia</i>	2.44	8.33				
Canjel	<i>Citrus</i> spp.		5.56	5.41			
Canilla de Mula					3.45		
Careo	<i>Cassia grandis</i> L.F.	4.88	11.11				
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.		5.56	18.92		25.00	
Cas	<i>Psidium friedrichsthalianum</i> (Berg.)	19.51		18.92	20.69	9.38	
Castano	<i>Castanea sativa</i> Mill.			10.81		6.25	
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsley				6.90		
Cortez Amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichols	2.44		5.41			
Coyol	<i>Acrocomia vinifera</i> Oerst.	12.20	2.78				
Chicasquill	<i>Jatropha multifida</i> L.	19.51	2.78	21.62	27.59	9.38	
Cuajiniquill	<i>Inga</i> spp.				3.45		
Cucaracha	<i>Billia colombiana</i> Pl. & Lindl.		2.78				
Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Sieb. & Zucc.				3.45		
Fruta de Pan	<i>Artocarpus communis</i> Forst.	12.20		5.41		3.13	
Grosella	<i>Phyllanthus acidus</i> Skeels	2.44					
Guacalito						3.13	
Guachipilin	<i>Daphysa rubinoides</i> Benth.	2.44	11.11	5.41	6.90		
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	21.95	19.44	8.11		6.25	
Guanábano	<i>Annona muricata</i> L.	19.51	36.11	45.95	10.34	34.38	
Guaitil	<i>Genipa</i> spp.		5.56				
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2.44	2.78				
Guarumo	<i>Cecropia</i> spp.				3.45		
Guava	<i>Inga</i> spp.	4.88	16.67	18.92	6.90	15.63	
Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	31.71	33.33	37.84	27.59	34.38	
Güitite	<i>Acanthus arborescens</i> (L.)		2.78		13.79		
Hiquerilla	<i>Ricinus communis</i> L.			2.70			
Hoja Sen	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (S.) Sw.		2.78				
Hombre Grande	<i>Quassia amara</i> L.	2.44		2.70			
Huevos de caballo	<i>Stemmadenia glabra</i> Benth.		2.78				
Indio Desnudo	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg	7.32	19.44			6.25	
Itabo	<i>Yucca elephantipes</i> Regel	34.15	33.33	37.84	37.93	21.88	
Jamaica	<i>Pimenta officinalis</i> Lindl.			2.70			
Jicaro	<i>Crescentia cujete</i> L.	34.15	38.89	21.62	6.90	15.63	
Jucote	<i>Spondias purpurea</i> L.	53.66	27.78	27.03	10.34	18.75	

Cuadro 5. Plantas de una altura hasta 15 metros en el huerto mixto.

Nombre Común	Nombre Científico	BS-T f(%) (n=41)	BH-T f(%) (n=36)	BMH-T f(%) (n=37)	BMH-P f(%) (n=29)	MBH-P f(%) (n=32)	Usos ^a
Lagartillo	<i>Zanthoxylum</i> spp.				17.24		
Limón Dulce	<i>Citrus limetta</i> Rissa	29.27	27.78	37.84	20.69	25.00	
Limón Acido	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swin	65.85	55.56	67.57	31.03	43.75	
Limón Cidra	<i>Citrus medica</i> L.			2.70		6.25	
Limón Mandarina	<i>Citrus</i> spp.	21.95	19.44	24.32	17.24	12.50	
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steud.	12.20	19.44	10.81	17.24	3.13	
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl.)	2.44					
Malinche	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	2.44	2.78	5.41			
Mamón	<i>Meliococa bijuga</i> L.	21.95	19.44	18.92	3.45	6.25	
Mamón Chino	<i>Nephelium lappaceum</i> L.			18.92	3.45	31.25	
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	12.20	22.22	35.14	20.69	15.63	
Mangle	<i>Conocarpus erecta</i> L.	2.44				9.38	
Manzana Pera					3.45		
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	53.66	33.33	35.14	10.34	40.63	
Mimbro	<i>Averrhoa bilimbi</i> L.			2.70		3.45	
Molidero	<i>Psidium rensanianum</i>		5.56				
Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i> (L.) Caudich.	2.44					
Muñeco	<i>Cordia nitida</i> Vahl.		2.78				
Murta/Mirto	<i>Calyptranthes costaricensis</i> Berg.	9.76	2.78	2.70	3.45	3.13	
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) DC	19.51	11.11	24.32	3.45	18.75	
Naranja Agria	<i>Citrus aurantium</i> L.	21.95	19.44	16.22	6.90	6.25	
Naranja Dulce	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	65.85	58.33	70.27	68.97	50.00	
Níspero	<i>Achras sapota</i> L.	2.44	2.78	5.41	6.90	3.13	
Nuez Moscada	<i>Myristica fragrans</i> Houtl.		5.56	2.70		3.13	
Papaturro	<i>Coccoloba</i> spp.	4.88				12.50	
Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	78.05	58.33	62.16	10.34	40.63	
Papaya del Monte	<i>Carica peltata</i> Hook & Arn.			2.70			
Pico de Pájaro	<i>Cassia occidentalis</i> L.		2.78				
Pitanga/Cereza	<i>Eugenia uniflora</i> L.			2.70		3.13	
Pejibaye	<i>Guaiacuma utilis</i> Oerst.	2.44	13.89	35.14	10.34	28.13	
Poró	<i>Erythrina</i> spp.			2.70	3.45		
Quinacola							
Raspa Guacal	<i>Crescentia alata</i> H.B.K.					3.13	
Ratón	<i>Rapanea ferruginea</i> (R. & P.) Mez				6.90		
Safrón	<i>Caesalpinia eriostachys</i> Benth.	2.44					
Zapote	<i>Pouteria sapota</i> (Jacq.) H.E. Moore &	14.63	22.22	13.51		28.13	
Suncuya	<i>Annona purpurea</i> M. & S.					3.13	
Sonzapote	<i>Licania platypus</i> (Hemsl.) Fritsch	17.07	5.56			3.13	
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	56.10	25.00	13.51			
Targua	<i>Croton</i> spp.				3.45		
Tibilote/Jiguilote	<i>Cordia allba</i> (Jacq.) Roem. & Schult.					3.13	
Tolulo		2.44					
Toreta	<i>Annona boluseriacea</i> Safford.	2.44					
Toronja	<i>Citrus grande</i> (L.) Osbeck	17.07	11.11	18.92		9.38	
Tuna	<i>Nopalea cochenillefera</i> (L.) Salm-Dyck		5.56			3.13	
Yuplón	<i>Spondias cathartica</i> Sonn.	2.44	13.89	16.22		12.50	
Zapotillo	<i>Pouteria</i> spp.	4.88	5.56				

Cuadro 6. Plantas de una altura hasta 30 metros en el huerto mixto.

Nombre Común	Nombre Científico	BS-T f(%) (n=41)	BH-T f(%) (n=36)	BMH-T f(%) (n=37)	BMH-P f(%) (n=29)	BMH-P f(%) (n=32)
Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	51.22	61.22	67.57	34.48	56.25
Ardilla	<i>Pithecolobium arboreum</i> (L.) Urban		2.78			
Cedro Amargo	<i>Cedrela mexicana</i> Roem.	9.76	2.78	10.81	3.45	6.25
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	2.44				
Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.		2.78		10.34	
Coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	80.49	63.89	78.38	17.24	71.88
Corozo/Palma Real	<i>Scheelea costaricensis</i> Burr.			2.70		
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i> (Bert. & Balk) Skeels		2.78			
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.			2.70		
Gallinazo (2)	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) Blake		2.56			
Gavilán (3)	<i>Albizia</i> spp.		2.78			
Guácimo Molenillo	<i>Luehea candida</i> (DC) Mart.	2.44				15.63
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Gris	2.44				12.50
Hiquerón	<i>Ficus</i> spp.		5.56			
Jabillo	<i>Hura crepitans</i> L.					3.13
Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.		2.78			6.25
Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (R. & P.) Cham.	2.44	22.22	21.62		
Mamey	<i>Mammea americana</i> L.			8.11		
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	80.49	55.56	56.76	75.86	53.13
Manzana de Agua	<i>Eugenia malaccensis</i> L.	12.20	19.44	29.73	24.14	25.00
Manzana Rosa	<i>Eugenia jambos</i> L.		2.78	2.70	13.79	9.38
Olosapo	<i>Couepia polyandra</i> (HBK) Rose	4.88				
Palma Africana	<i>Elaeis guinensis</i> Jacq.				3.45	3.13
Pino	<i>Pinus</i> spp.		8.33	2.70	3.45	3.13
Pochote	<i>Bombacopsis fendleri</i> (Seem.) Pittier	2.44				
Poró	<i>Lrythrina</i> spp.			2.70	3.45	
Quebracho	<i>Lysiloma seemii</i> Brit. & Rose	4.88				
Roble Sabana	<i>Tabebuia rosea</i> (Vertol.) DC	12.20	13.89	8.11	3.45	3.13
Teca	<i>Tectona grandis</i> L.	2.44				

Cuadro 7. Algunos datos sobre diversidad en huertos mixtos en diferentes zonas de Costa Rica.

Location	Total Species	Ratio of Tree to non-tree species (mean/garden)	Mean No. Species/garden	n
Guapiles ^{1**}	58	8 : 12	20	5
Alajuela ²	47	9 : 7	16	6
Porto Viejo ¹	23	7 : 6	16	2
Monte Verde ³	31	8 : 12	19	2
Santa Rosa ⁴	25	10 : 7	16	2
Guayabo ⁵ /Limon ⁶	56	5 : 6	10	22
		7.8 : 8.3	16	39

* Unpublished survey data from Melinda Troutner, Linda Newstrom, Anabelle Maffioli, Miguel Holle and Norman Price

** ecological Zones (Holdridge)

1 Tropical Wet Forest

2 Premontane Moist Forest

3 Premontane Rainforest

4 Premontane Moist Forest, Basal Belt Transition

5 Premontane Rain Forest

6 Premontane Wet Forest, Basal Belt Transition

UNA PRACTICA AGROFORESTAL SECUENCIAL

Por Gerardo Budowski

(Propiedad del Sr. Rafael Gamboa, 6 km al oeste de Siquirres, sobre la carretera de Turrialba a Siquirres, Costa Rica)

Introducción y Objetivos:

En muchas zonas del trópico americano existen numerosos bosques secundarios en diferentes etapas de desarrollo, producto del abandono después de haber utilizado el terreno para cultivos agrícolas o ganadería siendo lo común que se inicia el proceso con algunos años de cultivo (1-3) y luego sigue un período más largo de pastos que pueden ser naturales o introducidos (casi siempre africanos). La modalidad de agricultura nómada se basa esencialmente sobre el hecho de que los bosques secundarios que vuelven a ocupar el terreno dejado vacante, eliminan las malezas que solo pueden vivir con mucha luz, y regeneran la capacidad de producción de suelos al mejorar su textura y restaurar su fertilidad. Las causas de abandono subsecuente de terrenos dedicados a pastoreo se deben usualmente a varios factores que actúan conjuntamente, entre los que se destacan la compactación del suelo (especialmente si es una zona húmeda y hay pisoteo de ganado), invasión de malezas difíciles de erradicar y que debilitan el pasto o aumentan considerablemente los costos de limpieza, pérdida progresiva de nutrimentos, erosión y desde luego pérdida de "fortaleza" de los pastos deseados.

Raras veces se han hecho esfuerzos para manejar inteligentemente las diferentes "fases" del bosque secundario" en esta secuencia de bosque-cultivo (o a veces pasto inmediatamente) - bosque secundario - cultivo (o pasto) - bosque secundario, etc. El terreno que se visitará constituye uno de los pocos casos de manejo inteligente de bosque secundario, un tema que ha sido objeto de investigaciones que datan desde 1954 en el CATIE (Holdridge 1957). La dinámica de la sucesión secundaria para zonas bajas en América Central también fue objeto de diferentes estudios (Budowski, 1963, Budowski, 1965) que mostraron que muchas especies arbóreas de la sucesión secundaria tardía (la que sigue a los pioneros en cuanto a dominancia), tienen alto valor para madera, a la vez que producen postes delgados y gruesos, leña y otros productos y servicios, estos últimos especialmente en cuanto a protección del suelo contra erosión y ambiente propicio para la fauna silvestre.

Algunas investigaciones previas sobre el manejo de bosques secundarios notablemente cuatro tesis de estudiantes (González de Moya, 1955; Rosero, 1960; Madriz, 1965; Martínez, 1979) mostraron la factibilidad biológica y en algunos casos económica para controlar las intervenciones sobre la base de mediciones científicas, incluyendo explotaciones de árboles de estos rodales desde el momento de intervenir y con fines de venta (o sea una entrada económica inmediata). El principio que se siguió siempre era el siguiente aquí resumido:

1. cortar los bejucos y arbustos o árboles pequeños sin valor comercial;
2. cortar árboles grandes sin valor (a veces llamados árboles "lobo") particularmente cuando entorpecen el desarrollo de árboles jóvenes valiosos. A veces también se eliminan anillándolos para producir su gradual degradación y eliminación. Si hay mercado para madera se tratará de vender el producto.

3. cortar árboles valiosos, especialmente cuando hay buena regeneración (brinzales y latizales) de otros árboles valiosos establecidos en su sombra o cerca de ellos y que necesitan de más luz en esta fase crítica de su desarrollo.

Con estos antecedentes se ofrece a continuación el inventario tomado en 1979. El bosque secundario del Sr. Rafael Gamboa cerca de Siquirres que se visitará durante la excursión del domingo 13 de noviembre, corresponde a este caso. Se tomó un inventario en 1979 con motivo de otro curso y en 1981 se terminó una tesis de estudiante allí (Leiva, 1981).

Los datos fueron compilados por Pablo Rosero de este Departamento.

En un sentido estricto no se sabe si el Sr. Gamboa tiene la intención de cortar de nuevo todo el bosque y cultivar o establecer potrero en una segunda oportunidad. Aparentemente hay razones para pensar que vale la pena seguir manejando ese bosque sobre la base del rendimiento sostenido en vista de los aumentos en los precios de la madera y la dificultad de criar ganado y mantener pastos libres de maleza en áreas de tanta precipitación pluvial.

ALGUNOS DATOS SOBRE UN BOSQUE SECUNDARIO

MANEJADO EN SIQUIRRES, COSTA RICA

P. Rosero, CATIE
1981

Localización: a 44 km de Turrialba, carretera a Limón, unos 6 km antes de llegar a Siquirres a la derecha.

a.s.n.m.: 150 m.

Precipitación anual: 4100 mm aproximadamente (7 años)

Temperatura prom. anual: 24° C

Superficie: 13 hectáreas

Propietario: Sr. Rafael Gamboa (los últimos 30 años)

Edad del bosque: 15 años aproximadamente (en 1979)

Características: de dos lotes de muestreo de 1000 m² (25 x 40 m)

Lote #1

Condición: Bajfo contiguo al Río Siquirres

Especies: 8 comerciales, de alto valor*

Area basal: 37.1 m²/ha

Volumen total: 507 m³/ha

Densidad: 610 árboles/ha

Lote #2

Plataforma alta de la propiedad

9, todas comerciales, 1 de alto valor*

26.9 m²/ha

412 m³/ha

410 árboles/ha

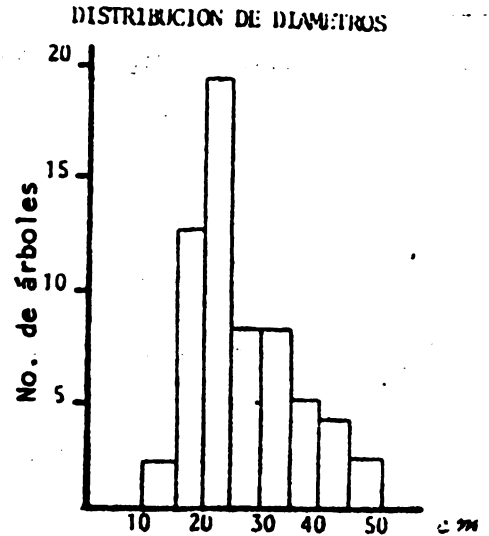
Ambos lotes presentan una distribución diamétrica que ofrece buenas posibilidades para un manejo adecuado.

Lote 1. Siquirres (secundario tratado) 1000 m² (40 x 25)

Nombre común	Especie	Nº árboles		Area basal m ²		Volumen m	
		Total	%	Total	%	Total	%
Guácimo	<u>Goethalsia meiantha</u>	33	54	2.2650	61	31.690	62
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	11	18	0.6690	18	9.286	18
Anonillo	<u>Rollinia microcephala</u>	9	15	0.4834	13	6.455	13
Quizarrá	Lauraceae	2	3	0.0481	1	00.571	1
Fruta dorada	<u>Virola sebifera</u>	2	3	0.0521	1	0.417	1
Pisquil	<u>Albizia sp.</u>	1	2	0.0241	1	0.365	1
Guaba	<u>Inga sp.</u>	1	2	0.0398	1	0.409	1
Guarumo	<u>Cecropia peltata</u>	2	3	0.1423	4	11.598	3
		61	100	3.7238	100	50.791	100

*Desde 1979, esta cifra ha cambiado considerablemente debido a aumentos en el precio de la madera.

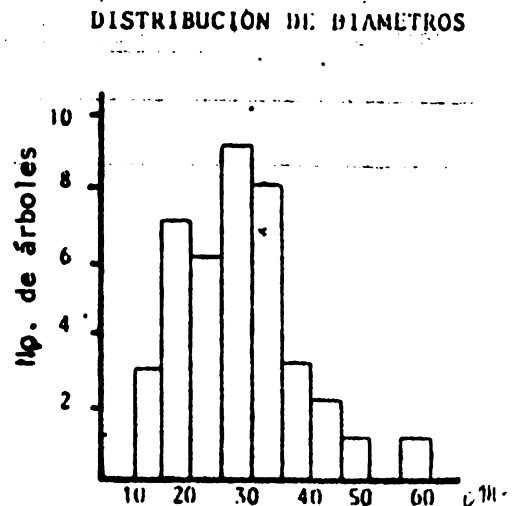
Categ. Diam.	Frecuencia	A. Basal (m ²)	Volumen (m ³)
12.5	2	0.0245	0.218
17.5	13	0.3127	4.027
22.5	19	0.7555	9.111
27.5	8	0.4752	6.908
32.5	8	0.6637	9.606
37.5	5	0.5522	8.025
42.5	4	0.5675	6.899
47.55	2	0.3544	5.997
	61	3.7057	50.791



Lote #2. Siquirres (secundario tratado)

Nombre común	Especie	Nº árboles		Area basal m ²		Volumen m ³	
		Total	%	Total	%	Total	%
Anonillo	<u>Rollinia microsepala</u>	26	65	1.8311	68	28.956	76
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	5	13	0.4148	15	6.435	15.5
Aceituno	<u>Simarouba amara</u>	2	5	0.0245	1	0.258	0.5
Guácimo	<u>Goethalsia meiantha</u>	2	5	0.2366	9	3.740	9
Fruta dorada	<u>Virola sebifera</u>	1	2.4	0.0241	1	0.222	0.5
Fruta dorada	<u>Virola koschnii</u>	1	2.4	0.0594	2	0.800	2
Turrú	<u>Sapranthus palanga</u>	1	2.4	0.0241	1	0.206	0.5
Guava	<u>Inga sp.</u>	1	2.4	0.0398	1.5	0.304	1
Quizarrá	Lauraceae	1	2.4	0.0398	1.5	0.357	1
		40	100	2.6942	100	41.278	100

Categ. Diam.	Frecuencia	A. basal (m ²)	Volumen (m ³)
12.5	3	0.0368	0.371
17.5	7	0.1684	2.158
22.5	6	0.2385	2.586
27.5	9	0.5345	7.669
32.5	8	0.6637	10.918
37.5	3	0.3313	5.296
42.5	2	0.2837	4.526
47.5	1	0.1772	2.940
57.5	1	0.2597	4.814
	40	2.6938	41.278



LITERATURA CITADA

1. BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrialba (Costa Rica 15(1):40-42. 1965.
2. _____. Forest succession in tropical lowlands. Turrialba (Costa Rica) 13(1):42-44. 1963.
3. HOLDRIDGE, L.R. The silviculture of natural mixed tropical hardwood stands in Costa Rica. In Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tropical silviculture, Volume 2. Rome, FAO. Forestry and Forest Products Studies no. 13. 1957. pp. 57-66.
4. GONZALEZ DE MOYA, M. Ordenación de un bosque subtropical de crecimiento secundario en Costa Rica. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1955. 140 p. 58 ref.
5. LEIVA PEREZ, J.M. Crecimiento inicial de Cordia alliodora (R&P) Oken en plantación a campo abierto y bajo dos tipos de cubierta de bosque secundario tropical, en Siquirres, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1982. 96 p. 73 refs.
6. MADRIZ, A. Algunos datos para el manejo de bosques secundarios degradados de la parte occidental de la Meseta Central. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1965. 98 p. 35 ref.
7. MARTINEZ HIGUERA, H.A. Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1979. 101 p. 57 refs.
8. ROSERO, P. Selección de algunas especies forestales a base de su crecimiento y regeneración natural. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1960. 59 p. 45 ref.

SECCION 2

S2-1

BASES CONCEPTUALES PARA LA APLICACION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS A LA AGROFORESTERIA

Dr. Jeffrey R. Jones,
CATIE,
Turrialba, Costa Rica.

Introducción

El enfoque de sistemas es una metodología desarrollada para enfrentar los problemas de diseño y transferencia de tecnologías para pequeños agricultores que resulta de mucho interés para la implementación y análisis de sistemas agroforestales. La agroforestería enfrenta a los forestales por primera vez con el problema de entender el manejo de fincas; la mayoría de los esfuerzos anteriores en la forestería social, y en la forestería de la comunidad han procedido en una forma poca sofisticada en cuanto a su apreciación de las necesidades y limitantes de la población afectada por proyectos forestales. El poco interés de los forestales por estos aspectos tal vez es el resultado de la mala comprensión del papel de fincas en el manejo y la producción forestal, o incluso de cierto "bloqueo mental" debido a la forma de entrenamiento de los forestales (Budowski 1981).

La leña presenta un ejemplo muy claro de la relación de la agroforestería con fincas. En Centroamérica, la leña es el producto forestal más importante en cuanto a volumen; en 1977 de

un total de 21 millones de metros cúbicos de madera utilizada en Centroamérica, 17 millones, es decir 80%, fue para leña (Gewald 1980). Datos más recientes calculan que este consumo de leña ha llegado casi a 24 millones de metros cúbicos (Jones y Bauer 1983). Sin embargo, los bosques naturales del istmo no son la única fuente de leña, y más bien, es posible que representen una fuente de leña de importancia muy reducida por razones geográficas. Los bosques naturales que todavía persisten en Centroamérica cubren 37% de la superficie total; sin embargo, estos bosques están concentrados en las zonas húmedas sin estación seca, que son relativamente despobladas y que quedan a distancias significativas de los centros de población. En las zonas bajas con estación seca, y en las zonas altas es donde se concentra la población humana, 72% de la cual cocina con leña; es decir, la demanda para leña se concentra en las zonas más deforestadas (Jones and Bauer 1983). La conclusión es clara; las tierras agrícolas de esas zonas pobladas son las productoras de leña en grandes cantidades, y es posible que contribuyan con la mayor parte del volumen de producción regional de toda clase de madera.

Dada la importancia de la población agrícola en la producción forestal, el problema consiste en entender las motivaciones de los agricultores, sus procesos de toma de decisión en cuanto al componente arbóreo de sus fincas, y la utilización de esos componentes en la finca. Tales investigaciones implican llegar

al conocimiento de las interrelaciones entre los árboles y los otros componentes de la finca, no solo para la producción de leña, sino también para la producción de postes, forrajes, y materiales de construcción, etc. Además los beneficios no materiales de la agroforestería, tales como la conservación de suelos, y la protección de los efectos del sol y viento tendrán que ser comprendidos, dado que constituyen una parte importante de la motivación del agricultor.

La comprensión de la finca como un todo es el objetivo del enfoque de sistemas, y su aplicación a la agroforestería es necesaria dado la integración de los sistemas agroforestales a los otros sistemas de fincas.

El Enfoque de Sistemas

El enfoque de sistemas fue desarrollado en primer lugar para la resolución de problemas de diseño y transferencia en cultivos anuales. Es un enfoque multidisciplinario que trata de reconocer la complejidad del manejo de la finca pequeña, y adecuar la investigación biológica a las necesidades de esta clase de finca.

Uno de los primeros centros agrícolas que aplicó el enfoque de sistemas fue el ICTA en Guatemala (Hildebrand 1979), pero al mismo tiempo otros centros, tal como el CATIE estaban

desarrollando la metodología en forma paralela (Moreno 1977:Hart 1980; Navarro 1979). En 1978, se hizo una revisión del uso del enfoque de sistemas en varios centros del sistema CGIAR (Consultative Group for International Agricultural Research) (Dillon et al. 1978), y en 1981 se hizo otra revisión más amplia de su utilización en los centros del CGIAR y otros centros internacionales (Shaner et al. 1981). Estas dos publicaciones constituyen las presentaciones más completas hasta ahora de la metodología y su aplicación.

Un resultado de la introducción del enfoque de sistemas fue la obligación de reconsiderar la definición de la investigación agrícola. Las metodologías tradicionales de investigación no dieron los resultados esperados por las limitaciones del modelo de investigación. El ejemplo de la investigación en cultivos anuales ilustra el problema. La metodología tradicional de investigación agrícola se basaba en el manejo de parcelas experimentales dentro de estaciones experimentales donde se intentó controlar todos los variables que podrían afectar a la producción para precisar el efecto de una o unas pocas variables. Estos experimentos se llevaban a cabo en una forma técnicamente óptima, con la aplicación de abonos, insecticidas, cuidados intensivos, buenos suelos y riego cuando era necesario. Lógicamente, al variar algunas de estas variables en las condiciones normales de la zona resultó difícil aplicar las recomendaciones de la estación experimental. De hecho, el

problema que se encontró con los esfuerzos de extensión para los países en vías de desarrollo fue que los agricultores no aceptaron las variedades nuevas, o las tecnologías nuevas; o en el caso de que las aceptaron, no las manejaron en la forma óptima porque no fueron diseñadas para uso bajo las condiciones de finca. La falta de cooperación de los agricultores con proyectos forestales igualmente se debe en gran parte a la falta de conocimiento de las condiciones socio-económicas de los agricultores (Hoskins 1979: Jones 1983).

Lo que se concluyó de esas primeras experiencias en transferencia de tecnología fue que la investigación tiene que tratar de duplicar las condiciones de campo para mejorar la posibilidad de que las tecnologías desarrolladas sean funcionales para los agricultores. La investigación tiene que tratar de duplicar no solo las condiciones de suelo y clima, sino también tomar en cuenta precios de productos, precios de insumos y mano de obra, y también las actitudes de los agricultores en cuanto al manejo de su finca. Sin tomar en cuenta estas variables, el resultado más común es el desarrollo de una tecnología de alta productividad pero que requiere insumos de algunos factores en cantidades o en calidades que no permiten una producción rentable bajo las condiciones normales de los agricultores.

El concepto de investigación que originó a partir de esas experiencias constituye un enfoque más amplio de lo que se había

conocido anteriormente. El concepto tradicional de la investigación trató el desarrollo agrícola como un problema netamente biológico. Lo que faltaba era una apreciación realista de la producción agrícola; el agricultor no solo piensa en lograr rendimientos altos, sino también trata de ver como mejorar su calidad de vida, mejorar sus ingresos, evitar riesgos, asegurar la tenencia en su finca, etc. La estrategia de manejo de la finca incorpora una serie de objetivos de tipo biológico, económico y social que están basados en las exigencias de vida específicas de cada zona.

Cuando se toma en cuenta todas las condiciones ambientales biológicas y socio-económicas, y los objetivos de los agricultores para el manejo de la finca, la estrategia de manejo de la finca resulta muy compleja. Aunque como técnicos podemos darnos el lujo de especializarnos en la producción forestal, o la producción de plantas anuales, o la producción animal, etc. el agricultor tiene que manejar todo los elementos, y no solo manejarlos, sino también combinar sus manejos en la forma que le den un resultado óptimo. La subestimación de la importancia de esta complejidad fue la raíz de los problemas con la metodología tradicional de la investigación agrícola.

Como respuesta al problema de la complejidad de las fincas, el enfoque de sistemas fue desarrollado con base en un equipo multi-disciplinario. Las fases de investigación y de

implementación de tecnologías se llevan a cabo con el equipo multi-disciplinario para evitar que el sesgo disciplinario ocasione que la investigación agrícola ignore factores importantes que no son estrictamente agronómicos. La composición del equipo no es fija; debe de incluir científicos biológicos y sociales, pero dentro de estos lineamientos generales hay mucha posibilidad de variación (vea Dillon et al. 1978 para la discusión de composición).

El Proceso de Investigación del Enfoque de Sistemas

El enfoque de sistemas recomienda una estrategia de investigación interactiva. La estrategia integra la investigación en la estación experimental con investigaciones socio-económicas en el campo, y estas dos con pruebas de tecnologías en fincas de agricultores. La alimentación, y retroalimentación, de los diferentes aspectos de investigación permite un afinamiento continuo de la investigación a las condiciones en las cuales tendrá que aplicarse.

La investigación en base al enfoque de sistemas empieza con una primera etapa de definición del proyecto, que consiste en la definición del area de trabajo y el objetivo del proyecto (mejoramiento de sistemas agroforestales, por ejemplo). Esta primera etapa utiliza datos censales agropecuarios, y no requiere

SELECCION DE AREA

CARACTERIZACION INICIAL
VISITAS DE RECONOCIMIENTO Y/O ENCUESTAS
SEGUN NECESIDAD ASPECTOS TECNICOS Y
SOCIO-ECONOMICOS

IDENTIFICACION INICIAL
DE PROBLEMAS Y SIS-
TEMAS
ACTUALIZACION DE
SISTEMAS Y PRO-
BLEMAS TECNICOS
Y PRODUCTIVOS

REVISION DE CONOCIMIENTO TEC-
NICO Y DISEÑO DE SISTEMAS
MEJORADOS
REVISION DE DISEÑO
DE SISTEMAS MEJORADOS

CLASIFICACION DE
DISEÑOS

NECESITAN MAS
ESTUDIO

NECESITAN
EVALUACION

NECESITAN
VALIDACION

YA VALIDADO

INFORMACION SECUNDARIA

BANCO DE DATOS AREA/ARRIBOS/CULTORES/SISTEMAS

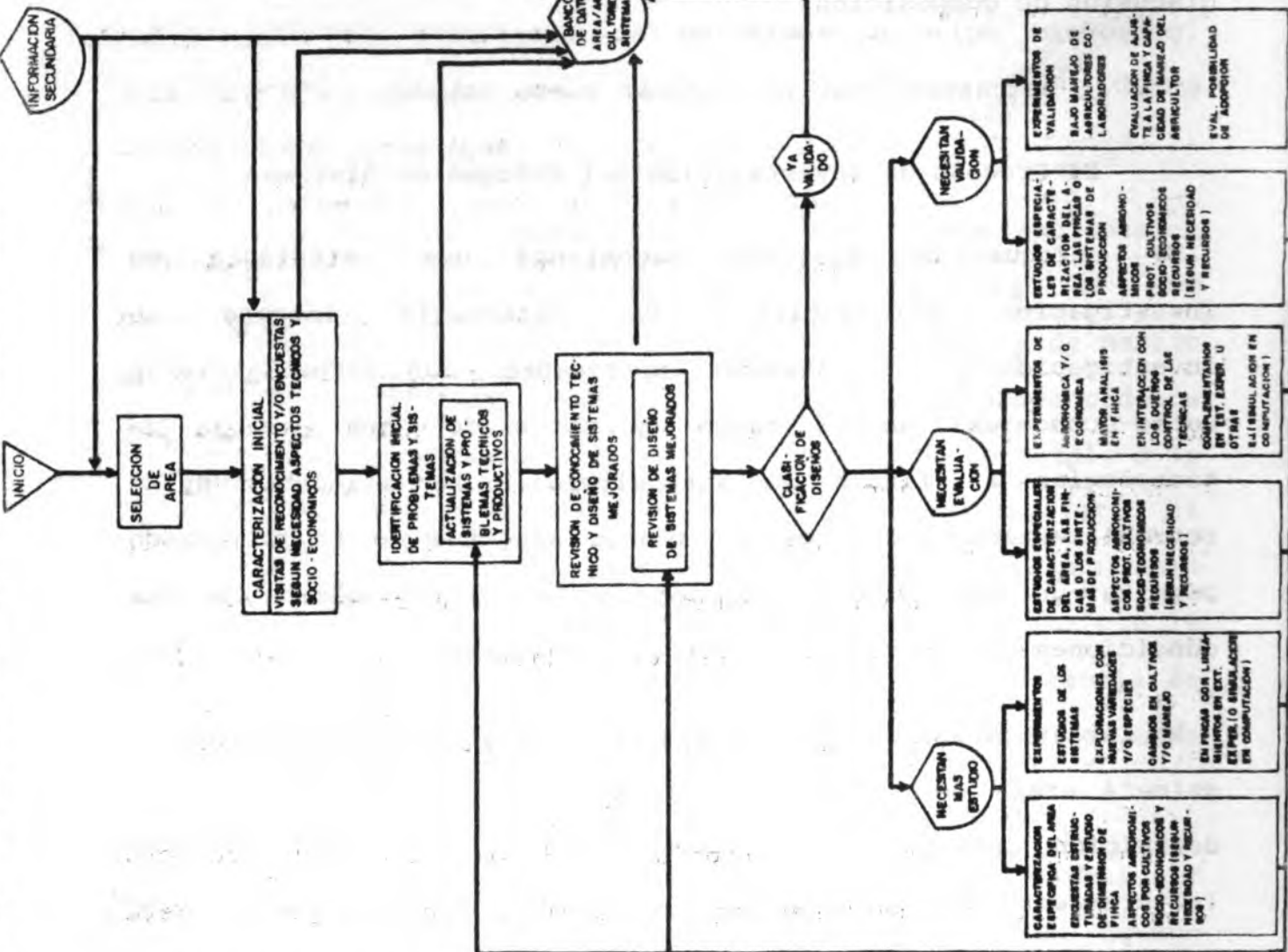
SISTEMA O ALTERNATIVA MEJORADA (INFORME)

DOMINIO REGION

INFORMACION ADIESTRAMIENTO

DIFUSION

EXTRAPOLACION



Tomado de: Navarro, L., 1980.

PLANIFICACION INICIAL

TRABAJO DE CAMPO

TRABAJO DE CAMPO QUE OCURRE CON EL AÑO 3 ESCUELA

mayores investigaciones (ver diagrama 1).

La siguiente etapa consiste en una **caracterización** de la zona. Este trabajo se hace con equipos multi-disciplinarios en un período corto de trabajo intensivo. El objetivo de la caracterización es conocer la situación general de la zona, especialmente en cuanto a condiciones de mercado, clima, etc., y de definir "sistemas de fincas" prevalecientes. Los sistemas definidos en esta etapa son asociaciones temporales o espaciales de cultivos con cultivos, o cultivos con animales, o en el caso de agroforestería, de árboles con otros componentes de la finca. Los sistemas también incluyen asociaciones funcionales, en las cuales el productor de un cultivo forma parte de otra actividad en la finca, como por ejemplo un cultivo que sirve como abono verde o forraje. La función de la caracterización es la de definir los sistemas que van a influir en el objetivo principal del proyecto. Por ejemplo, si el objetivo del proyecto es el mejoramiento de cercas vivas, la caracterización debe de definir para qué están usadas las cercas vivas, y cuáles son las limitaciones en su uso. Además, la caracterización sirve para identificar la extensión de los sistemas; si un "sistema" se practica solamente por el 5% de la población, no vale la pena invertir muchos fondos en su investigación.

En base a la caracterización se identifica el enfoque del proyecto. Las consideraciones para el enfoque son dos; por un

lado debe incluir todos los elementos relevantes del agroecosistema para evitar la incompatibilidad cuando llegue el momento de trabajar en el campo. Una segunda consideración es que el agroecosistema este ampliamente difundido y homogéneo en su aplicación. Es decir, el enfoque debe de ser un agroecosistema de amplia difusión y además, debe de tener una homogeneidad en su uso y en la clase de agricultor que lo utilice. Tomando en cuenta estos dos puntos, la investigación de la alternativa tecnológica tendrá aplicación más fácilmente dentro de las fincas de la zona escogida, y se asegura la existencia de un dominio de recomendación que justifica la inversión de recursos en la investigación.

Una vez identificado el agroecosistema de enfoque, se procede al **diseño de sistemas mejorados** con base en los conocimientos técnicos ya existentes sobre los elementos del sistema. La confianza que uno tendrá en la tecnología propuesta depende de los datos existentes sobre los elementos. Si hay abundantes pruebas de campo en condiciones y en agroecosistemas parecidos a los del agroecosistema de enfoque, los datos serán más confiables que si provienen solamente de una estación experimental. Después de la propuesta de la alternativa tecnológica, hay que hacer un juicio del estado de desarrollo de la alternativa, es decir, **clasificar los diseños** en cuanto al tipo de investigación que falta para llevarlo al punto de recomendación.

Si hay bastante confianza en la aplicabilidad de la alternativa se puede empezar con el proceso de **validación** de tecnología. La tecnología se recomienda para implementar en las fincas de agricultores, manejado por el agricultor solo, con consejos técnicos del personal del proyecto. La validación consiste en observar la utilización de la alternativa por agricultores de la zona bajo sus propias condiciones, y según sus propios regímenes de trabajo. Deben ser estudiadas variaciones en el uso de la alternativa están estudiados para diferenciar cuales son por idiosincrasia del agricultor, y cuales son necesarias de acuerdo a las condiciones reales.

En el caso de una buena aceptación de la alternativa se pasa a la etapa de **recomendación** que consiste en la difusión por parte de las agencias de extensión.

Lo más común es que la alternativa pase por un proceso menos directo hacia la recomendación. En la etapa de validación, si resulta que hay problemas en la aceptación, o en la implementación de la tecnología, se pasa de nuevo a los pasos anteriores. Los problemas pueden ser el resultado de la falta de conocimiento de los sistemas cuando se identificaron los problemas y sistemas de enfoque; en tal caso, se ajustan los datos de los agroecosistemas, y se pasa de nuevo a la revisión del diseño.

Otra posibilidad es que en la primera clasificación de diseño,

no había suficiente confianza en la propuesta técnica como para pasarla directamente a los agricultores para validación. En tal caso, se puede pasar por la fase de evaluación, o fase de estudio. La fase de evaluación involucra la implementación de la alternativa en fincas particulares, pero bajo el control de los técnicos del proyecto, y con la mayoría de los gastos asumidos por el proyecto. En la fase de evaluación, el agricultor sirve como consejero técnico, observando y comentando sobre el manejo de la alternativa. Esta interacción es importante para el afinamiento de la tecnología. Una vez afinada la tecnología, las fincas de evaluación pasan a ser fincas de validación, y los agricultores tienen que manejar la alternativa por su propia cuenta. La fase de evaluación incluye investigación agronómica pura, es decir ensayos formales; estos pueden estar ubicados en fincas de la zona, o en una estación experimental apropiada.

En el caso que la información existente para formular la alternativa tecnológica sea muy escasa, puede ser necesario limitar el trabajo a investigación en la estación experimental, o a investigaciones de campo para reconocer las características de las fincas o las agroecosistemas de interés.

Es importante notar que hay mucha interacción en las fases de estudio, evaluación y validación entre los agricultores y los técnicos. Esta interacción es de dos vías, es decir, además de la transferencia de tecnología del técnico al agricultor, el

técnico tiene que aprender del agricultor cuales son sus criterios de manejo y sus objetivos de trabajo, y entender como el agroecosistema funciona dentro de este marco. Esta interacción es la característica que más distingue el enfoque de sistemas, y lo que le da la posibilidad de evitar tiempo perdido en alternativas claramente inaceptables. Otro punto clave es la fase de caracterización, cuando se hace el esfuerzo de entender las estrategias existentes de manejo de fincas, y diseñar alternativas que realmente respondan a problemas en esta estrategia.

CONCLUSION

El enfoque de sistemas se puede resumir en cinco pasos;

- 1) Identificación del proyecto.
- 2) Caracterización del área de trabajo a nivel de región, fincas y agroecosistemas.
- 3) Diseño de tecnologías alternativas.
- 4) Validación de la tecnología.
- 5) Recomendación de la tecnología validada.

Lo que destaca en el enfoque de sistemas es la interacción dentro de este esquema, especialmente entre los pasos de caracterización, diseño y validación. Este proceso no es lineal, porque incluye la posibilidad de identificar tecnologías que no

serven, y que la investigación tendría que volver a un paso anterior. Otro punto de interés es que la reacción del agricultor entra en el proceso de prueba y diseño, por medio de las pruebas en fincas privadas durante el proceso de validación.

La estrategia es multi-disciplinaria, especialmente en las primeras fases de investigación. El uso del equipo multi-disciplinario permite una evaluación rápida y objetiva en la identificación del enfoque del proyecto. Aunque esta estrategia implica un gasto más alto en la fase preliminar, el objetivo es reducir gastos al evitar errores que echen a perder la investigación en el momento de la transferencia.

La investigación en base al enfoque de sistemas se basa en un supuesto importante; que la población de enfoque representa un grupo homogéneo, y que los sistemas de enfoque representan tecnologías homogéneas. Identificando estos grupos y tecnologías, el enfoque de sistemas tiene la posibilidad de desarrollar tecnologías alternativas que son más fácilmente aceptables por la población hacia la que va dirigido, en este caso, los agricultores, de tal forma que el costo de mejoras en el sector pueda reducirse.

De acuerdo a estos planteamientos no quedan dudas que una investigación basada en el enfoque de sistemas, con las correspondientes adaptaciones a las características de la agroforestería constituye un mecanismo útil para implementar en

forma precisa, rápida y económica, mejoras al sector.

BIBLIOGRAFIA

Budowski, Gerardo 1981

The socio-economic effects of forest management on lives of people living in the area; the case of Central America and some Caribbean countries. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Dillon, John L., Donald L. Plucknett, and Guy J. Vallaeys. 1978
Farming Systems Research at the International Agricultural Research Centers; Analysis by the Technical Advisory Committee Review Team of Farming Systems Research at CIAT, IITA, ICRISAT and IRRI. Wash. DC: World Bank.

Gewald, Nico J. 1980

"The importance of fuelwood in Central America: an appraisal and a plan for action". Paper presented in the Colloquium "L'Energie dans les Communautés Rurales des Pays du Tiers-Monde", Bourdeaux, France.

Hart, Robert D. 1980

Agroecosistemas; Conceptos Básicos. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Hildebrand, Peter E. 1976

Generating technology for traditional farmers; A multi-disciplinary methodology. Guatemala: ICTA.

Hoskins, Marilyn W. 1979

Community Participation in African Fuelwood Production, Transformation and Utilization. Discussion Paper Prepared for Workshop on Fuelwood and Other Renewable Fuels in Africa. Paris, November 1979: Overseas Development Council/Agency for International Development.

Jones, Jeffrey R. and Jan Bauer 1983

"Fuelwood in Central America". manuscrito.

Jones, J.R. and J.J. Campos A. 1983

Actitudes hacia la Reforestación de Agricultores de Piedades Norte, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Moreno, Raul 1977

Sistemas y Enfoque de Sistemas. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Navarro, Luis A. 1979

El problema general de la agricultura y la investigación agrícola basada en el enfoque de sistemas. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Navarro, Luis A. 1980

"Una metodología para el desarrollo de tecnología agrícola apropiada para pequeños agricultores de un área específica". Presentación para el "Curso sobre Técnicas y Estrategias para el Diseño de Opciones Tecnológicas como parte de la Investigación en Sistemas de Cultivo". Turrialba, Costa Rica: IDIAP (Panama) -CATIE.

Shaner, W.W., P.F. Philipp, and W.R. Schmenl 1982

Farming Systems Research and Development; Guidelines for Developing Countries. Boulder, Colorado: Westview Press.

DIAGRAMACION DE SISTEMAS, CON ENFASIS EN FINCAS Y EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Floria Bertsch*

INTRODUCCION

Desde el momento en que se pretende incorporar los sistemas agroforestales dentro de una realidad como instrumentos para promover un desarrollo sostenido, el contar con una metodología práctica y convincente que nos permita el estudio claro, dinámico, profundo pero a la vez simplificado, del sistema como tal, se vuelve o debe volverse una necesidad indispensable.

Sólo una metodología de estudio adecuada, susceptible a mejoras, pero al menos previamente definida, permite acercarse al logro de objetivos específicos.

Si se parte del hecho de que un sistema agroforestal es ante todo eso, un sistema, o sea, un conjunto de componentes que interactúan de tal modo entre sí que funcionan como una unidad, y que, además posee límites definidos, entradas y salidas, una metodología basada en un enfoque de sistemas, cuya clave es el análisis integral del todo, promete ser, al menos desde un punto de vista conceptual, una buena opción.

Hay que tener muy claro que esta metodología consiste esencialmente en un enfoque, en una forma de ver las cosas, y no en una serie de pasos a seguir estrictamente, y que su verdadero valor, su utilidad y potencialidades como herramienta para ampliar la comprensión integral de la realidad, ya sea a nivel de planificación de proyectos de desarrollo, de recolección de información y de formulación de nuevas alternativas, se descubre realmente durante su proceso de utilización.

Cabe aclarar también que, al menos aquí en el CATIE, esta metodología ha sido principalmente aplicada sobre sistemas agrícolas y pecuarios, y no son muchos los ejemplos que se han hecho sobre el componente forestal, sin embargo, no hay duda sobre su aplicabilidad en esta rama.

* M.Sc., Profesora Universidad de Costa Rica

Un enfoque de sistemas implica conceptualmente la consideración de dos aspectos importantes:

1. La definición del sistema como tal, o sea su descripción en términos de límites, componentes, interacciones entre componentes, entradas y salidas. (Figura 1). Hay que partir siempre de que un sistema es "un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, una entidad o un todo" (Becht, 1974). Además, todo sistema tiene una estructura y una función. La estructura depende de las características propias de los componentes, tales como: número de componentes, tipo de componentes y arreglo e interacción entre componentes; y la función, está relacionada con la manera como actúa el sistema: con el proceso de recibir entradas y producir salidas.

2. El concepto de jerarquía de sistemas, que es el que hace referencia a las interacciones verticales entre sistemas, o sea, que todo sistema es a su vez un subsistema de otro sistema mayor (Figura 2). De esta manera, un sistema agroforestal es parte de una finca, y a su vez, un conjunto de fincas constituye una región.

La metodología planteada para analizar sistemas según este enfoque consiste en la utilización de modelos que representen en forma simplificada la realidad.

En este caso estos modelos consisten en diagramas, figuras a base de símbolos, con los que se pretende representar estas realidades que han sido conceptualizadas como sistemas, y que deben elaborarse por lo menos para 3 niveles jerárquicos. O sea, se debe incluir el análisis y la diagramación del sistema que se considera el objetivo central del estudio, un nivel superior y un nivel inferior.

Este sistema central en una región definitivamente lo constituyen las fincas. Las fincas son los subsistemas productivos de la región y funcionan como unidades.

En una finca, por un lado, está la realidad social de una familia, padre, esposa, hijos, parientes y amigos, necesidades de comunicación y toda la

Límites del sistema

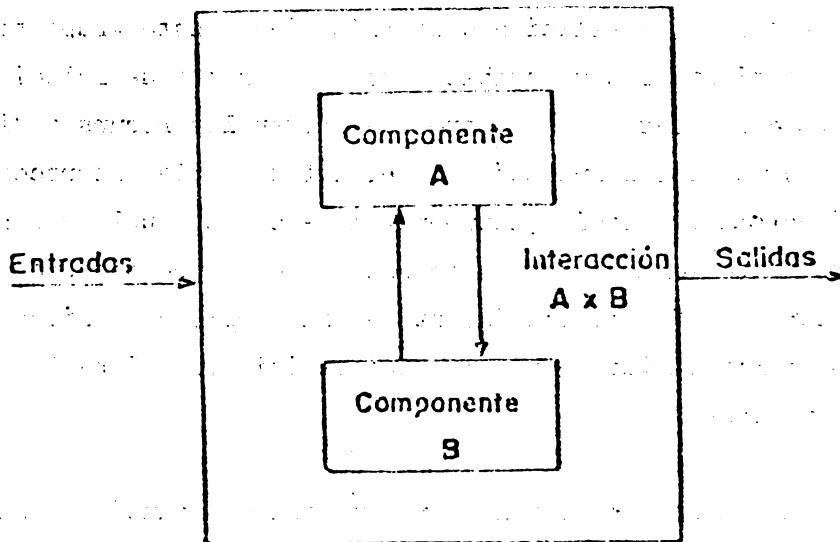
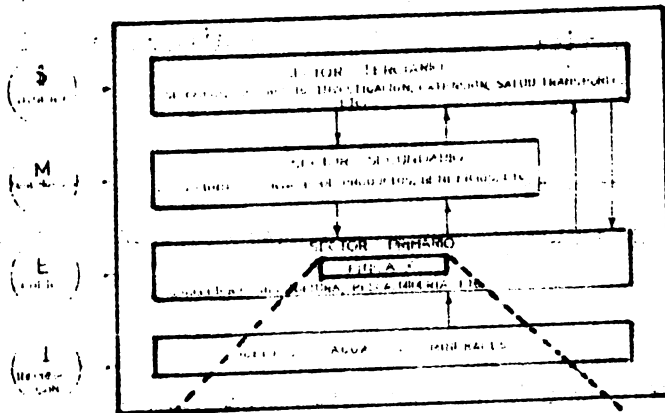
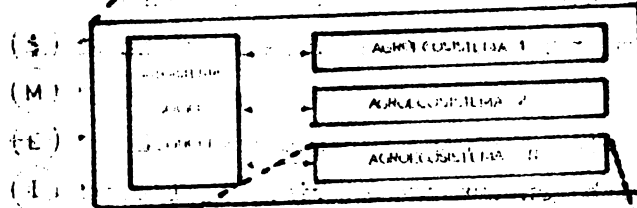


FIGURA 1. Definición de SISTEMA

UNA REGION



UNA FINCA



UN AGROECOSISTEMA

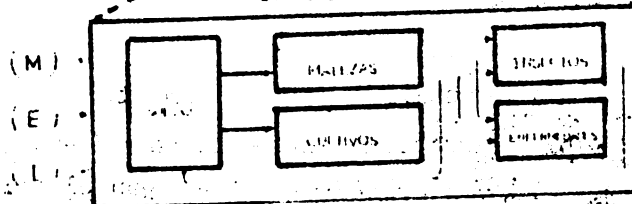


FIGURA 2. Jerarquía de SISTEMAS

problemática inherente a sus relaciones comunitarias. Este grupo tiene necesidades físicas y espirituales y establece toda una serie de relaciones para satisfacer estas necesidades. Y por otro lado están los recursos disponibles de esa finca, los componentes productivos, resultado de la interacción del ambiente-precipitación, radiación, temperatura - con el suelo y otras características físicas, que serán los que respondan a esas necesidades de la familia. El agricultor se enfrenta diariamente a esa compleja realidad como un todo, y es en esa forma conjunta que toma sus decisiones. Para él, la finca es su unidad de producción.

De esta manera, cualquier sistema agroforestal que funcione dentro de una finca resulta un componente de esa finca; una parte de la unidad de producción y como tal, debe ser comprendido y analizado, como un subsistema del sistema finca.

Por último, como parte de una región, la finca pertenece a una problemática social, política y económica dada, y ésta, definitivamente influye en su funcionamiento.

Una diagramación a estos tres niveles puede ayudar a una comprensión más real de la situación de los sistemas agroforestales en una región.

Diagramación

Para realizar la diagramación de un sistema se requiere ante todo que éste sea conceptualizado mentalmente como tal. Plantearse las cosas y la situación en términos de componentes, entradas, salidas, interacciones.

Esto es muy importante al momento de recolectar la información ya que el tipo de preguntas que se hagan durante la visita (al sistema) deben ir dirigidas en búsqueda de esos aspectos.

De paso, como parte de la metodología, se ha planteado la eliminación de la encuesta formal preestablecida, debido a que muchas veces tiende a ser limitante, y más bien se promueve la conversación libre con el agricultor y el recorrido de su finca, porque aunque la información se obtiene en una forma más desordenada promete ser mayor y más confiable.

Detrás de todo estudio de una realidad, existe un objetivo específico. En este caso sería los sistemas agroforestales, y por consiguiente se debe tratar de establecer la mayor claridad en las relaciones de este aspecto con el resto del sistema, en los tres niveles, sin embargo, no debe por eso olvidarse la consideración de los otros componentes. Gran parte del valor de la metodología al pretender evaluar el todo, es que permite estimar la importancia de un componente respecto a los otros. A través del análisis integral se consigue realidad y objetividad.

Para elaborar los diagramas se hace uso de una serie de figuras geométricas con significados definidos que han sido adaptadas y adoptadas de los símbolos propuestos por H. Odum (1971) para la expresión de sistemas ecológicos (Cuadro 1).

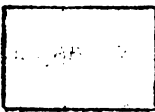


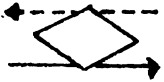
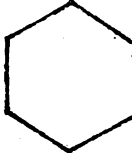

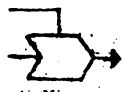
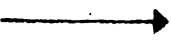
Estos son:

- * Un rectángulo, que se usa para representar los componentes, o sea las partes de un sistema, sin entrar en detalle sobre sus procesos internos.
- La suma de todas las zonas boscosas de una región constituiría el componente bosque en un diagrama regional.
- Una cerca viva como sistema agroforestal, sería un componente de una finca.
- El coco sería un componente de un agroecosistema que combina coco, cacao, vainilla y achiote.

Todos éstos en su respectivo nivel se representaría como un rectángulo.

- * Con un círculo y una flecha se representan las fuentes o entradas al sistema.
- Son entradas siempre, la energía o radiación solar, la precipitación o una naciente de agua, los insumos agrícolas, los materiales y herramientas, los combustibles, etc.
- Además también puede serlo el dinero que entra por concepto de un préstamo, la información como asistencia técnica, etc.

CUADRO 1. Simbología de SISTEMAS. (Odum, 1974 - Hart, 1979)

		COMPONENTE
		FUENTE o ENTRADA
		ALMACEN
		TRANSACCION ECONOMICA
		SERES VIVOS
		SUMIDERO de CALOR
		INTERACCION de FLUJOS
		SALIDAS

- * Todo lo que se almacena dentro del sistema se representa con un símbolo semejante a un tanque.
- Ejemplos de almacenes pueden ser un depósito de agua en una finca, como almacén de líquidos.
- El maíz que el agricultor almacena y va utilizando progresivamente ya sea para consumo, venta, o para cambiarlo por otros productos.
- Cuando compra fertilizante, el agricultor lo almacena hasta su aplicación. También una pila de leña en un trapiche representa un almacén.
- * Otro símbolo, que consiste en un rombo entre dos flechas, se denomina transactor económico, e implica un intercambio de dinero en una dirección, representado por la línea discontinua, por elementos que entran o salen del sistema, en la otra dirección, representados por la línea continua, o sea, es un intercambio de dinero por materiales y servicios.
- Ejemplos de elementos que deben ser representados con un transactor económico son el medidor de luz consumida, situado dentro del sistema, que indica una entrada de energía eléctrica y a la vez una salida de dinero para pagar ese servicio.
- La transacción económica que ocurre en el mercado externo al sistema, cuando el agricultor recibe dinero por la venta de sus productos.
- * Para representar seres vivos, como una familia, una población, o cualquier grupo humano, se usa un hexágono.
- * La flecha vertical sobre tres rayitas, saliendo de algún otro símbolo es señal de que en ese sitio ocurre pérdida de energía. Por lo general se prescinde de este signo, aunque resulta de gran utilidad señalarlo.
- Todos los seres vivos debían tenerlo pues gastan energía en su mantenimiento.

- * Para indicar la interacción de dos flujos se dibuja una flecha engrosada. Este símbolo se usa cuando dos flujos se dirigen hacia un mismo punto, pero para que el proceso ocurra, deben interactuar antes de llegar.
- Tal es el caso de los bueyes y la mano de obra. Ambos flujos interactúan antes, para proporcionar trabajo animal sobre una parcela de terreno.
- La radiación interactuando con el agua produce una salida de evaporación.
- Un plan de manejo interactúa con energía humana antes de que ocurra una toma de decisión.
- * Por último, las salidas se expresan como simples flechas.
- Salidas pueden ser, la madera aserrada de una región.
- La madera en troza que se saca del bosque natural de una finca.
- La leña que se obtiene de una cerca viva, o las ramas de madero negro que se sacan de un sistema agroforestal, como alimento para el ganado.

En resumen, existen símbolos para componentes, fuentes, almacenes, transactores económicos, sumideros de calor, seres vivos, interacciones de flujos y salidas, (Figura 1).

Diagramación de un MODELO REGIONAL

En la figura 3 se presenta un ejemplo de un diagrama regional completo. Este pertenece al Cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica.

Su elaboración se respalda en 2 tipos de fuentes de información:

- Información secundaria, que consiste en todos los documentos escritos con anterioridad sobre la región y que deben ser revisados previamente a la visita a la zona, e

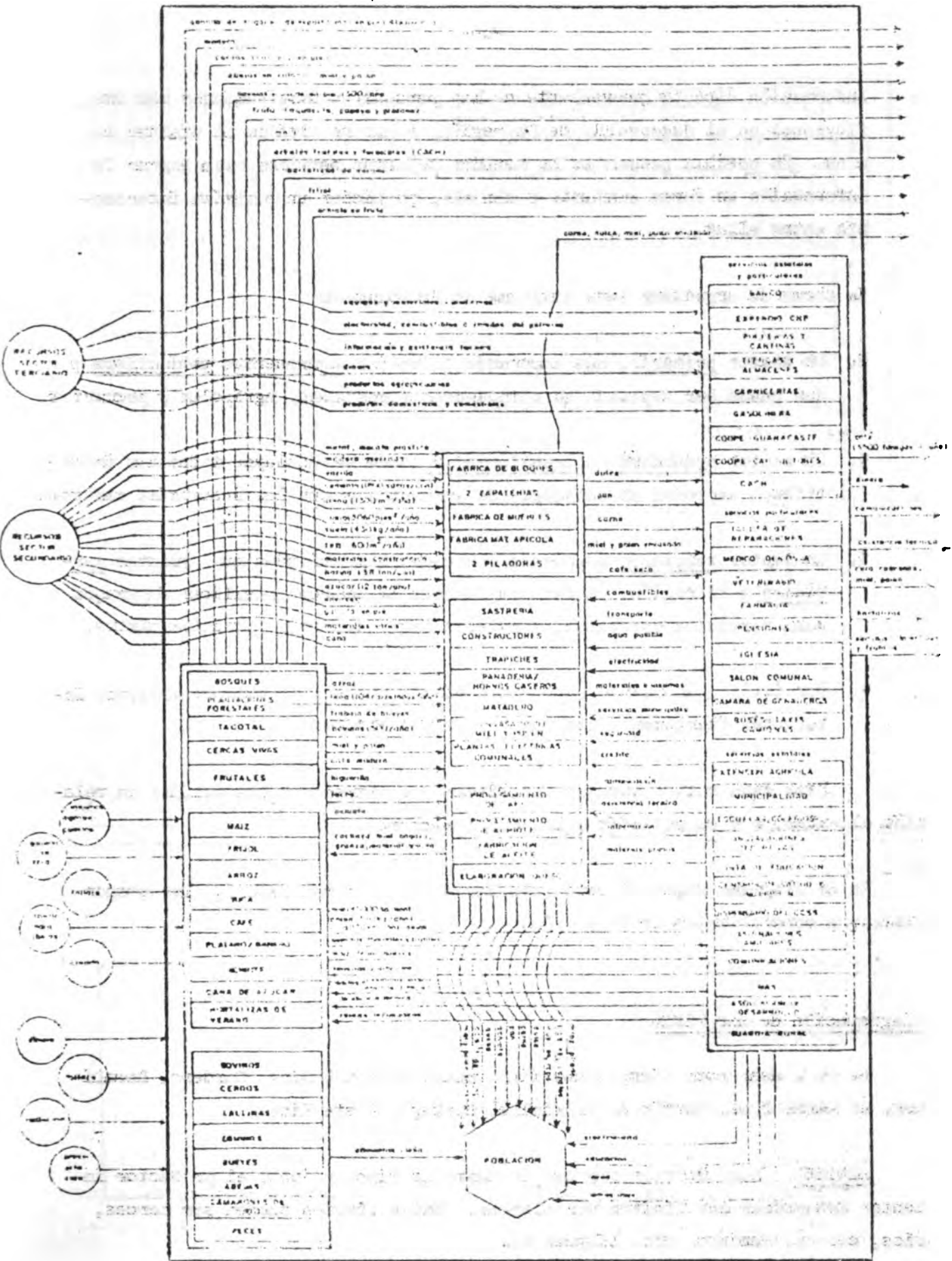


FIGURA 3. Modelo REGIONAL del Cantón de Hojanca,

- Información directa proveniente de las personas o instituciones más influyentes en el desarrollo de la región, y que se obtiene al visitar la zona. Es posible pensar en la reunión de estas personas para lograr la información en forma conjunta y aún más, propiciar un positivo intercambio entre ellos.

La forma de organizar este diagrama es la siguiente:

1. Un sector primario, que comprende todos los componentes productivos y que puede ser separado en componentes forestales, agrícolas y pecuarios.
2. Un sector secundario o transformador donde se incluyen todas las industrias o empresas procesadoras de productos y aún las industrias caseras.
3. Un sector terciario compuesto por todas las unidades que prestan servicios a la región. Estos componentes se pueden clasificar en grupos como servicios estatales, servicios particulares y servicios mixtos.
4. Por último, un cuarto sector denominado población, que por supuesto interactúa fuertemente con los 3 sectores anteriores.

Para cada sector hay que establecer las entradas y las salidas en relación al exterior y en relación a los otros sectores.

En un diagrama regional interesan las cosas en forma global. Los comportamientos generalizados en la región.

Diagramación de una FINCA

Se va a usar como ejemplo una finca real, de don Domingo Cordero, localizada en Santa Cruz, Cantón de Turrialba, Cartago, Costa Rica.

LIMITES. Para iniciar hay que ir hasta la finca y junto al productor intentar determinar los límites del sistema. Estos límites pueden ser cercas, ríos, cerros, caminos, etc. (Figura 4).

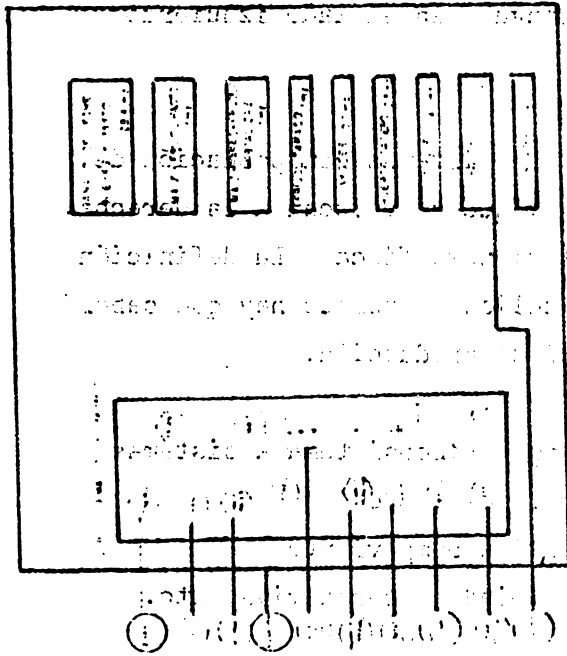


FIGURA 4. LIMITES

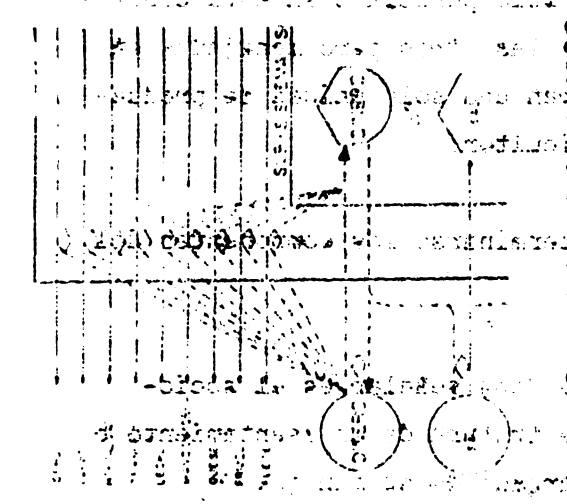


FIGURA 8. MOVIMENTO DE DINERO

FIGURA 7. ALMACENES

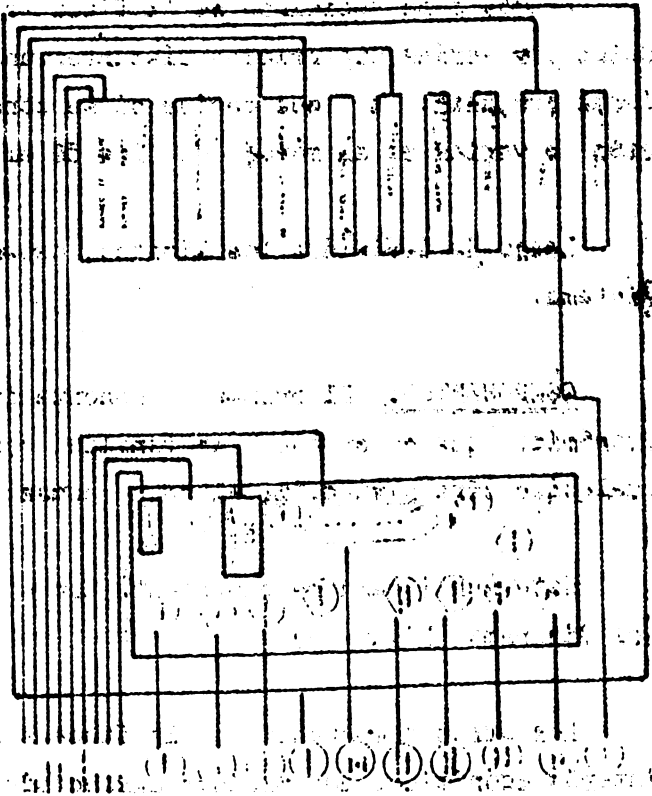


FIGURA 6. ENTRADAS

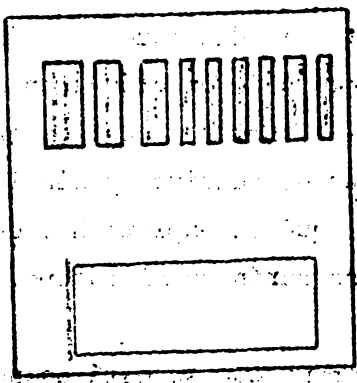


FIGURA 5. COMPONENTES

FIGURA 9. SAIDAS

Además debe decidirse si la finca es una sola parcela o si está constituida por varias superficies distantes unas de las otras pero manejadas en forma conjunta. Lo que decide si se consideran una sola unidad de producción o varias es el manejo que les dé el agricultor.

Luego de definidos los límites, deben determinarse los componentes del sistema.

COMPONENTES. El primer componente que se debe señalar es el socio-económico, que comprende a la familia, o si se tratara de un asentamiento o cualquier otra situación, al grupo humano encargado de su manejo.

Este subsistema se representa con un rectángulo en el lado izquierdo del diagrama (Figura 5).

Los otros componentes de la finca son los ecosistemas con población de interés económico, denominados agroecosistemas y que se colocan a la derecha. Cada uno de éstos también es un subsistema del sistema finca. La definición de un agroecosistema es uno de los pasos más delicados porque hay que saber distinguir que elementos constituyen una unidad de producción.

A nivel agroforestal se puede definir como agroecosistema a sistemas agrosilvopastoriles como:

- pasto + ganado + frutales + coco
- pasto + ganado + cortina rompeviento
- pasto + ganado + tamarindo + cerca viva, etc.

y respecto a los otros agroecosistemas, los agrícolas y pecuarios, que resultarán de importancia dado que también son parte de la finca y sobre todo porque en muchos casos interactúan con los agroforestales, es importante saberlos distinguir. Sobre todo en los agrícolas es importante tomar en cuenta las asociaciones de cultivos y aún la definición cronológica de un agroecosistema, o sea, qué se explota hoy en relación a lo que se hizo anteriormente y a lo que se harán en el futuro.

En el diagrama que se está usando como ejemplo figuran como agroecosistemas. a) el sistema ganado de leche + pasto + bueyes. En la parcela

dedicada a cultivos está sembrado en una parte, maíz + frijol asociados seguido por pasto, y en otra parte, maíz + frijol asociados intercalado con papa y seguido por hortalizas, para aprovechar el efecto residual de los fertilizantes de la papa; por lo que es posible definir dos agroecosistemas diferentes: b) maíz + frijol/pasto y c) maíz + frijol + papas/hortalizas. También se siembra: d) frijol tapado, e) ayote, y f) el huerto cásero, que es un agroecosistema que comprende las hortalizas para el consumo de la casa, árboles frutales, matas medicinales y ornamentales y todas las plantas que están próximas a la casa. Además están g) el sistema forestal llamado bosque natural y dos sistemas pecuarios: h) el componente cerdos e i) el componente gallinas. (Figura 5).

Un ejemplo de un sistema agroforestal cronológico es maíz + caragra (Lippia s.p) que funciona de la siguiente manera: primero se siembra caragra y a un determinado tiempo se corta para utilizar su tallo como leña; inmediatamente se siembra maíz mientras retoña la caragra. Al retoñar ésta, se cosecha el maíz y el sistema vuelve a ser caragra.

ENTRADAS: El siguiente paso en la diagramación es la identificación de las fuentes o entradas al sistema.

Por lo general éstas se pueden clasificar en cuatro grupos: entradas de energía, materiales, dinero e información, sin embargo, a nivel de finca es preferible ser más explícito.

En el caso de este ejemplo, las entradas son: sal, materiales, mano de obra, alimentos, insumos agrícolas y combustible. Además entran a la finca dinero, radiación, precipitación y cerditos. (Figura 6).

Algunas de estas entradas se utilizan directamente y otras se almacenan en el componente socio-económico hasta ser usadas.

ALMACENES: Todos los almacenes, junto con la familia, se localizan en el subsistema socio-económico. (Figura 7). También aquí se incluye cualquier otro componente propiedad de la familia que interactúe en la producción de la finca, como un carro, una planta eléctrica, etc.

SALIDAS: En la parte superior izquierda se acomodan las salidas del sistema o productos de la finca, que en este caso son: cerdos, papas, hortalizas, terneros, leche, mano de obra, queso, frijol y fletes, que el agricultor realiza con una camioneta de su propiedad (Figura 8).

MOVIMIENTO DE DINERO: Todas las entradas, salidas e interacciones se presentan con líneas cortadas indican los movimientos de dinero en el sistema. El agricultor para comprar o vender un producto precisa dinero y estos hechos se representan con el símbolo de transactores económicos. El dinero va en dirección opuesta al flujo de materiales y energía.

El crédito es un caso especial de Transacción. El agricultor recibe dinero en préstamo y paga intereses por ello con dinero, por esta razón, se representa como dos flujos de dinero en sentido contrario (Figura 9).

INTERACCIONES: Para diagramar las interacciones se deben tomar en cuenta todas las entradas y salidas que pueda tener cada uno de los componentes.

Por ejemplo, en el agroecosistema más simple de esta finca, las gallinas, entran: suero, maíz, mano de obra, radiación y precipitación; y salen: carne, que consume directamente la familia y huevos que son almacenados en el subsistema socioeconómico (Figura 10).

En agroecosistemas forestales como: Edulis + ganado + pasto, entrarían cosas como mano de obra para el manejo del ganado y poda de Edulis, e insumos para el ganado y el pasto, y saldrían reses para el matadero, podría ser que se sacaran crías que reingresarían posteriormente al sistema, y tal vez leña o estacas para hacer nuevas siembras de Edulis.

De otros agroecosistemas como: cocos + pasto, podrían salir hojas de palma para techos de la vivienda.

En cercas vivas, al momento de establecerlas hay que introducir insumos como postes muertos, grapas y alambre.

Siempre hay entrada de mano de obra para que pueda haber salida de leña,

y los apartos, como tales, podrían considerarse como una salida del agroecosistema cercas vivas.

O sea, es cuestión de verle cara de componente, entrada o salida a cada cosa.

Después de hacer una descripción de interacciones semejante para cada uno de los agroecosistemas presentes en una finca, se obtiene la primera descripción de la finca a un nivel cualitativo (Figura 10), que además de tener su valor por sí sola, por permitir el conocimiento de lo que hay y como se relaciona en la finca, constituye el primer paso hacia un estudio dinámico más detallado de tipo cuantitativo que consistirá en poner valores a cada uno de los flujos (Figura 11). O sea, además de cuáles, importará cuanto se mueve de un lado a otro.

Diagramación de un SISTEMA AGROFORESTAL (AGROECOSISTEMA)

La diagramación del tercer nivel, o sea el entendimiento o visualización del sistema agroforestal en términos de componentes, entradas, salidas e interacciones, se puede hacer de igual manera que los dos anteriores, considerando las partes del sistema. Por ejemplo, en una asociación maíz + leucaena, se considerará el maíz por un lado y la leucaena por otro, las malezas, las plagas, las enfermedades y el suelo cada uno por aparte, se analizarán las interrelaciones entre todo esto, incluyendo su distribución espacial, sus entradas a nivel de insumos hacia cada componente, y sus productos, y finalmente se expresará todo esto en un diagrama similar a la finca.

Sin embargo, hay otro esquema que se ha planteado para analizar los agroecosistemas que organiza esta información en términos de la función del sistema, o sea en secuencia según sus actividades, tomando en cuenta la época de realización, las entradas de mano de obra e insumos que demanda cada actividad, el arreglo espacial, y las salidas que se producen, y que ha respondido como un modelo aceptable y útil. (Cuadros 2 y 3).

En todo caso, esta metodología es en esencia un enfoque y su expresión es totalmente flexible hacia mejores ideas.

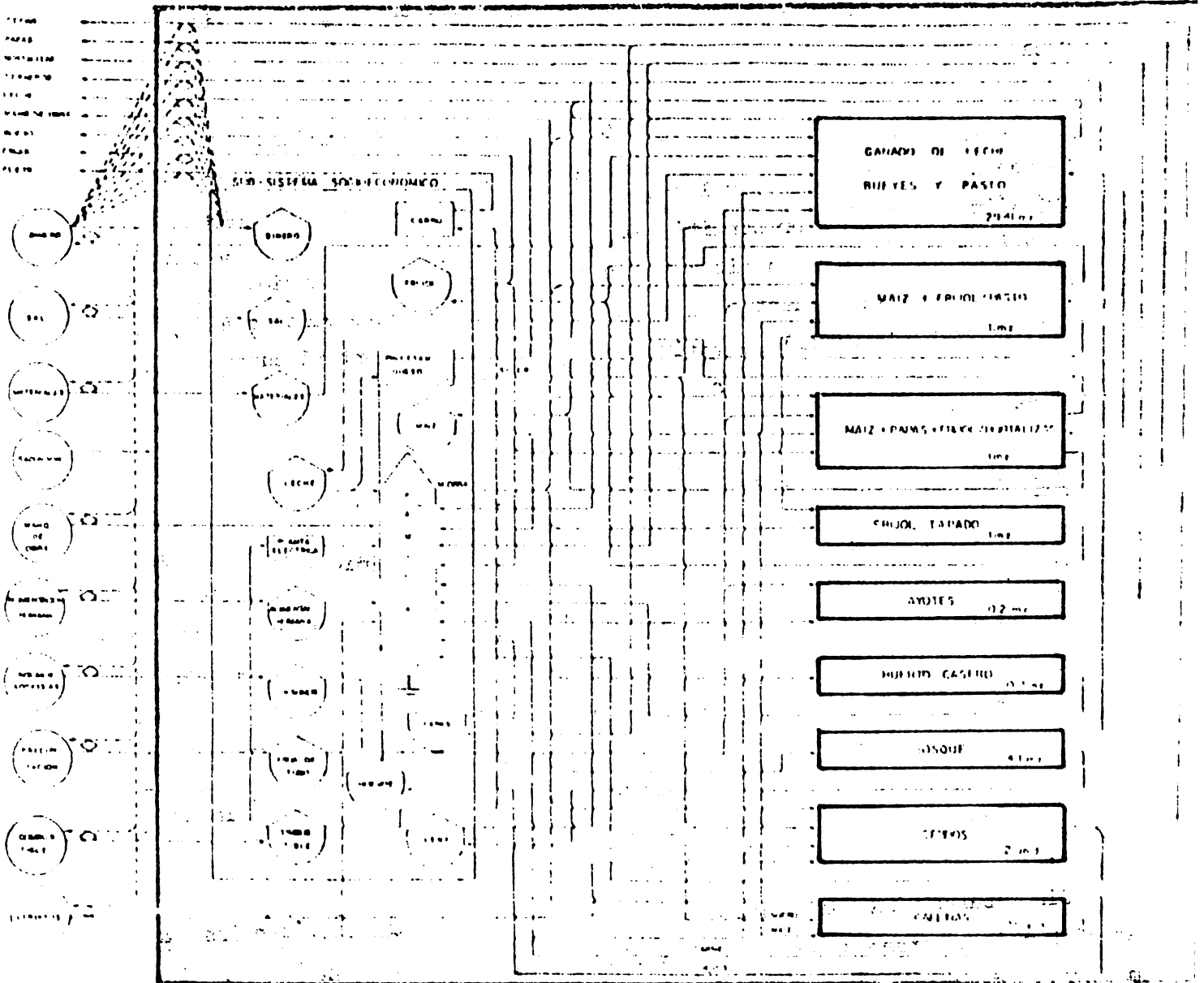


FIGURA 10. Modelo CUALITATIVO de la finca de D. Cordero, Santa Cruz, Turrialba, Costa Rica (Rockenbach, 1981)

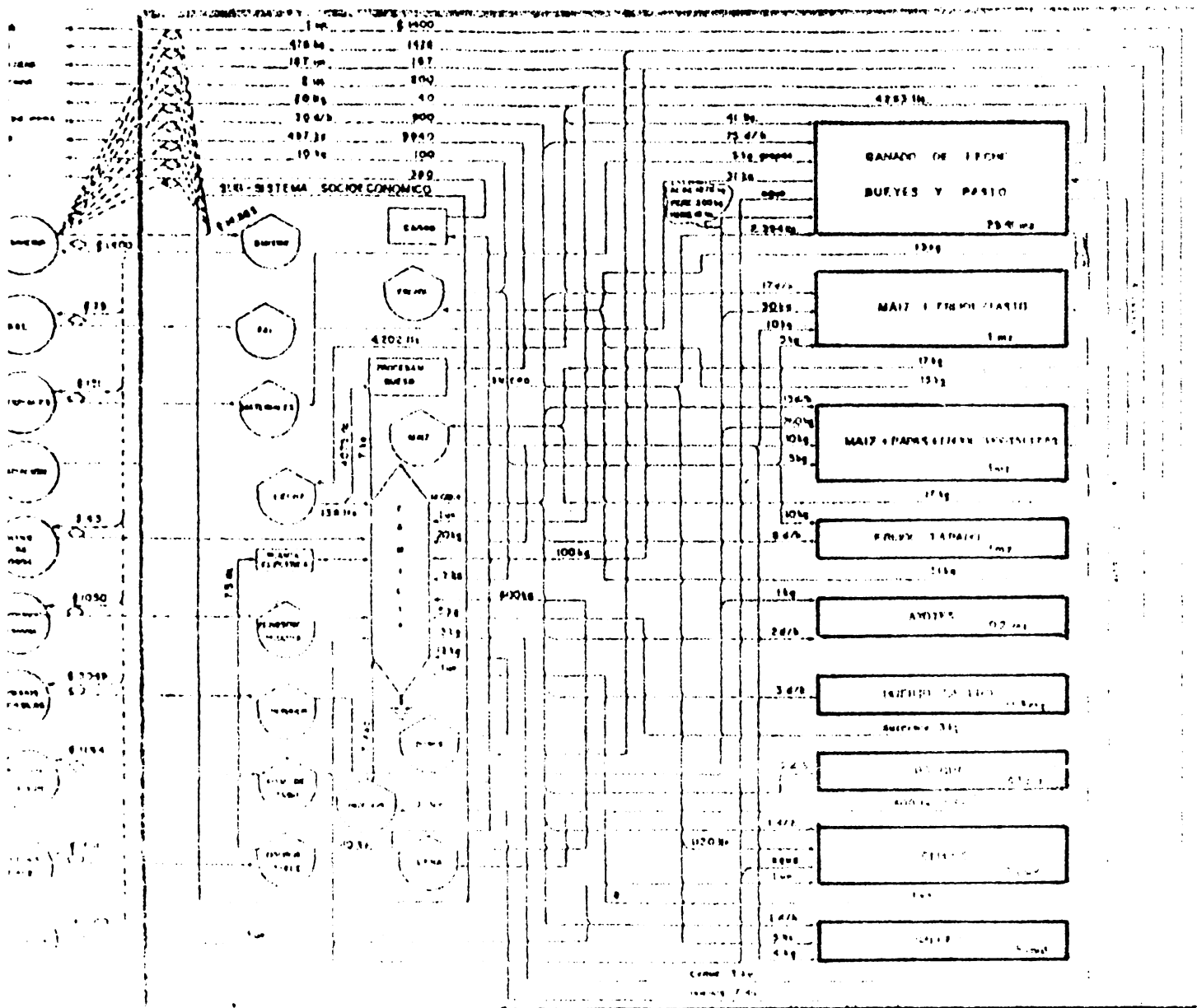


FIGURA II. Modelo CUANTITATIVO de la finca de D. Cordero, Santa Cruz, Turrialba, Costa Rica. (Rockenbach, 1981)

Cuadro 3. Resumen de actividades del agroecosistema forestal cercas vivas, Hojancha, Guánacaste, Costa Rica. (CATIE, 1982)

AÑO	ACTIVIDAD	Entradas			Tipo de producto
		Época	Jornales*	Insumos	
1 A Ñ O	Corte de estacas (podas)	enero	3 J O R N A L E S	Estacas	estacas
	Acostado de estacas	febrero			
	Preparación del terreno	marzo			
	Hoyado				
A los 2 ó 3 años	Plantación			Alambre	Frutos
	Mantenimiento	cualquier época una vez al año	1 Jor- nal	Grapas	Forraje
	- podas - arreglo alambre				
	Obtención de estacas	ene+feb-mar.	1 Jor- nal		

* Para establecer 100 estacas

CUADRO. 2. Resumen de actividades de un AGROECOSISTEMA en La Esperanza, Intibucá, Honduras.

FECHA Ingeniería	ACTIVIDAD	ENTRADAS / m ²			ARREGLO ESPACIAL	SALIDAS / m ² PRODUCTO
		días - hombre	semilla	Insumos		
1 ^a ENERO	PREPARACION DEL TERRENO 3 días - tractor 2 días - tractor 75					
2 ^a ENERO	SIEMBRA 75	Alfa 20-25 cajas	Mocop 12-24-12 20 qq	1m x 3m		
c/3 días	RIEGO 1					
c/8 días	ATOMIZACIONES Insecticidas 75					
2 ^a FEBRERO	APORCA 100		Tamoran Dilthane 12 lbs			
1 ^a ABRIL	CHAPIA 10		Urea 1 qq			
2 ^a ABRIL	COSECHA 50				300 qq	
2 ^a ABRIL	PREPARACION DEL TERRENO 1 día - bueyes					
1 ^a MAYO	SIEMBRA 5	M-croallo blanco 32 lbs F-milpera/chinapapa 16		1m x 1m		
1 ^a JULIO	1 ^a LIMPIA 10					
2 ^a AGOSTO	2 ^a LIMPIA Y APORCA 8					
2 ^a OCTUBRE	DOBLA 5					
1 ^a NOV.	COSECHA 20				MAIZ FRUJOL 60 qq 5 qq	
G A N A D O						
2 ^a ABRIL	PREPARACION DEL TERRENO 1 día - bueyes					
1 ^a MAYO	SIEMBRA 5	M-croallo blanco 32 lbs F-milpera/chinapapa 16		1m x 1m		
1 ^a JULIO	1 ^a LIMPIA 10					
2 ^a AGOSTO	2 ^a LIMPIA Y APORCA 8					
2 ^a OCTUBRE	DOBLA 5					
1 ^a NOV.	COSECHA 20				MAIZ FRUJOL 25-30 qq 5 qq	
G A N A D O						
2 ^a ABRIL	PREPARACION DEL TERRENO 1 día - bueyes					
1 ^a MAYO	SIEMBRA 5	M-croallo blanco 32 lbs F-milpera/chinapapa 16				
1 ^a JULIO	1 ^a LIMPIA 12					
2 ^a AGOSTO	2 ^a LIMPIA 10					
2 ^a OCTUBRE	DOBLA 5					
1 ^a NOV.	COSECHA 20				MAIZ FRUJOL 15 qq 5 qq	
G A N A D O						

Para concluir, entre más elaborados y validados estén los modelos a estos tres niveles, más cerca se estará de la realidad y por lo tanto, la precisión con que se puedan predecir los efectos que un cambio ocasionará en el sistema, aumentará. Una herramienta así, contribuirá a sugerir los cambios en el sistema que logren el mayor impacto socio-económico frente al menor cambio estructural del mismo, y este objetivo, es de esperar, que constituya uno de los más importantes para el investigador, el extensionista, el planificador.

BIBLIOGRAFIA

- BECHT, G. Systems theory; the key to holism and reductionism. *Bioscience* 24(10):579-596. 1974.
- *CATIE. Diagnóstico integral para el análisis y evaluación de sistemas agropecuarios. Turrialba, Costa Rica. CATIE-Unidad de Capacitación, 1980. 23 p.
- *_____. Caracterización de sistemas agrícolas de La Esperanza, Intibucá, Honduras. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Cultivos Anuales, 1981. 83 p.
- *_____. Caracterización de sistemas agrícolas de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica y CATIE-Programa de Formación de Recursos Humanos, Unidad de Capacitación, 1982. 75 p.
- HART, R.D. Análisis de sistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, 1978. 9 p.
- _____. El concepto de sistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Cultivos Anuales, 1978. 5 p.
- _____. El ordenamiento y las relaciones de información agropecuaria en sistemas jerárquicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Cultivos Anuales, 1978. 19 p.
- _____. Breve resumen de los principios y conceptos de ecología aplicable al estudio de sistemas agrícolas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Cultivos Anuales, 1978. 9 p.
- *_____. Agroecosistemas; conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 211 p.
- _____. Una finca de Honduras como un sistema: estudio de caso para la investigación agrícola bajo el enfoque de sistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Cultivos Anuales, 1980. 20 p.
- _____. Region, farm and agroecosystem characterization: the preliminary phase in farm research strategy. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 20 p. (mimeografiado).
- _____, JIMENEZ, T. y SERPA, R. Análisis energético de sistemas agrícolas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Cultivos Anuales, 1980. 83 p.
- MORENO, R. Sistemas y enfoque de sistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, 1977. 33 p.
- NAVARRO, L.A. y MORENO, R.A. El enfoque multidisciplinario en la investigación agrícola con pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, 1976. 32 p.

*ODUM, H.T. Environment, power and society. New York. Wiley, 1971.
331 p.

PINCHINAT, A. Estrategias para desarrollar estudios de campo sobre agro-ecosistemas de producción en el trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, 1976. 6 p.

*ROCHENBACH, O.C. Análisis biosocioeconómico del componente forestal en una explotación agrosilvopastoril en el área de Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Programa de Recursos Naturales Renovables, 1980. 13 p.

* _____ y HART, R.D. Diagramación de fincas; herramienta para representar sistemas agropecuarios. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Unidad de Capacitación, 1981. 23 p. (serie Materiales de Enseñanza N° 11).

WYMORE, A.W. Sistemas para un pequeño agricultor. Turrialba, Costa Rica, CATIE-Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, 1975. 14 p.

* = literatura más relacionada con diagramación

OBTENCION Y ANALISIS PRACTICO DE DATOS ECONOMICOS
EN SISTEMAS AGROFORESTALES

Carlos Enrique Reiche C.*

1. Introducción

El estudio y evaluación de los sistemas agroforestales generalmente se ha enfocado en función del análisis de componentes bio-ecosistemáticos. Hay avances en caracterizarlos, señalar sus ventajas, desventajas y sus potencialidades, pero con mayor énfasis en el punto de vista físico. En estos estudios frecuentemente se destaca la necesidad e importancia de utilizar el análisis financiero y económico para evaluar los sistemas agroforestales preexistentes y las nuevas alternativas desarrolladas o por desarrollar. El problema es que aún no se incluyen análisis económicos sistemáticos que muestren a los productores y a las instituciones que promueven el desarrollo las potencialidades y ventajas económicas que se derivan de las alternativas agroforestales.

Los problemas de la no inclusión de análisis financiero y económico en alternativas agroforestales están asociados fundamentalmente en la no disponibilidad de datos cuantitativos sobre costos, precios e ingresos derivados del establecimiento, manejo y aprovechamiento y del desconocimiento de metodologías sencillas y prácticas que puedan ser utilizadas por técnicos y profesionales no economistas.

En el presente documento se intenta desarrollar el marco económico del productor: los sistemas agroforestales y los instrumentos básicos del análisis financiero. Como elemento fundamental se explica cómo podría obtenerse datos para evaluar financiera y económicamente los sistemas agroforestales y como podría hacerse el correspondiente análisis.

Para comprender la utilización de la metodología se ha efectuado un esfuerzo sistemático para presentar un ejemplo real de un sistema agroforestal tradicional en comparación con una alternativa tecnológica para la producción de leña

* Economista de Recursos Naturales del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, CATIE, noviembre 1983

desarrollada por el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del CATIE a través de su personal técnico situado en el cantón de San Ramón en Alajuela, Costa Rica.

2. Objetivos, factores limitantes y decisiones del agricultor

El desarrollo y presencia de los sistemas agroforestales es una respuesta derivada de las limitaciones y/o necesidades sentidas de los agricultores. Los agricultores en su afán por utilizar eficientemente sus recursos o factores de producción han desarrollado sistemas de uso múltiple de la tierra incluyendo cultivos y árboles para satisfacer necesidades de alimento, combustible, madera sombra para cultivos, materia prima y otros usos.

2.1 Objetivos del agricultor y del sector institucional

Para evaluar económicamente un sistema agroforestal y su potencial como alternativa en el futuro es necesario considerar los objetivos locales de los agricultores que utilizan actualmente estos sistemas. Dependiendo de las necesidades, tamaño de los sistemas, tiempo (corto y mediano plazo) y funciones de los cultivos los objetivos de los sistemas agroforestales son diferentes. Por ejemplo, en el corto plazo un agricultor puede tener como objetivo producir un cultivo dentro de un sistema agroforestal para obtener dinero en efectivo, pero en el largo plazo, este mismo agricultor ve la necesidad de mantener los niveles de producción alcanzados o preferiblemente aumentarlos. El Cuadro 1 resume objetivos desde pequeños agricultores hasta agricultores a escala comercial.

2.2 Factores limitantes o restricciones

La potencialidad de un sistema agroforestal depende de factores físicos y económicos. En cualquier país, zona o área rural los factores limitantes son de diferente naturaleza y complejidad. Para hacer una evaluación de un sistema es necesario identificar y clasificar estos factores a fin de buscarle las soluciones apropiadas. En términos generales los factores limitantes son los siguientes:

Cuadro 1. Objetivos de los sistemas agroforestales de agricultores y empresas agrícolas.

Tipo de agricultor o institución	Objetivo principal	Características del sistema agroforestal
Pequeños agricultores < de 2 ha	Alimento y dinero en efectivo	1. Huertos familiares: árboles frutales, especies, cereales raíces, chile, palmas.
Pequeños agricultores < de 5 ha	Dinero en efectivo, alimento, combustible.	1. Cultivo perenne comercial, árbol maderable, cereales
Mediano agricultor < de 20 ha	Dinero en efectivo	1. Monocultivos: cultivos perennes, cereales 2. Monocultivos y pasto para ganado. 3. Mezcla de cultivos perennes y pasto/ganadería
Sector Público		
a) Plantación industrial	. Producción para exportación . Desarrollo rural	1. Monocultivos comerciales de exportación: hule, palmas aceiteras
b) Núcleo central con pequeños agricultores en la periferia.	. Creación de empleo	2. Monocultivos comerciales con intercalación de cultivos anuales en las etapas iniciales.
c) Parcelamientos agrícolas		3. Mezcla de cultivos perennes y pasturas/ganadería. 4. Sistema "taungya" para el establecimiento de plantaciones forestales.
Sector/de plantaciones		
industriales privado	Ganancia	1. Monocultivos perennes comerciales 2. Cultivos perennes intercalados: coco-cacao

1. Físicos y ambientales
 - . Tamaño de la tierra y calidad
 - . disponibilidad de agua
 - . lluvias erráticas
 - . localización, distancia, acceso
2. Limitaciones de tipo legal y político (incentivan o prohíben)
3. Limitaciones de orden familiar
 - . tamaño de la familia, edad, fuerza de trabajo
 - . nivel educativo, habilidades o entrenamiento
 - . enfermedades
4. Limitaciones de infraestructura institucional
 - . servicios de extensión y/o educacionales
 - . investigación disponible
 - . transporte
 - . mercado
5. Limitaciones financieras o de presupuesto
6. Limitaciones de orden industrial
 - . disponibilidad de insumos
7. Restricciones culturales, religiosas, hábitos

Debido a la complejidad de los sistemas agroforestales, su identificación y caracterización implica la utilización de metodologías específicas y un enfoque de tipo multidisciplinario en donde cada especialista contribuye a identificar y evaluar la potencialidad de un sistema agroforestal. Estas metodologías se describen en el documento: Reiche, Carlos "Implicaciones Económicas del Componente Agroforestal". Trabajo presentado en el curso agroforestal, celebrado en CATIE en enero 1983. Turrialba, Costa Rica, 1983. 19 pp.

2.3 Decisiones económicas del agricultor

Frente a los objetivos y limitaciones que enfrenta el productor él necesita tomar una serie de decisiones. Es decir, necesita elegir entre posibilidades y alternativas y hacer un mejor uso de sus recursos. En términos generales hay cinco decisiones económicas que debe tomar:

- . qué producir (identifica objetivos)
- . cuánto producir
- . cómo producir, se refiere al proceso o método de producción
- . cuándo producir, tomar la decisión en el momento oportuno a fin de obtener calidad, precios altos y mayores ingresos.
- . donde producir se refiere a la distribución y comercio de los productos para obtener mayores precios y ganancias.

El análisis de estas decisiones incluye relaciones bio-económicas que forman la base para el diseño y análisis de los componentes del sistema agro-forestal y de su conjunto.

- a) El enfoque de cuanto producir requiere de un análisis de la relación insumo/producto.
- b) Como combinar insumos se refiere a la relación insumo/insumo para producir un producto.
- c) Qué combinación de productos debería producirse se refiere a la relación producto/producto usando un recurso.

Matemática y gráficamente estas relaciones son analizadas desde el punto de vista económico para mostrar y orientar la toma de decisiones en cuanto a cuál de las alternativas es la que provee los mayores beneficios o satisfacciones al productor.

3. El análisis beneficio/costo como instrumento básico para el análisis económico de un sistema agroforestal

El análisis económico de monocultivos es una actividad relativamente sencilla; sin embargo, el análisis agroforestal implica conjunto y no separación de sus componentes. En este sentido, el análisis económico se dificulta, especialmente

porque entra en consideración la variable tiempo al analizar alternativas que incluyen cultivos de corto plazo, cultivos perennes y especies forestales de largo plazo.

Para responder a este tipo de análisis la ciencia económica ha desarrollado instrumentos de análisis financiero y económico para determinar si una alternativa agroforestal es más rentable que otra.

Hay una marcada diferencia entre el concepto de análisis financiero y económico. En el primer caso las alternativas agroforestales son analizadas como si esta fuera una empresa privada y en función de los precios de mercado prevalentes; en cambio, el análisis económico trata de medir, desde un punto de vista amplificado las retribuciones, ganancias o beneficios correspondientes a la sociedad como un todo. En este caso los costos y beneficios son ajustados por los precios sombra o precios escondidos, con lo cual se pretende reflejar los valores reales de los costos e ingresos.

3.1 Los instrumentos del análisis financiero

Para evaluar los costos y beneficios incurridos desde el establecimiento, mantenimiento y producción de una alternativa agro-forestal se utilizan las medias financieras siguientes:

a) Valor presente neto (VPN)

Esta es una medida financiera utilizada para determinar el valor de la suma de los ingresos o beneficios netos (beneficios o ingresos brutos menos costos) de una alternativa con una tasa de descuento predeterminada y un período de tiempo determinado.

$$VPN = \sum_{j=1}^n \frac{B_j - C_j}{(1+i)^j}$$

Donde: B_j = beneficios del año j

C_j = Costos en el año j

i = tasa de descuento

n = número de años

b) Tasa de beneficio - costo (B/C)

Es la tasa que se obtiene de dividir los beneficios brutos actualizados entre los costos actualizados.

$$\text{Tasa de B/C} = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{B_j}{(1+i)^j}}{\sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j}}$$

Para juzgar cuando una alternativa es o no económica se utiliza el siguiente criterio: si la tasa de B/C da un resultado igual a 1.0 entonces el valor presente de todos los costos es justamente igual al valor presente de todos los beneficios. Es decir, no hay ganancia. Si el B/C es mayor que 1.0, los beneficios actualizados son mayores que los costos actualizados. Entonces, la alternativa es económicamente favorable con la tasa de descuento escogida. Caso contrario sucede si la tasa B/C es menor que 1.0.

c) Tasa interna de retorno (TIR)

Esta medida está diseñada para encontrar la tasa de descuento en la cual el valor actualizado de los beneficios es igual al valor actualizado de los costos. Es similar al cálculo del valor presente neto, pero en lugar de fijar una tasa de descuento (i) **esta iguala** el VPN = 0 y luego encuentra o resuelve para encontrar (i).

$$\sum_{j=1}^n \frac{B_j}{(1+TIR)^j} = \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+TIR)^j} = 0$$

Para la selección de una alternativa se usa la optimización del valor presente neto como criterio de decisión.

4. Obtención de datos económicos como elemento clave para el análisis económico y financiero de alternativas agroforestales.

Para el análisis financiero y económico de alternativas agroforestales se requiere de datos acerca de actividades, costos, precios de insumos y de productos. Actualmente las instituciones carecen de esta información.

4.1 Metodología de recolección de datos

Como una respuesta a la carencia de datos económicos el Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del CATIE ha desarrollado una metodología práctica y sencilla para obtener datos económicos derivados del desarrollo de alternativas de producción de leña, entre las que se incluyen sistemas agro-forestales. Una característica relevante es que los datos económicos forman parte necesaria y complementaria de los datos silviculturales y de las mediciones dasométricas que se obtienen de unidades experimentales y demostrativas de producción de leña en el área centroamericana. El formulario y diseño para recopilar los datos es sencillo, pero capaz de registrar sistemáticamente todas las actividades, fechas, mano de obra e insumos aplicados para el establecimiento y manejo de dichas unidades.

La actual metodología se ha venido aplicando con éxito en el establecimiento y seguimiento de las unidades de producción de leña. Los resultados permitirán obtener una descripción técnica de cada actividad, los insumos y mano de obra requerida y el costo que implica su ejecución. Con esta información y los datos silviculturales se podrá diseñar alternativas o recomendaciones técnicas apoyadas con el correspondiente análisis.

4.2 Toma de datos y niveles de análisis

Para facilitar la toma de datos económicos se ha diseñado un formulario sencillo y de aplicación práctica. Este se denomina formulario B: Registro diario de trabajo e insumos. Para la aplicación de este formulario y las actividades subsiguientes se han definido las fases siguientes:

a) Primera fase

Constituye la fase fundamental para el establecimiento de los costos de producción de las unidades demostrativas.

Objetivo

Determinar fechas, descripción de actividades e insumos, mano de obra familiar, mano de obra aportada por el Proyecto y valor de los jornales e insumos utilizados durante el establecimiento y mantenimiento de las unidades de producción de leña.

b) Segunda fase

Objetivo

El objetivo de esta fase consiste en clasificar y estandarizar las actividades y costos en términos que permitan la descripción por actividad, fechas y costo.

c) Tercera fase

Objetivo

Consiste en resumir actividades y costos en forma que permita establecer un flujo de caja para el análisis financiero.

d) Cuarta fase

Objetivo

Conducir el análisis financiero y determinar la rentabilidad del sistema agro-forestal.

Con el fin de contribuir a la comprensión de las diferentes fases y su aplicación sistemática se ha preparado un ejercicio práctico con información obtenida del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Se hace la aclaración de que son datos preliminares y que el objetivo del ejercicio es el de dar a conocer los elementos fundamentales de la metodología de análisis económico aplicado a un sistema agroforestal.

S2-4

EVALUACION DE COSTOS Y RENDIMIENTOS EN EL APROVECHAMIENTO DE
CORTINAS ROMPEVIENTOS EN SAN JOSE DE LA MONTAÑA, COSTA RICA

REALIZADO POR:

Acosta, Domingo
Avendaño, Ronald
Bogantes, Carlos
Bustos, Nuria
Caicedo, Roberto
Córdoba, Ariel
Corea, Eugenio
Coto, Omar
Fernández, Carlos
García, Luis Esteban
Labarthe, Humberto
Lobo, Sonia

Mayorga, Rodolfo
Miller, Enrique
Haggas, Roberto
Navarro, Anselmo
Pérez, Donald
Quesada, Ruperto
Ugarte, Buenaventura
Ulate, Carlos
Vargas, Alejandra
Vargas, Rocío
Vega, Víctor
Venegas, Geoffrey
Vincas, Diego

REVISADO POR:

Manuel González Gabaldón
Eugenio Corea Arias

PROFESORES DEL CURSO:

Manuel González Gabaldón
Ma. de los Angeles Alfaro Murillo

I. INTRODUCCION

El presente trabajo es un informe de la práctica realizada en el mes de Setiembre de 1982 en Finca La Esmeralda propiedad de W. Steinvorh y Hnos. Ltda. Esta se ubica en San José de la Montaña, Cantón de Barva, provincia de Heredia. La finalidad de la práctica fue asentar en el campo las bases teóricas suministradas en el curso Corta, Extracción y Construcciones Forestales, impartido en la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional. El trabajo de campo se realizó durante tres días.

La explotación de cortinas rompevientos de ciprés (Cupressus lusitanica Mill), es ejecutada en forma independiente por un grupo de trabajadores de la finca, que abastecen de materia prima al aserradero de la empresa Forestales Paso Llano, ubicado en la misma. Esta empresa paga por pulgada maderera tica puesta en el aserradero.

Los resultados obtenidos en cuanto a tiempos, rendimientos y costos de las diferentes operaciones de corta y extracción se refieren a la época lluviosa, durante la cual, las labores de aprovechamiento están prácticamente paralizadas. Cabe aclarar que durante la estación seca la carga de las trozas para el transporte a aserradero, se efectúa a pie de tocón, evitando así los costos de arrastre.

Por otra parte, según comunicación de los encargados de la corta y extracción de la madera, los costos se reducen sustancialmente en la estación seca, debido a que el rendimiento por jornada de trabajo aumenta de ocho a diez veces con respecto a la estación lluviosa.

Los datos generales en cuanto a equipo, mano de obra, impuestos, seguros, cargas sociales, etc. fueron suministrados por el encargado de la explotación y en algunos casos por las respectivas empresas distribuidoras.

El objetivo de este documento es suministrar una metodología para la evaluación de rendimientos y costos en el aprovechamiento de plantaciones y cortinas rompevientos, esperando que sirva de base para futuros trabajos en nuestro medio.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar costos y rendimientos en el aprovechamiento de cortinas rompevientos de ciprés (Cupressus lusitanica Mill) en San José de la Montaña, Heredia.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Evaluar tiempos y costos de derribo, desrame y tronce para las diversas clases diamétricas (CD) y para el tapaviento.
2. Evaluar tiempos de arrastre, carga y transporte tanto en carretera como en camino.
3. Evaluar costos de explotación de la pulrada maderosa tica.
4. Evaluar el desperdicio en la explotación.

III. METODOLOGIA GENERAL

Para realizar la práctica, el trabajo se dividió en grupos de 6 ó 7 personas, encargándose cada una de ellas de tomar los datos necesarios para evaluar las diversas partes del sistema de aprovechamiento:

Grupo 1: Evaluación de la masa forestal y el transporte.

Grupo 2 y 3: Evaluación del derribo, desrame, tronco y desperdicios.

Grupo 4: Evaluación del arrastre, carga y manipuleo en patio y aspectos generales.

Cada grupo contó con el siguiente equipo:

1. Cinta métrica
2. Cinta diamétrica
3. Cronómetro
4. Una guía de trabajo de campo

La información recogida se puede resumir de la siguiente forma:

1- Aspectos Generales

- condiciones del terreno
- condiciones climáticas
- condición de la masa forestal
- tipos de producto
- mano de obra: salarios, cargas sociales, etc.
- equipo usado
- sistema de aprovechamiento
- medición de la producción de madera.

2- Masa Forestal

a) Árboles sin tronzar

- Inventariación de una cortina rompevientos incluyendo solamente árboles con un diámetro (DAP) igual o mayor de 20 cm, agrupándolos en clases de 5 cm de amplitud y clasificándolos a su vez en dos grupos por clase de ramajes: árboles con más del 50% de copa con respecto a la longitud del fuste y árboles con menos del 50% de copa.

- Ajuste de una función $V_t = f(DAP)$ para hallar el volumen total promedio en metros cúbicos de cada clase diamétrica (utilizando el d_p) a partir de la cubicación de árboles volteados, incluyendo el tocón, por medio de la fórmula de Hubber.

- Ajuste de una función $H_f = f(DAP)$ a partir de la medición de árboles volteados, a fin de hallar la altura promedio de cada clase diamétrica utilizando el d_g .

b) Para árboles tronizados

- Ajuste de una función $V_{cn} = f(DAP)$ a partir de las pulgadas madereras ticas netas despachadas.

- Cálculo del desperdicio de la corta para madera comercial, incluyendo el tocón, madera rajada, torcida, desperdicio en el tronco, etc.

3- Operaciones del sistema de aprovechamiento

a) Derribo, desrame y tronco

- ajuste de una función $T = f(DAP)$ (se refiere a tiempo productivo) a fin de averiguar el tiempo de cada uno de ellos para cada clase diamétrica y para el total del tapaviento, así como rendimientos y costos.

- para el desrame se trabaja en forma independiente para cada clase de ramaje.

4- Arrastre

- Determinación de una función $T = a + b D$

donde:

T = tiempo total del ciclo en minutos.
D = distancia de arrastre en metros

- Determinación del volumen arrastrado.
- Determinación de la distancia media de saca.

5- Carga y Manipuleo

- Costo de la jornada del cargador, como suma de costos fijos y variables.
- Volumen cargado por jornada.
- Costo de la pulgada maderera tica.

6- Transporte

- distancia de transporte
- tiempo de carga
- tiempo de viaje cargado y velocidad promedio
- tiempo de descarga
- tiempo de viaje descargado y velocidad promedio
- tiempo de demoras en carga y descarga
- volumen transportado
- evaluación de costos y rendimiento.

Una vez obtenida la información se procedió al procesamiento de datos para determinar las diferentes ecuaciones antes mencionadas (usando una calculadora programable) así como los costos y rendimientos y desperdicios en el aprovechamiento de cortinas rompevientos en San José de la Montaña.

Posteriormente se detallara la metodología aplicada en la evaluación de cada uno de los aspectos antes mencionados.

IV. DESCRIPCION DE LA ZONA DE TRABAJO

Aspectos Generales:

1. Ubicación: La finca se encuentra ubicada en San José de la Montaña, provincia de Heredia entre los 10°04' 01" y los 10°05'09" latitud norte y los 84°05'04" y 84°06'11" longitud oeste.

2. Condición climática:

Precipitación media anual: 3500 mm. aproximadamente.

Temperatura media anual: 17°C.

Epoca lluviosa: de Abril a Noviembre con nubosidad gran parte del día.

Epoca seca: de Diciembre a Marzo.

Zona de vida: Bosque muy húmedo montano bajo.

3. Condición del terreno: suelo y topografía.

Elevación: 1800-2100 m.s.n.m.

Relieve: de ondulado a ondulado suave.

Pendiente: 20% - 30%

Drenaje: bueno

Suelos: La mayor parte pardo amarillento derivados de cenizas volcánicas existiendo suelos rojo lateríticos en algunas lomas.

Textura: franco arenoso (liviano)

Profundidad efectiva: moderada.

Estructura: bloques angulares.

Materia orgánica %: 40-60% (alta)

PH: 5 - 5.9 (fuertemente ácido)

Condición del terreno:

época lluviosa: difícil
época seca: buena

Datos generales de la masa forestal

Se compone principalmente de cortinas rompevientos y pequeños bosquetes de ciprés con una edad aproximada de 48 años. Existen también pequeñas áreas plantadas de Jaúl así como pequeñas manchas de bosque natural, con poco valor comercial, a lo largo de algunas quebradas.

El tratamiento silvicultural aplicado principalmente al ciprés consiste en cortas de regeneración así como tala rasa y plantación.

Tipos de productos

Madera para sierra en trozas con longitud de 3 varas, 4 varas, 5 varas y 6 varas. La mayoría de las trozas tienen una longitud de 4 varas.

Medición de la producción

Las trozas, una vez puestas en la carreta de transporte son medidos al mecate utilizando como unidad la pulgada maderera seca.

Sistema de aprovechamiento

Estación seca: arrastre de fustes enteros destamados.

Estación lluviosa: arrastre de madera corta.

V. DIVISION DEL TIEMPO DE TRABAJO

Definición de conceptos utilizados en este trabajo.

Tiempo operacional: es el tiempo de todo un año civil en que se lleva a cabo una operación dada.

Jornada laboral; número de horas diarias durante las que el empleado trabaja para la empresa.

Tiempo productivo: es el tiempo en que las máquinas (motosierras, tractores) están funcionando (H.P.M.)

Tiempo improductivo: es el tiempo laboral que no es tiempo productivo. Se divide en tiempo justificado y tiempo no justificado.

Tiempo justificado: es el tiempo efectivo hombre que no es tiempo productivo.

Tiempo no justificado: es el tiempo laboral que no es tiempo efectivo hombre, o sea las horas en que no se está trabajando.

Tiempo efectivo hombre: es el tiempo en que el trabajador está realmente trabajando aunque la máquina esté parada.

Para los propósitos de este trabajo el tiempo se dividió de la siguiente manera:

	Tiempo productivo	Motosierra funcionando
Jornada laboral		Tractor funcionando
	Tiempo improductivo	Tiempo justificado
		Tiempo no justificado

Se midió el tiempo productivo máquina y el tiempo no justificado, y por diferencia se obtuvo el tiempo justificado.

Se obtuvieron los siguientes resultados para las diferentes operaciones:

Operaciones del sistema de aprovechamiento
(derribo, desrame y tronco)

Tiempo productivo:
Motosierra funcionando: 2.6366 hrs./día.

Tiempo improductivo:
Tiempo justificado: 2.6934 hrs./día
Tiempo no justificado: 0.67 hrs./día

Arrastre: tractor agrícola marca Belarus de 70 H.P.

Tiempo productivo:
Tractor funcionando: 1.35 hrs./día.

Tiempo improductivo:
Tiempo justificado: 2.65 hrs./día
Tiempo no justificado: 2.0 hrs./día

Carga y Manipuleo: tractor marca Valarus de 70 H.P.

Tiempo productivo:
Tractor funcionando: 2.26 hrs./día

Tiempo improductivo:

Tiempo justificado: 1.74 hrs./día

Tiempo no justificado: 2.0 hrs./día

Transporte:

a) Tractor MF 60 HP.

Tiempo productivo: 1.36 hrs./día

(tractor funcionando)

Tiempo improductivo:

Tiempo justificado: 1.46 hrs./día

Tiempo no justificado: 3.18 hrs./día

b) Tractor Ford 75 H.P.

Tiempo productivo:

Tractor funcionando: 1.31 hrs./día

Tiempo improductivo:

Tiempo justificado: 1.68 hrs./día

Tiempo no justificado: 3.01 hrs./día

La jornada laboral es de 6 hrs./día

El tiempo operacional se ha estimado en 150 días/año para todas las operaciones.

VI. OPERACIONES DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO

A. Derribo, desrame y tronco

A1 Metodología de campo

1. Se utilizó un cronómetro en la determinación de tiempos para cada operación, tanto para medir el tiempo productivo máquina (H.P.M.) (motosierra funcionando) como el tiempo improductivo no justificado).
2. El tiempo de derribo, desrame y tronco se tomó para cada árbol aprovechado, midiendo previamente su DAF en el árbol en pie. Para el caso del desrame se diferencié entre las clases de ramaje antes mencionados.
3. Una vez derribados, se cubicaron los árboles hasta la punta para obtener el volumen total en m³ y en pulgadas madereras ticas brutas (incluyendo el tocón), utilizando la fórmula de Huber y la medida al mecate respectivamente.
4. Con el árbol tronzado, se procedió a su cubicación en pulgadas madereras ticas netas (listas para el arrastre), midiendo cada una de las trozas por el procedimiento al mecate.

A2 Trabajo de oficina

1. Con los datos de campo se ajustó una ecuación de tiempo para cada una de las operaciones como función del DAP.
2. Se ajustó una ecuación de volumen como función del DAP, tanto para el volumen total en m³ como para volumen en pulgadas madereras ticas brutas y netas.
3. Con los datos del inventario y las ecuaciones obtenidas, se calculó el tiempo productivo máquina utilizando en cada una de las operaciones para cada clase diamétrica y para el total del rompevientos. De la misma forma se procedió para calcular los diferentes volúmenes.
4. Conociendo el costo de la hora productiva máquina, el tiempo utilizado y los volúmenes, se calculó el costo del m³ y de la pulgada maderera tica (bruta y neta) para cada operación, así como el rendimiento/HPM en cada una de ellas, y para el rompevientos completo.
5. Se calculó el desperdicio por diferencia entre pulgadas madereras ticas brutas y netas.

RESULTADOS

A3 Costo de las motosierras por H.P.M.

1. Motosierra 850 cc

$$\text{Depreciación} = \frac{32000 - 3200}{1500} = \text{¢ } 19,20/\text{HPM}$$

$$\text{Vida útil en años} = \frac{1500}{395,49} = 3,79 \text{ años}$$

$$\text{IAP} = \frac{(32.000 \times 4,79) + (0,1 \times 32.000 \times 2,79)}{2 \times 3,79 \times 150 \times 2,6366} = \text{¢ } 54,11/\text{HPM}$$

$$\text{Interés: } 54,11 \times 0,24 = \text{¢ } 12,98/\text{HPM}$$

$$\text{Reparación y Mantenimiento} = 1,5 \times 19,20 = \text{¢ } 28,8/\text{HPM}$$

$$\text{Combustible: } \text{¢ } 43,84/\text{HPM}$$

$$\text{Aceite: } \text{¢ } 3,82/\text{HPM}$$

$$\text{Depreciación de la cadena} = \text{¢ } \frac{800}{80\text{HPM}} = \text{¢ } 10/\text{HPM}$$

$$\text{Depreciación de la espada} = \frac{\text{¢ } 4.000}{80\text{HPM}} = \text{¢ } 50/\text{HPM}$$

$$\text{Mano de obra} = \frac{\text{¢ } 350/\text{día} \times 1.43}{2.6366 \text{ HPM/día}} = \text{¢ } 189.82/\text{HPM}$$

$$\text{Costo total de la HPM} = \text{¢ } 358.46/\text{HPM}$$

2. Motosierra 750cc

$$\text{Depreciación} = \frac{24000 - 2400}{1500} = \text{¢ } 14.4/\text{HPM}$$

$$\text{IAP} = \frac{24000 \times 4.79 + 2400 \times 2.79}{2 \times 3.79 \times 150 \times 2.6366} = \text{¢ } 40.58/\text{HPM}$$

$$\text{Interés} = \text{¢ } 40.58 \times 0.24 = \text{¢ } 9.74$$

$$\text{Reparación y Mantenimiento} = 1.5 \times 14.4 = \text{¢ } 21,6/\text{HPM}$$

$$\text{Combustible} = \text{¢ } 43.84/\text{HPM}$$

$$\text{aceite} = \text{¢ } 3.82/\text{HPM}$$

$$\text{Depreciación de la cadena} = \text{¢ } 10/\text{HPM}$$

$$\text{Depreciación de la espada} = \text{¢ } 50/\text{HPM}$$

$$\text{Mano de obra} = \text{¢ } 189.82/\text{HPM}$$

$$\text{Costo total de la HPM} = \text{¢ } 343.22$$

Costo promedio entre motosierras*

$$\frac{\text{¢ } 358.46 + \text{¢ } 343.22}{2} = \text{¢ } 350.84/\text{HPM}$$

* En realidad se debe evaluar el costo por separado de cada motosierra y luego obtener un promedio ponderado de la p.m.t. en base al rendimiento de cada una de las motosierras. Sin embargo se trabajará con el promedio aritmético por falta de datos.

DERRIBO

A4 TIEMPOS Y RENDIMIENTOS

Tiempo de derribo en H.P.M. en función del DAP (d_g de cada clase diamétrica) y Volúmenes totales de cada clase diamétrica como función del d_g .

Ecuación de tiempo de derribo

$$t_d = 0.0018 (d_g) - 0.02 \quad n = 30$$

$$r = 0.71 \quad r^2 = 0.50$$

T_d = tiempo de derribo en H.P.M.

d_g = diámetro correspondiente al área basal promedio de cada clase diamétrica en cm.

Ecuación de Volumen

$$V_t = 0.07 (d_g) - 1.8 \quad n = 40$$

$$r = 0.93 \quad r^2 = 0.86$$

V_t = volumen total del fuste en m^3

d_g = diámetro medio cuadrático de cada clase diamétrica en cm.

TABLA Nº 1

Volumen total, tiempo de derribo y tiempo de derribo por m³ como función del d_g para cada clase diamétrica para el rompimiento inventariado.

Clase dia- métrica(cm)	N	d _g (cm)	Vt _i (m ³)	Tiempo de de- rribo H.P.M.	Tiempo derribo/m ³ H.P.M.
20 - 25	27	22.68	2.43	0.5622	0.2314
25 - 30	44	27.72	8.36	1.3154	0.1573
30 - 35	39	32.51	18.55	1.5022	0.0810
35 - 40	39	37.19	31.33	1.8307	0.0584
40 - 45	30	42.67	35.61	1.7042	0.0478
45 - 50	45	47.70	69.25	2.9637	0.0428
50 - 55	35	52.52	55.67	2.6088	0.0397
55 - 60	41	57.23	90.45	3.4035	0.0376
60 - 65	27	62.56	69.64	2.5004	0.0359
65 - 70	18	66.45	51.33	1.7930	0.0349
70 - 75	18	72.49	58.94	1.9887	0.0337
75 - 80	18	77.03	64.66	2.1358	0.0330
80 - 85	11	82.55	43.76	1.4145	0.0323
85 - 90	4	87.25	17.23	0.5482	0.0318
90 - 95	1	91.00	4.57	0.1438	0.0315
95 - 100	1	97.00	4.99	0.1546	0.0310

Tiempo de derribo en H.P.M. para el tapaviento: resulta de sumar todos los tiempos de derribo de cada clase diamétrica

$$\sum t_i = 26.57 \text{ H.P.M.}$$

Volumen total del tapaviento: resulta de sumar los volúmenes de todas las clases diamétricas.

$$\sum V_i = 636.77 \text{ m}^3$$

Rendimientos por H.P.M.

$$R = \frac{636.77 \text{ m}^3}{26.57 \text{ HPM}} = 23.97 \text{ m}^3/\text{HPM}$$

Costode derribo del rompimientos:

$$¢ 350.84/\text{H.P.M.} \times 26.57 \text{ H.P.M.} = ¢ 9321.82$$

Costo de derribo del m³:

$$\frac{\text{¢ } 9321.82}{636.77 \text{ m}^3} = \text{¢ } 14.64/\text{m}^3$$

Costo de la pulgada maderera tica bruta: suponiendo que solo se aprovecha la madera para aserrió.

Ecuación: $V_{cb} = 19.74 \left(\frac{d-g}{g}\right) - 442.24$ $n = 40$
 $r = 0.82$ $r^2 = 0.67$

V_{cb} = Volumen en p.m.t. brutos

$\frac{d-g}{g}$ = diámetro medio cuadrático en cm.

Pulgadas madereras ticas brutas totales del rompeviento: resulta de sumar las pulgadas madereras ticas brutas de todas las clases diamétricas del rompeviento.

$$V_{ipmtb} = 202.646,85'$$

Pulgadas madereras ticas brutas por m³

$$\frac{202.646,85'}{636.77 \text{ m}^3} = 318.24 \text{ pmtb}/\text{m}^3$$

Costo de la p.m.t.b.

$$\frac{\text{¢ } 14.64/\text{m}^3}{318.24'/\text{m}^3} = \text{¢ } 0.046/\text{pmtb}$$

Costo de la p.m.t. lista para el arrastre (neta)

Ecuación: $V_{cn} = 19.58 \left(\frac{d-g}{g}\right) - 555.74$ $n = 40$
 $r = 0.87$ $r^2 = 0.75$

V_{cn} = Volumen en p.m.t. netos

$\frac{d-g}{g}$ = diámetro medio cuadrático en cm.

Pulgadas madereras ticas netas totales del rompeviento

Resulta de sumar las de todas las clases diamétricas

$$V_{ip'm.t.n} = 157789.39''$$

Pulgadas madereras ticas netas por m³

$$\frac{157789.39''}{636.77 \text{ m}^3} = 247.79 \text{ p.m.t.n.}/\text{m}^3$$

Costo de la p.m.t.n.:

$$\frac{\text{¢ } 14.64/\text{m}^3}{247.79\text{"/m}^3} = \text{¢ } 0.059/\text{p.m.t.n.}$$

Desperdicio por m³

$$\text{Desp} = \text{p.m.t.b./m}^3 - \text{p.m.t.n./m}^3$$

$$\text{Desp} = 318.24\text{"/m}^3 - 247.79\text{"/m}^3 = 70.45\text{"/m}^3$$

lo que equivale al 22.14% de desperdicio con respecto del volumen bruto.

A5 Desrame

Tiempo de desrame en HPM en función del DAP (d_g de cada clase diamétrica).

Ecuaciones

tipo de copa 1 (mayor de 50%)

$$T = 0.0029 d_g + 0.12$$

$$r = 0.19 \quad r^2 = 0.036$$

Tipo de copa 2 (menor del 50%)

$$T = 0.00281 d_g + 0.05$$

$$r = 0.57 \quad r^2 = 0.32$$

T = tiempo de desrame en H.P.M.

d_g = diámetro medio cuadrático en cm.
g

TABLA Nº 2

Volumen total, tiempo de desrame y tiempo de desrame por m³ como función de d_r de cada clase diamétrica y para cada tipo de copa.

Clase diamétrica (cm)	Volumen desramado (m ³)		Tiempo de desrame (H.P.M.)		Tiempo de desrame/m ³ (H.P.M.)	
	Copa 1	Copa 2	Copa 1	Copa 2	Copa 1	Copa 2
20 - 25	0.9000	1.5300	1.8557	1.9314	2.0618	1.2623
25 - 30	2.2800	6.0800	2.3999	4.0882	1.0526	0.6724
30 - 35	8.4870	10.0779	3.8540	2.9651	0.4541	0.2942
35 - 40	12.4065	18.9264	3.4325	3.6850	0.2767	0.1947
40 - 45	17.9505	17.6460	3.6622	2.5358	0.2040	0.1437
45 - 50	27.3618	41.8232	4.6358	4.9697	0.1694	0.1186
50 - 55	28.1145	37.5700	4.0833	3.9428	0.1452	0.1049
55 - 60	54.6975	35.7568	7.1303	3.3822	0.1303	0.0946
60 - 65	43.8107	25.8200	5.1227	2.2528	0.1169	0.0872
65 - 70	42.4260	8.8926	4.6762	0.7217	0.1102	0.0811
70 - 75	49.1040	9.8397	4.9528	0.7596	0.1008	0.0772
75 - 80	50.1522	14.5056	4.8017	1.0682	0.0957	0.0736
80 - 85	43.7635	-	3.9533	-	0.0903	-
85 - 90	17.2300	-	1.4921	-	0.0866	-
90 - 95	4.5700	-	0.3839	-	0.0840	-
95 - 100	-	4.99	0	0.3216	-	0.0644

Tiempo de desrame en H.P.M. total del tapaviento:

$$t_i \text{ (copa 1)} + t_i \text{ (copa 2)}$$

$$T \text{ total} = 89.97 \text{ H.P.M.}$$

Rendimiento por H.P.M. (m²)

$$\frac{636.77 \text{ m}^3}{89.07 \text{ H.P.M.}} = 7.15 \text{ m}^3/\text{HPM}$$

89.07 H.P.M.

Costo de desrame del rompevientos

$$\$ 350.84/\text{HPM} \times 89.07 \text{ HPM} = \$ 31.249,32$$

Costo de desrame por m³

$$\frac{\$ 31.249,32}{636.77 \text{ m}^3} = \$ 49.07/\text{m}^3$$

636.77 m³

Costo de la pulgada maderera tica bruta

$$\frac{\$ 49.07/m^3}{318.24''/m^3} = \$ 0.154/p.m.t.b.$$

Costo de la pulgada maderera tica lista para el arrastre (neta)

$$\frac{\$ 49.07/m^3}{247.79'/m^3} = \$ 0.198/p.m.t.n.$$

TRONCE

A6

Tiempo de tronco en H.P.M. en función del D.A.F. (d_g de cada clase diamétrica)

Ecuación:

$$t = 0.0014 \frac{d_g}{g} - 0.02 \quad r = 0.50 \quad r^2 = 0.25$$

$$n = 30$$

TABLA Nº 3

Volumen, tiempo de tronco y tiempo de tronco por m^3 como función de d_g y para cada clase diamétrica

Clase diamétrica (cm)	Volumen (m^3)	Tiempo de tronco (H.P.M.)	Tiempo de tronco/ m^3 (H.P.M.)
20 - 25	2.43	0.3173	0.1306
25 - 30	8.36	0.8275	0.0990
30 - 35	18.55	0.9950	0.0536
35 - 40	31.33	1.2506	0.0400
40 - 45	35.61	1.1921	0.0334
45 - 50	69.25	2.1051	0.0304
50 - 55	65.67	1.8735	0.0285
55 - 60	90.45	2.4650	0.0273
60 - 65	69.64	1.8248	0.0262
65 - 70	51.33	1.3145	0.0256
70 - 75	58.94	1.4667	0.0249
75 - 80	54.66	1.5812	0.0245
80 - 85	43.76	1.0513	0.0240
85 - 90	17.23	0.4086	0.0237
90 - 95	4.57	0.1074	0.0235
95 - 100	4.99	0.1158	0.0232

Tiempo de tronco en H.P.M. total para el rompeviento: Resulta de sumar el tiempo de tronco de todas las clases diamétricas.

$$t_i = 18.8964 \text{ H.P.M.}$$

Rendimiento por H.P.M.

$$\frac{636.77 \text{ m}^3}{18.89 \text{ HPM}} = 33.70 \text{ m}^3/\text{HPM}$$

Costo de tronco por m³

$$\frac{\text{Q } 350.84/\text{H.P.M.}}{33.70 \text{ m}^3/\text{HPM}} = \text{Q } 10.41/\text{m}^3$$

Costo de tronco del tapaviento:

$$\text{Q } 350.84/\text{HPM} \times 18.89 \text{ HPM} = \text{Q } 6629.61$$

Costo de la pulgada maderera tica bruta

$$\frac{\text{Q } 10.41/\text{m}^3}{318.24"/\text{m}^3} = \text{Q } 0.0327/\text{p.m.t.b.}$$

Costo de la pulgada maderera tica lista para el arrastre (neta)

$$\frac{\text{Q } 10.41/\text{m}^3}{247.79"/\text{m}^3} = \text{Q } 0.042/\text{p.m.t.n.}$$

B. ARRASTRE

B1 Metodología de campo

1. Se midió la distancia de arrastre en metros desde el tocón hasta el patio de trozas para todos los árboles derribados durante la práctica.
2. En todos los viajes de arrastre se cronometraron los siguientes tiempos (minutos)
 - a) tiempo de viaje vacío
 - b) tiempo de viaje cargado
 - c) tiempo de amarre
 - d) tiempo de descarga
 - e) tiempo de demoras
3. Se cuantificó el volumen arrastrado por viaje en pulgadas madereras ticas "netas" medidas al mecate.

B2 Trabajo de Oficina

1. Con los datos de campo se procedió a ajustar una ecuación $T = a + b D$ donde:

T = tiempo total por viaje en minutos.

a = sumatoria de los tiempos fijos promedio de carga, descarga y demoras (minutos)

b = sumatoria de los tiempos variables de viaje en minutos entre la distancia total de todos los viajes (m)

D = distancia de arrastre en metros.

2. Se obtuvo la distancia media de saca como un promedio de las de todos los viajes.

3. Determinada la ecuación de tiempo de arrastre se obtuvo el tiempo de viaje para la distancia media de saca.

4. Se calculó el promedio de volumen arrastrado por viaje.

5. Conociendo el costo de la hora productiva máquina, el tiempo promedio y el volumen promedio por viaje se procedió a calcular el rendimiento por hora productiva y el costo de la pulgada maderera por concepto de arrastre.

B3 Resultados

Costos de arrastre para el tractor agrícola marca Belarur de 70 H.P.

Costos fijos:

$$\text{Depreciación: } \frac{\text{¢ } 9600}{4 \times 150 \times 1.35} = \text{¢ } 118.52/\text{HPM}$$

$$\text{IAP: } \frac{\text{¢ } 96000 \times 5}{2 \times 810} = \text{¢ } 296.30/\text{HPM}$$

$$\text{Interés: } \text{¢ } 296.30 \times 0.24 = \text{¢ } 71.11/\text{HPM}$$

Seguro: No se tiene asegurado el equipo.

$$\text{Impuestos: } \frac{\text{¢ } 900/\text{año}}{202.5 \text{ HPM/año}} = \text{¢ } 4.44/\text{HPM}$$

Mano de obra:

$$\text{Salario } \frac{\text{¢ } 1500/\text{semana} \times (30 \text{ semanas/año}) \times 1.43}{202.5 \text{ HOM/año}} = \text{¢ } 317.78/\text{HPM}$$

Dos semanas pagadas de vacaciones y dos de aguinaldo:

$$\frac{\text{Q } 1500/\text{semana} \times 4 \text{ semanas} \times 1.43}{202.5 \text{ HPM/año}} = \text{Q } 42.37/\text{HPM}$$

Total de costos por mano de obra: Q 360.15/HPM

Costos variables:

Combustible: Q 66.65/HPM

Aceite y Engrase: Q 5.73/HPM

Mantenimiento y Reparaciones:

$$1.5 \times \text{Q } 118.52 = \text{Q } 177.78/\text{HPM}$$

Depreciación de neumáticos incluyendo reencauche:

$$\text{Llantas traseras: } \frac{\text{Q } 27000 \times 2 \times 1.8}{810 \text{ HPM}} = \text{Q } 120/\text{HPM}$$

$$\text{Llantas delanteras: } \frac{\text{Q } 3383 \times 2 \times 1.8}{810 \text{ HPM}} = \text{Q } 15.04/\text{HPM}$$

Costo total de la hora productiva máquina = Q 939.42

Determinación de la ecuación de tiempo de arrastre como función de la distancia

TABLA N° 4

Tiempos de arrastre y distancia de saca

Nº de viajes	Tiempo de viaje vacío (min)	Tiempo de carga (min)	Tiempo de viaje cargado (min)	Tiempo de descarga (min)	Tiempo de demoras (min)	Distancia (m)
45	36.62	39.21	52.23	39.21	76.86	2090.85
\bar{X}		0.87		0.87	1.7	46.46

$$T = a + b D$$

$$a = 0.87 + 0.87 + 1.7 = 3.44 \text{ min}$$

$$b = \frac{36.62 + 52.23}{2090.85} = 0.042 \text{ min/m}$$

Distancia media de saca D = 46.46 m.

Tiempo promedio por viaje:

$$3.44 + 0.042 (46.46) = 5.39 \text{ min}$$

Costo de la p.m.t. arrastrada:

Volumen arrastrado en 45 viajes = 10214 p.m.t.

Volumen promedio por viaje

$$V = \frac{10214}{45 \text{ viajes}} = 226.98 \text{ p.m.t./viaje}$$

Rendimiento por H.P.M.

$$R = \frac{60 \times 226.98}{5.39} = 2526.68 \text{ p.m.t./H.P.M.}$$

Costo de la p.m.t. por concepto de arrastre

$$\frac{\text{Q} 939.42/\text{H.P.M.}}{2526.68 \text{ p.m.t./H.P.M.}} = \text{Q} 0.37/\text{p.m.t.}$$

c. Carga y Manipuleo

C1 Metodología de campo

1. Se cronometraron los siguientes tiempos:

- a) Tiempo de carga.
- b) Tiempo de amarre.
- c) Tiempo de demoras.

2. Se cuantificó el volumen cargado en cada caso en pulgadas madereras ticas "netas".

C2 Trabajo de oficina

1. Se determinó el volumen promedio cargado por jornada.

2. Se calculó el tiempo promedio para carga, amarre y demoras por jornada en H.P.M.

3. Conociendo el costo de la hora productiva máquina, el tiempo productivo de la operación y el volumen cargado por jornada se procedió a calcular el rendimiento por hora productiva máquina y el costo de la pulgada maderera tica por concepto de carga y manipuleo en patio.

C3 Resultados

Costos de carga y manipuleo para el tractor agrícola marca Belarus de 70 H.P.

Costos fijos

$$\text{Depreciación: } \frac{\text{¢ } 96000}{4 \times 150 \times 2.26 \text{ HPM}} = \text{¢ } 70.79/\text{H.P.M.}$$

$$\text{IAP: } \frac{\text{¢ } 96000 \times 5}{2 \times 1356} = \text{¢ } 176.99/\text{H.P.M.}$$

$$\text{Interés: } \text{¢ } 176.99 \times 0.24 = \text{¢ } 42.48$$

$$\text{Seguro: } \text{¢ } 0$$

$$\text{Impuesto: } \frac{\text{¢ } 900/\text{año}}{339 \text{ HPM/año}} = \text{¢ } 2.65/\text{H.P.M.}$$

Mano de obra:

$$\text{Salario} = \frac{\text{¢ } 3000/\text{semana} \times 30 \text{ semanas/año} \times 1.43}{339 \text{ HPM/año}} = \text{¢ } 379.64/\text{HPM}$$

$$\text{Vacaciones y aguinaldo} = \frac{\text{¢ } 3000/\text{semana} \times 4 \text{ semanas/año} \times 1.43}{339 \text{ H.P.M./año}} = \text{¢ } 50.62/\text{H.P.M.}$$

$$\text{Total de costo por mano de obra: } \text{¢ } 430.26/\text{HPM}$$

Costos variables

$$\text{Combustible: } \text{¢ } 66.65/\text{H.P.M.}$$

$$\text{Aceite y engrase: } \text{¢ } 5.73/\text{H.P.M.}$$

$$\text{Mantenimiento y Reparaciones: } 1.5 \times 70.79 = \text{¢ } 106.18/\text{H.P.M.}$$

Depreciación de neumáticos incluyendo reencauche:

$$\text{Llantas traseras: } \frac{\text{¢ } 27000 \times 2 \times 1.8}{1356 \text{ HPM}} = \text{¢ } 71.68/\text{H.P.M.}$$

$$\text{Llantas delanteras: } \frac{\text{¢ } 3383 \times 2 \times 1.8}{1356 \text{ HPM}} = \text{¢ } 8.98/\text{HPM}$$

$$\text{Costo total de la hora productiva máquina} = \text{¢ } 805.4/\text{H.P.M.}$$

Tiempos de carga y manipuleo por jornada

Tiempo de carga = 98.33 min/día

Tiempo de amarre = 12.0 min/día

tiempo de demoras = 25.33 min/día

Tiempo total = 135.66 min/día = 2.26 HPM/día

Volumen promedio cargado por jornada

Tractor MF 60 HP: 1789.66 p.m.t/día

Tractor Ford 75 HP: 1615.0 p.m.t/día

Volumen total = 3404.66 p.m.t/día

Rendimiento $\frac{3404.66 \text{ p.m.t/día}}{2.26 \text{ HPM/día}} = 1506.48 \text{ p.m.t./H.P.M.}$

Costo de la pulgada maderera tica

$\frac{\text{¢ } 805.4/\text{HPM}}{1506.48 \text{ p.m.t./H.P.M.}} = \text{¢ } 0.53/\text{p.m.t.}$

1506.48 p.m.t./H.P.M.

D Transporte

D1 Metodología de campo

1. Se midió la distancia de transporte del patio de trozas hasta el aserradero tanto por camino como por carretera.
2. Se cuantificó el volumen transportado por viaje para cada tractor.
3. Se cronometraron los siguientes tiempos.
 - a) tiempo de carga.
 - b) tiempo de viaje cargado por camino y carretera.
 - c) tiempo de descarga.
 - d) tiempo de viaje descargado.
 - e) tiempo de demoras en carga y descarga.

D2 Trabajo de Oficina

1. Se calculó el tiempo promedio de recorrido por viaje como suma de tiempo promedio de viaje cargado y descargado para ambos tractores.

2. Se cuantificó el tiempo promedio de parada para cada tractor como suma de los tiempos promedios de carga, amarre, descarga y demoras en la carga y descarga por viaje.
3. Se determinó el volumen promedio transportado por viaje para cada tractor.
4. Conociendo el tiempo promedio de recorrido y la distancia se calculó la velocidad promedio en camino y carretera.
5. Se determinó el costo de la hora de recorrido y de parada como suma de costos fijos mas costos variables y mano de obra. (incluye tractor y carreta).
6. Conociendo el costo por hora de recorrido y por hora de parada, así como el tiempo promedio por viaje y el volumen promedio transportado, se procedió a calcular el costo de la pulgada maderera tica por concepto de transporte para cada tractor.
7. Se determinó además el costo de la pulgada maderera tica por kilómetro de recorrido.
8. Se calculó el costo de la pulgada maderera tica por concepto de transporte como un promedio ponderado del costo de los dos tractores.

D3 Resultados (Tractor M.F. 60 H.P.)

TABLA Nº 5

Tiempos de carga, descarga y transporte para el tractor M.F. 60 H.P. y volumen transportado por viaje

º de viaje	Volumen (p.m.t)	Tiempo carga (min.)	Tiempo amarre (min.)	Tiempo demoras carga (min.)	Tiempo viaje camino (min.)	Tiempo viaje carretera (min)	Tiempo descarga (min.)	Tiempo demoras descarga (min.)	Tiempo regreso camino (min.)
1	1753	57	5	51	39	18.25	16	-	18
2	1665	50	7	-	42	24	16	-	16
3	1951	26	6	-	37	14.30	14	13.6	16.25
X	1789.66	44.33	6	17	39.33	18.65	15.33	4.53	16.75

Tiempos de recorrido promedio por viaje (en horas)

carreteras: 0.31 horas
camino: 0.93 horas
demoras en recorrido: 0.12 horas*
Total: 1.36 horas

Tiempos de parada promedio por viaje (en horas)

carga y amarre: 0.84 horas
descarga: 0.26 horas
demoras en carga y descarga: 0.36 horas
Total = 1.46

Volumen promedio transportado por viaje (p.m.t.)

Volumen prom. 1789.66 p.m.t./viaje

Distancia recorrida por viaje

Camino: 3.232 Km.
Carretera: 1.008 Km.

Velocidad promedio en camino: 3.47 Km/h.

Velocidad promedio en carretera: 3.25 Km/h.

Costo por hora de parada para el tractor M.F. 60 H.P.

Depreciación: $\frac{\text{¢ } 75000}{4 \times 150 \times 2.82} = \text{¢ } 44.32/\text{hp}$

I.A.P.: $\frac{\text{¢ } 75000 \times 5}{2 \times 1692} = \text{¢ } 110.81/\text{h}$

Interés: $\text{¢ } 110.81 \times 0.24 = \text{¢ } 26.59/\text{h}$

Seguro: ¢ 0

Impuesto: $\frac{\text{¢ } 900/\text{año}}{423 \text{ h/año}} = \text{¢ } 2.13/\text{h}$

* Se cuantificó como un 10% del tiempo total de recorrido.

Depreciación de neumáticos y dos reencauches

$$\frac{2 \times (27.000 + 3383) + 4 \times (6000 + 3000)}{1692} = \text{¢ } 57.19/\text{h}$$

Mano de obra:

$$\text{Salario: } \frac{\text{¢ } 1500/\text{semana} \times (30 \text{ semanas/año})}{423 \text{ h/año}} = \text{¢ } 152.13/\text{h}$$

Aguinaldo y vacaciones

$$\frac{\text{¢ } 1500 \times 4}{423 \text{ h}} = \text{¢ } 14.18/\text{h}$$

Costo por hora de parada para la carreta

$$\text{Depreciación: } \frac{\text{¢ } 25000}{4 \times 150 \times 2.82} = \text{¢ } 14.77/\text{h.}$$

$$\text{I.A.P.: } \frac{\text{¢ } 25000 \times 5}{2 \times 1692} = \text{¢ } 36.94/\text{h}$$

$$\text{Interés: } \text{¢ } 36.94 \times 0.24 = \text{¢ } 8.86/\text{h.}$$

Depreciación de neumáticos y dos reencauches

$$\frac{4 (4032) + 8 (3000)}{1692} = \text{¢ } 23.72/\text{h}$$

Costo total por hora de parada

$$\text{Tractor M.F. 60 H.P.} = \text{¢ } 296.54/\text{h}$$

$$\text{Carreta} = \text{¢ } 47.35/\text{h}$$

$$\text{Costo total} = \text{¢ } 343.89/\text{h}$$

Costo por hora de recorrido para el tractor M.F. 60 H.P.

$$\text{Combustible: } \text{¢ } 66.65/\text{hr.}$$

$$\text{Aceite y engrase: } \text{¢ } 3.88/\text{hr.}$$

$$\text{Mantenimiento y reparaciones: } (1.5 \times \text{Dep})$$

$$\text{Dep} = \frac{\text{¢ } 75000}{4 \times 150 \times 1.36} = \text{¢ } 91.91/\text{hr.}$$

$$1.5 \times \text{¢ } 91.91 = \text{¢ } 137.86/\text{hr.}$$

Total de costos variables: ¢ 208.39/hr.

Total de costos por hora de recorrido: (fijos y variables)

$$\text{¢ } 296.54 + \text{¢ } 208.39 = \text{¢ } 504.93/\text{hr.}$$

Costo por hora de recorrido para la carreta

Reparación y mantenimiento: (1.5 x Dep)

$$\text{Dep} = \frac{\text{¢ } 25000}{4 \times 150 \times 1.36} = \text{¢ } 30.63/\text{hr.}$$

$$1.5 \times \text{¢ } 30.63 = \text{¢ } 45.94/\text{hr.}$$

Costo total por hora de recorrido: (fijos + variables)

$$\text{¢ } 47.35 + \text{¢ } 45.94 = \text{¢ } 93.29/\text{hr.}$$

Costo total por hora de recorrido:

Tractor M.F. 60 H.P.: ¢ 504.93/hr.

Carreta: ¢ 93.29/hr.

Costo total: ¢ 598.22/hr.

Costo de la pulgada maderera tica por concepto de transporte para el tractor M.F. 60 HP.

Costo de recorrido:

$$\text{Carretera: } \frac{0.31 \text{ h} \times \text{¢ } 598.22/\text{hr.}}{1789.66 \text{ pmt}} = \text{¢ } 0.10/\text{p.m.t.}$$

$$\text{Camino: } \frac{0.93 \text{ h} \times \text{¢ } 598.22/\text{hr.}}{1789.66 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.31/\text{pmt}$$

$$\text{Demoras en viaje: } \frac{0.12 \text{ h} \times \text{¢ } 598.22/\text{hr.}}{1789.66 \text{ pmt}} = \text{¢ } 0.04/\text{pmt}$$

Costo en paradas

$$\text{Carga y amarre: } \frac{0.84 \text{ h.} \times \text{¢ } 343.89 \text{ h}}{1789.66 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.16/\text{p.m.t}$$

Descarga: $\frac{0.26 \text{ h} \times \text{¢} 343.89/\text{h.}}{1789.66 \text{ p.m.t}} = \text{¢} 0.05/\text{p.m.t}$

Demoras en paradas: $\frac{0.36 \text{ h} \times \text{¢} 343.89/\text{h.}}{1789.66 \text{ p.m.t}} = \text{¢} 0.07/\text{p.m.t}$

Costo total de la p.m.t. por transporte: $\text{¢} 0.73/\text{p.m.t}$

Costo de la p.m.t por Km. de recorrido

$\frac{\text{¢} 0.73/\text{p.m.t}}{4.24 \text{ Km.}} = \text{¢} 0.17/\text{p.m.t. Km.}$

D4 Tractor Ford 75 H.P.

TABLA Nº 6

Tiempo en minutos de carga, descarga y transporte para el tractor Ford 75 H.P. y Volumen transportado por viaje (p.m.t)

de aje	Volumen (PMT)	Tiempo carga (min.)	Tiempo amarre (min.)	Tiempo demoras (min.)	Tiempo viaje (camino)	Tiempo viaje ca- rretera	Tiempo ca-descar- ga	Tiempo demoras descar- ga	Tiempo regreso camino
1	1649	68	5	15	38	18	18	-	16
2	1780	64	6	-	40	17	20	12	15
3	1416	30	7	10	38	18	15	34	16.25
\bar{x}	1615	54	6	8.33	38.66	17.66	17.66	15.33	15.75

Tiempos de recorrido promedio por viaje:

Carretera: 0.29 horas

Camino: 0.90 horas

Demoras: 0.12 horas
1.31 horas

Tiempo de parada promedio por viaje:

carga + amarre: 1.00 horas

descarga: 0.29 horas

demoras: 0.39 horas

Total 1.68 horas

Volumen promedio (p.m.t) transportado por viaje:

Vol. prom. = 1615 p.m.t/viaje

Distancia recorrida por viaje:

Camino: 3.232 Km.

Carretera: 1.008 Km.

Velocidad promedio en camino: 3.59 Km/h.

Velocidad promedio en carretera: 3.47 Km/h.

Costo por hora de parada para el tractor Ford 75 H.P.

Depreciación: $\frac{\text{Q } 100.000}{4 \times 150 \times 2.99/h} = \text{Q } 55.74/h$

IAP: $\frac{\text{Q } 100.000 \times 5}{2 \times 1794} = \text{Q } 139.35/h$

Interés: $\text{Q } 139.35 \times 0.24 = \text{Q } 33.44/h$

Seguro: Q 0

Impuesto: $\frac{\text{Q } 900/\text{año}}{448.5h/\text{año}} = \text{Q } 2.01/h$

Depreciación de neumáticos y dos reencauches

$\frac{2 \times (27000 + 3383) + 4 (6000 + 3000)}{1794} = \text{Q } 53.94/h$

Mano de obra:

Salario: $\frac{\text{Q } 1500/\text{semana} \times (30 \text{ semanas/año}) \times 1.43}{448.5 h/\text{año}} = \text{Q } 143.47/h$

Aguinaldo y vacaciones:

$$\frac{\text{¢ } 1500 \times 4}{448.5 \text{ h}} = \text{¢ } 13.38/\text{h}$$

Costo por hora de parada para la carreta

$$\text{Depreciación: } \frac{\text{¢ } 25000}{4 \times 150 \times 2.99\text{h}} = \text{¢ } 13.93/\text{h}$$

$$\text{IAP: } \frac{\text{¢ } 25000 \times 5}{2 \times 1794} = \text{¢ } 34.84/\text{h}$$

$$\text{Interés: } \text{¢ } 34.84 \times 0.24 = \text{¢ } 8.36/\text{h}$$

Depreciación de neumáticos y dos reencaches

$$\frac{4 (4032) + 8 (3000)}{1794} = \text{¢ } 22.37/\text{h}$$

Costo total por hora de parada

$$\text{Tractor Ford 75 HP} = \text{¢ } 301.98/\text{h}$$

$$\text{Carreta} = \text{¢ } 44.66/\text{h}$$

$$\text{Costo total} = \text{¢ } 346.64$$

Costo por hora de recorrido para el tractor Ford 75 H.P.

$$\text{Combustible: } \text{¢ } 66.65/\text{hr.}$$

$$\text{Aceite y engrase: } \text{¢ } 3.88/\text{hr.}$$

$$\text{Mantenimiento y reparaciones: } \text{¢ } (1.5 \times \text{Dep})$$

$$\text{Dep} = \frac{\text{¢ } 100.000}{4 \times 150 \times 1.31} = \text{¢ } 127.23/\text{hr.}$$

$$\text{¢ } 127.23 \times 1.5 = \text{¢ } 190.84/\text{hr.}$$

$$\text{Total de costos variables: } \text{¢ } 261.37/\text{hr.}$$

Total de costos por hora de recorrido: (fijos + variables)

$$\text{¢ } 301.98 + \text{¢ } 261.37 = \text{¢ } 563.35/\text{hr.}$$

Costo por hora de recorrido para la carreta

Reparación y mantenimiento: (1.5 x Dep)

$$\text{Dep} = \frac{\text{¢ } 25000}{4 \times 150 \times 1.31} = \text{¢ } 31.81/\text{hr.}$$

$$\text{¢ } 31.81 \times 1.5 = \text{¢ } 47.71/\text{hr.}$$

Total de costos por hora de recorrido (fijos + variables)

$$\text{¢ } 44.66 + \text{¢ } 47.71 = \text{¢ } 92.37/\text{hr.}$$

Costo total por hora de recorrido

Tractor Ford 75 H.P.: ¢ 563.35/hr.

Carreta: ¢ 92.37/hr.

Costo total: ¢ 655.72/hr

Costo de la pulgada maderera tica por concepto de transporte para el tractor Ford 75 H.P.

Costo de recorrido:

$$\text{Carretera: } \frac{0.29 \text{ h} \times \text{¢ } 655.72/\text{hr.}}{1615 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.12/\text{p.m.t.}$$

$$\text{Camino: } \frac{0.90 \text{ h} \times \text{¢ } 655.72/\text{hr.}}{1615 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.36 /\text{p.m.t.}$$

$$\text{Demoras en viaje: } \frac{0.12 \text{ h} \times \text{¢ } 655.72/\text{hr.}}{1615 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.05/\text{p.m.t.}$$

Costo en paradas:

$$\text{Cargay amarre: } \frac{1 \text{ h} \times \text{¢ } 346.64/\text{h}}{1615 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.21/\text{p.m.t}$$

$$\text{Descarga: } \frac{0.29 \text{ h} \times \text{¢ } 346.64/\text{h.}}{1615 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.06/\text{p.m.t}$$

$$\text{Demoras en paradas: } \frac{0.39 \text{ h} \times \text{¢ } 346.64/\text{h}}{1615 \text{ p.m.t.}} = \text{¢ } 0.08/\text{p.m.t}$$

Costo total de la p.m.t. por transporte: ¢ 0.88/p.m.t.

Costo de la p.m.t. por Km. de recorrido

$$\frac{\text{¢ } 0.88/\text{p.m.t.}}{4.24 \text{ Km}} = \text{¢ } 0.207/\text{p.m.t. Km.}$$

Costo de la p.m.t. (costo promedio) por concepto de transporte

promedio ponderado respecto del número de p.m.t. que transporta cada tractor

Tractor M.F. 60 H.P.

$$\text{¢ } 0.73/\text{p.m.t.} \times 1789.66 \text{ p.m.t.} = \text{¢ } 1306.45$$

Tractor Ford 75 H.P.

$$\text{¢ } 0.88/\text{p.m.t.} \times 1615 \text{ p.m.t.} = \text{¢ } 1421.2$$

$$\text{Costo promedio: } \frac{\text{¢ } 1306.45 + \text{¢ } 1421.2}{(1615 + 1789.66)\text{p.m.t.}} = \text{¢ } 0.80/\text{p.m.t.}$$

D5 Resumen de costos de la pulgada maderera tica

Derribo: ¢ 0.059/p.m.t.

Desrame: ¢ 0.198/p.m.t.

Tronce: ¢ 0.042/p.m.t.

Subtotal: ¢ 0.3/p.m.t.

Arrastre: ¢ 0.37/p.m.t.

Carga y manipuleo: ¢ 0.53/p.m.t.

Transporte: ¢ 0.80/p.m.t.

Costo de la p.m.t. total: ¢ 2.0/p.m.t.

VII CONCLUSIONES

1. Las operaciones de carga y transporte representan un alto porcentaje (66.5%) del total del costo de la pulgada maderera tica- Esto se debe a que cada tractor realizó solo un viaje diario lo que "concentra" los costos en una cantidad pequeña de volumen, especialmente los costos fijos y de mano de obra. Además, el valor de los tractores así como otros costos de operación son más altos en relación a los de las motosierras.
2. El derrame resultó ser la operación mas cara (66%) de las efectuadas a pie de tocoón. El hecho de que los árboles pertenecen a cortinas rompevientos influye en que tengan demasiadas ramas. Aunque las ecuaciones de tiempo ajustadas para el desrame no son estadísticamente confiables, arrojan evidencia (como es de esperar) de que el tiempo de desrame es menor para árboles con menos copa en relación a la longitud del fuste.
3. La maquinaria utilizada en las operaciones de carga, arrastre y transporte no son adecuadas para la época lluviosa y para el tipo de caminos existentes en la zona de extracción.
4. El desperdicio es de un 22.14% lo que podría deberse a que no existe un marcaje eficiente de las trozas para aserrío y no se aprovecha la madera para postes y leña.

VIII RECOMENDACIONES

1. Las operaciones de aprovechamiento deben ser efectuadas durante la estación seca, en aquellas zonas donde las condiciones del terreno, así como las vías de extracción, no permitan un desempeño eficiente de la maquinaria existente en la estación lluviosa. Durante esta última, dichas operaciones se deben realizar en áreas que presenten condiciones adecuadas para su ejecución.
2. Cuando las condiciones climáticas sean adversas para el aprovechamiento e influyan negativamente en los rendimientos y los costos de una manera significativa, se podría transferir la mano de obra a otras labores.
3. Para reducir el desperdicio, podría ser útil contratar una persona que se encargue del marcaje de las medidas de tronco, de supervisar la manera de derribar los árboles y demás operaciones a pie de tocoón, y de la comercialización de postes y leñas.
4. Se recomienda para la plantación de futuros rompevientos, que éstos tengan un ancho suficiente, de manera que los árboles de borde, que son los que presentan más ramas, representen un menor porcentaje del total; bajando así el costo de desrame y mejorando la calidad de la madera. Se deben realizar además las labores silviculturales pertinentes.

5. En el caso de que sea necesario aprovechar un volumen por año, de manera que las labores de corta y extracción sean continuas; se debería utilizar una maquinaria apropiada para las condiciones difíciles que se presentan durante la época lluviosa y (o) mejorar los caminos.
6. Para futuros trabajos de este tipo, es recomendable buscar la ecuación de mejor ajuste para las diferentes regresiones y no necesariamente utilizar rectas como en este caso; además de utilizar el mayor número de datos posible de diferentes áreas de explotación de diversas épocas del año.

Anexos

FORMULARIO

Costos:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Costo puesto en la zona} - \text{Valor residual}}{\text{vida útil}}$$

$$\text{Interés} = \text{IAP} \times \text{Tasa de interés}$$

$$\text{IAP} = \frac{\text{Costo puesto en la zona (N+1)} + \text{Valor residual}}{2 \times \text{vida útil}}$$

$$\text{Reparación y Mantenimiento} = 1.5 \times \text{Depreciación}$$

$$\text{Mano de obra} = \frac{\text{Salario (anual, mensual o semanal)} \times (1 + \text{CS})}{\text{número de HPM(anual, mensual o semanal)}}$$

donde CS = cargas sociales expresadas en tanto por uno.

$$\text{Reencauche} = 0.8 \times \text{costo de neumáticos (cuando no se tienen datos)}$$

$$\text{Impuestos: } \frac{\text{Impuesto anual}}{\text{Nº de HPM/año}}$$

$$\text{Rendimiento por HPM} = \frac{\text{Volumen aprovechado por HPM}}{\text{número de H.P.M. por jornada}}$$

$$\text{Costo por unidad de volumen} = \frac{\text{costo de la HPM}}{\text{rendimiento por HPM}}$$

$$\text{Tasa de interés usada en este trabajo} = 24 \% \text{ anual}$$

DATOS GENERALES SOBRE EL EQUIPO UTILIZADO EN EL APROVECHAMIENTO

Equipo	Costo (Q)*2	Vida útil	Combustible (Q/h)	Aceite (Q/h)	Impuesto (Q/año)	Neumáticos delanteros (Q) c/u	Neumáticos traseros (Q) c/u	Reencauche delanteros (Q) c/u
Tractor Belarus 70 H.P.	96.000	4 años	66.65	5.73	900	3.383	27.000	*1
Tractor Belarus 70 H.P.	96.000	4 años	66.65	5.73	900	3.383	27.000	*1
Tractor MF 60 H.P.	75.000	4 años	66.65	3.88	900	3.383	27.000	3.000
Tractor Ford 75 H.P.	100.000	4 años	66.65	3.88	900	3.383	27.000	3.000
2 carretas	25.000 c/u	4 años	-	-	-	4.032	4.032	3.000
Motosierra Mc 850 cc	32.000	1500 horas	43.84	3.82	-	-	-	-
Motosierra Mc 750 cc.	24.000	1500 horas	43.84	3.82	-	-	-	-
Cadena	800	80	-	-	-	-	-	-
Espada	4.000	90	-	-	-	-	-	-

* Por falta de datos reales, el valor de reencauche para los neumáticos de los tractores Belarus, se estima como un de los neumáticos.

*2 Para la maquinaria el costo es el valor actual en libros.

CUADRO Nº 2

DATOS GENERALES SOBRE LA MANO DE OBRA EMPLEADA EN EL APROVECHAMIENTO

Tipo de mano obra	Numero de personas	Salario por semana (¢)	Cargas sociales (%)	Turno laboral (horas/día)	Días laborales al año	Días laborales por semana
Sierristas	2	1000	43	6	150	5
Ayudante de sierristas	2	750	43	6	150	5
Operador de cargador	1	3000	43	6	150	5
Tractorista	2	1500	43	6	150	5

TABLA Nº 7

Volumen en m³, p.m.t.b., p.m.t.n. y altura total para el rompeviento.

CD	Vol. total (m ³)	Volumen PMT Bruta f(DAP)	Volumen PMT NETAS	Altura total (m)
20 - 25	2.43	147.51	125.38	19.21
25 - 30	8.36	4617.92	2925.23	19.81
30 - 35	18.55	7780.79	2761.43	20.39
35 - 40	31.33	11383.73	6335.16	20.95
40 - 45	35.61	12001.97	8092.16	21.61
45 - 50	69.25	22471.11	16570.17	22.21
50 - 55	65.67	20807.67	16191.06	22.79
55 - 60	90.45	28168.69	22747.76	23.36
60 - 65	69.64	21402.75	17797.98	24.00
65 - 70	51.33	15650.69	13236.32	24.46
70 - 75	58.94	17796.83	15365.05	25.19
75 - 80	54.66	19409.98	16965.13	25.73
80 - 85	43.76	13060.27	11556.48	26.39
85 - 90	17.23	5120.30	4570.46	26.96
90 - 95	4.57	1354.10	1216.04	27.41
95 - 100	4.99	1472.54	1333.52	28.13
TOTAL	636.77	202.646.85	157.789.39	

CUADRO Nº 3
INVENTARIO DEL ROMPEVIENTO

Clase diamétrica (cm)	Copa tipo 1 > 50		Copa tipo 2 < 50		Total	
	N	d-g	N	d-g	N	d-g
20 - < 25	10	22.61	17	22.72	27	22.68
25 - < 30	12	27.58	32	27.77	44	27.72
30 - < 35	18	32.45	21	32.57	39	32.51
35 - < 40	15	37.53	24	36.98	39	37.19
40 - < 45	15	42.81	15	42.52	30	42.67
45 - < 50	18	47.43	27	47.88	45	47.70
50 - < 55	15	52.49	20	52.55	35	52.52
55 - < 60	25	56.97	16	57.64	41	57.23
60 - < 65	17	62.53	10	62.60	27	62.56
65 - < 70	15	66.12	3	68.06	18	66.45
70 - < 75	15	77.48	3	72.57	18	72.49
75 - < 80	14	76.89	4	77.52	18	77.03
80 - < 85	11	82.55	0	-	11	82.55
85 - < 90	4	87.55	0	-	4	87.25
90 - 95	1	91.00	0	-	1	91.00
95 - 100	0	-	1	97.00	1	97
TOTAL 205			193		398	

Area del tapaviento = 315 m. largo x 21 m. ancho

A = 6615 m³ = 0.66 Ha

Nº arb. = 398 arb \approx 602 arb/Ha.

Nº tocones = 106 \approx 160 toc/Ha.

Total \approx 762 ind/Ha.

SCOTT PAPER COMPANY DE COSTA RICA, S. A.

Celulosa de Turrialba, S. A.

Noviembre, 1983

Gerencia Operaciones Forestales del Atlántico

Rendimientos esperados de algunas labores
Agroforestales en la Finca Buenavista

Area total plantada: 540 ha Pinus caribaea
75 ha Gmelina arborea
615 ha

Edades:

Pinus caribaea: Plantaciones entre 2 años y 7 años

Gmelina arborea: Plantaciones entre 3 meses y 1 año y 3 meses

Objetivo de las plantaciones: Producción de pulpa para papel, postes y madera para aserrío.

1. Asociación de maíz y Gmelina arborea

La plantación se estableció en julio del presente año. A los tres meses de edad los costos directos de establecimiento y mantenimiento eran de ₡8.431,50 (₡188.00^x) por hectárea. (Area total: 25 has).

A las tres semanas de plantada la especie maderable se estableció una siembra de 9 hectáreas distribuidas en las áreas de fácil acceso para su recolección. El objetivo principal de esta siembra es la producción de elotes (maíz tierno en mazorca).

Se estima de acuerdo con las características actuales de la cosecha, iniciada a principios de noviembre, una ganancia de un 67% de los costos de producción. El precio de venta puesto en el medio de transporte del comprador es de ₡1.50 a ₡1.60 por unidad (₡0.03 a ₡0.04^x).

El diseño de plantación de melina es de 3 x 3 metros (1.111 árb/ha) y la siembra de maíz fue de dos golpes de 3 semillas intercalados entre cada dos árboles de melina, distanciados a un metro entre sí y a un metro de los árboles. (4.444 golpes/ha a 3 plantas por golpe).

El crecimiento de la especie arbórea ha sido satisfactorio. Luego de cosecharse el elote (a fines de noviembre) se procederá a limpiar la plantación, eliminando las plantas de maíz que no tengan mazorcas para producción de maíz en grano y reemplazándolas por otra siembra de semillas de maíz para aprovechar la época óptima de siembra y producción de maíz que se inicia. Luego de la segunda producción de elotes y maíz en grano la melina tendrá una altura mayor de 2 metros y no podrá asociarse económicamente con cultivos agrícolas. Además de que se

^xS= ₡45.00

iniciarán las primeras podas y la selección de un eje principal cuando se amerite.

Las ventajas de este sistema asociativo son:

- reducción de costos de plantación de la especie arbórea y hasta probable cubrirlos completamente con la producción de cultivo intercalado.
- consumo de mano de obra en otras actividades lo que permite mantener mano de obra especializada y capacitada por la empresa dentro de esta para el presente y el futuro.
- aprovechamiento del espacio aéreo en los primeros meses de edad de la especie arbórea
- mayor aprovechamiento del suelo

2.

● pastoreo de las plantaciones de pino con ganado vacuno (Brahman)

Actualmente se han pastoreado todas las plantaciones de pino. El pastoreo en la finca se inicia cuando la plantación cuenta con más de tres años y finaliza cuando la plantación cumple los seis años sin raleo. El período de pastoreo puede aumentarse al realizar los primeros raleos para producción de pulpa, con o sin siembra nuevamente de pastos, de acuerdo con los efectos de la sombra sobre los mismos.

Se han practicado cargas desde 0.2 hasta 1.7 animales por hectárea.

En asociaciones de Pinus caribaea de 4 años con pasto guinea (Panicum^{sp.}), una carga de 0.9 cabezas por hectárea parece lo máximo aconsejable sin perjuicios para los componentes vegetales, con una rotación en seis apartos y un período de recuperación para el pasto de 3 a 5 semanas. Normalmente se pastorea 3 veces, se chapea una vez y se descansa un turno cada aparto.

La finca cuenta actualmente con 171 animales, de los cuales 17 son hembras que han producido 4 crías menores de 3 meses.

Se espera que anualmente se obtenga una ganancia libre de un 70% del incremento en peso, ya que el 30% restante debe cubrir costos de manejo, asistencia y servicios veterinarios. Se excluyen costos de infraestructura que son relativamente bajos.

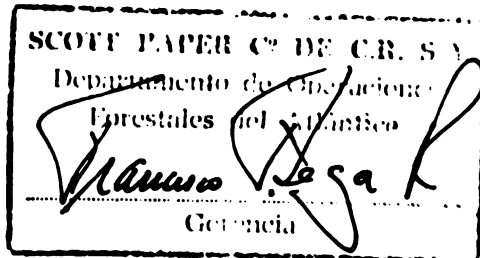
Las ventajas del sistema son:

- Disminución de costos de mantenimiento en las plantaciones
- Aprovechamiento de los pastos
- Aumenta la supervisión del desarrollo de las plantaciones
- Disminución del combustible y riesgo de incendios.
- Posibilidad de poseer un producto que puede ser vendido cuando es más conveniente el precio en el mercado.

- Aumento de los rendimientos económicos por hectárea del uso de la tierra
- La actividad es compatible con los programas de raleo.

Cuidados

- Seleccionar animales vigorosos
- Evitar sobrepastoreos
- Evitar altas cargas de cabezas/ha
- Para proteger el suelo y los sistemas radiculares
- Revisiones periódicas de la salud semanalmente (en el campo)
- Curaciones, alimentos y minerales cada 15 días(en el corral)
- Inventarios periódicos (preferible diariamente)
- Inspecciones periódicas del forraje oportunas.



SECCION 3

RESUMEN

Máximo Aquino
Glenn Galloway
Alejandro Galvez.
Emel Rodríguez

Propietario: Rafael Aguilar

Ubicación: La finca se encuentra localizada en el caserío de "La Selva", distrito de La Suiza, Cantón Turrialba, Costa Rica.

Limita en toda su extensión con los siguientes propietarios: al Norte, hermanos Obando, al Sureste Sr. Vargas, al Sur Alcides y al Oeste con Juan Sánchez.

Esta finca no limita con ningún río o fuente de agua.

Descripción componente socio-económico:

El componente está caracterizado por una familia compuesta por cuatro personas (esposo, esposa, dos hijos) y tienen como única fuente de ingreso económico, los ingresos generados por los productos que salen de los diferentes componentes que integran el sistema.

Por contar la familia, con tan poca mano de obra (padre y a medio tiempo el hijo) la finca debe contratar los servicios de un obrero a tiempo completo para poder operar todos los componentes.

Por los bajos precios del café y la baja en la cosecha, la finca debe conseguir crédito bancario con el fin de poder operar, principalmente para la compra de insumos. Los ingresos (brutos) de esta finca por año en caña y café, que son las principales fuentes, llegan ₡126.000/año (₡10.500 al mes). Si tomamos en cuenta que el gasto de mano de obra es de ₡18.000 y que por concepto de abono, alambre, luz ₡8.700 nos da ₡26.700 y sus ingresos netos son de aproximadamente ₡8.000 al mes para satisfacer las necesidades básicas de transporte, educación, salud y la suplementación alimenticia que no suministra su finca.

Descripción de otros componentes:

1. Café-Porcó-Laurel: presenta la característica típica de la zona, aunque hay que destacar que el laurel se encuentra con densidades muy

bajas, pero se presenta dentro de este componente banano, pejibaye y aguacate que suministran alimento para la familia, e incluso para dar a otras familias.

También se notó una condición fitosanitaria en el café mala en algunas secciones.

2. Pasto-Porcó: este componente se da en una extensión muy pequeña de la finca ya que el propietario sólo cuenta con dos vacas.
3. Pasto de corta: este sistema ocupa una extensión más pequeña todavía y es un componente de subsistencia.
4. Caña: es el segundo componente principal del sistema y el segundo ingreso más fuerte de la finca y parece indicar que este componente tiene mejores ingresos y el sistema de manejo es más simple.
5. Aves: este componente no da ingresos a la finca sino que se utiliza como suministro de huevos y carne para la familia.

Interacciones interesantes:

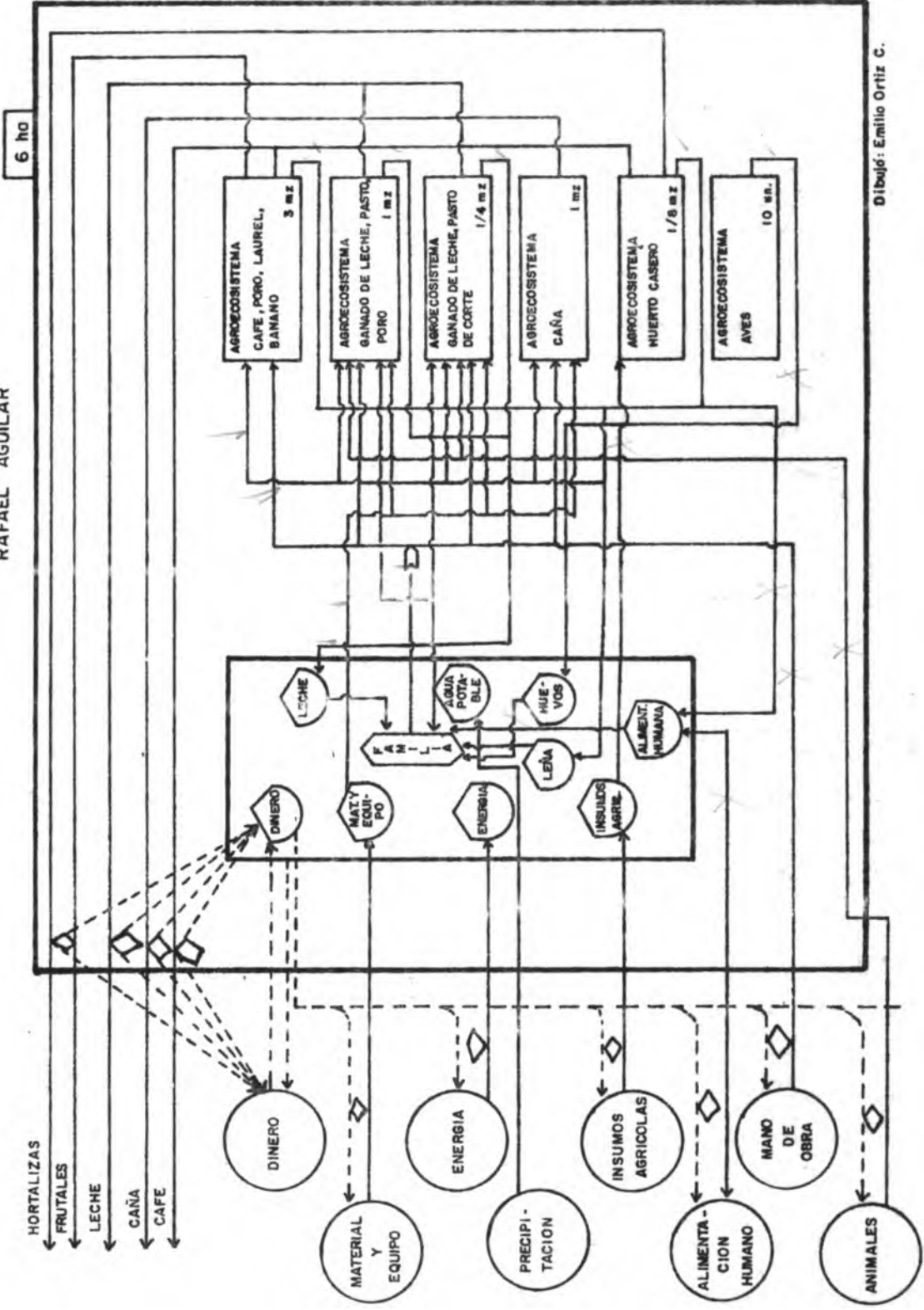
Es de mucho provecho para la familia, en el aspecto de alimentación, el suministro de frutas que se da en el componente café ya que ahí se dan bananos, pejibayes y aguacates, además de la principal salida de la finca.

Conclusión:

A pesar de que la finca es pequeña (6 ha), con pendientes elevadas y que el café ha presentado bajos precios el nivel de vida de la familia es bastante alto ya que las condiciones de la vivienda y alimentación son buenas.

El sistema agroforestal a nivel de esta finca puede representar una alternativa económica para el agricultor por la cual recomendamos que el sistema se estudie en todos sus componentes con el fin de mejorar su manejo y poderlo aplicar en otras condiciones iguales.

RAFAEL AGUILAR



Dibujó: Emilio Ortiz C.

RESUMEN

Michael Keyes
Fausto Escarramán
Gregorio Ojeda

Propietario: José Mora Obando

Ubicación de la finca:

Sector "La Leona" Distrito La Suiza, Cantón Turrialba.

Marco referencial:

La finca está ubicada en la margen izquierda de la carretera Turrialba-Tuis, kilómetro 16.

Los límites están dados por otras fincas vecinas que presentan las mismas características de la finca Materia de Estudio.

Descripción o particularidades socio-económicas:

La particularidad socio-económica de subsistema, se caracteriza por el hecho de sostener su familia con el producto de las cosechas dadas por la caña de azúcar y el café, que es comercializado hacia un nivel superior de acopio de estos productos, que en volumen significa la cosecha de 200 T.M. de caña y 50 a 60 fanegas de café, cuya utilidad es repartida entre sus hijos para sostener a sus familias, siendo solidario en consecuencia en los trabajos para hacer producir la tierra, además, en la finca absorbe la mano de obra de la familia en su totalidad.

Particularidades de los otros componentes:

Los otros componentes actúan como complemento de la subsistencia de la familia, que son indispensables, tales como la cría de vacas para abastecerse de leche para el consumo familiar, con déficit, porque no todos los miembros toman leche; el aprovechamiento de los árboles es para el autoconsumo de leña, en unos años puede significarle problemas. En ningún momento manifestó interés por plantar árboles, sino más bien mantener los árboles que actualmente tienen en pie.

Por otro lado el huerto familiar juega un papel importante, para el autoconsumo de la familia, que es otro complemento de los alimentos adquiridos en el mercado. Además, el huerto familiar sirve para alimentar sus vacas.

Comentarios sobre entradas:

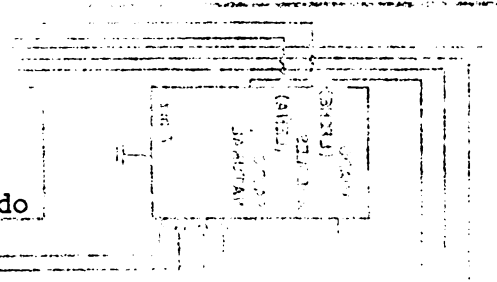
- como consecuencia de la cosecha tiene dinero, ganando de ¢200.000 a ¢300.000.
- al tener dinero, permite implementar con herramientas, varias actividades, para poda, limpieza, remoción, etc.
- insumos agrícolas son adquiridos del mercado en pequeña escala, toda vez que utiliza el sistema agroforestal en su café; como el poró (8 mz.) utilizando sólo ¢18.000 en la adquisición de fertilizantes, así como ¢1.800 para comprar herbicida y ¢1.500 para Dibrón.
- el seguro médico aporta la medicina para la curación de un hijo enfermo.
- según la fé de la familia (protestante) permite la unión espiritual, lo que combate el alcoholismo, problemas familiares, aportando la familia una mejor integración en los trabajos.
- Alimentos y vestidos. Estas necesidades están dadas en función a la importancia, priorizando los alimentos en primer nivel y vestido en segundo nivel.
- la energía es la fuente principal para su sistema agrícola (energía solar), la energía eléctrica sirve para uso doméstico.
- la precipitación sirve como fuente de vida para sus cultivos, árboles, pastos, consumo humano y sus animales y obtienen extras para la comunidad.

Salidas:

Las salidas de acuerdo a su importancia económica están dadas, por la caña de azúcar en forma continua, café una cosecha por año, la mano de obra de toda la familia, especialmente por las esposas de los hijos. Asimismo, en épocas buenas hay salidas de leche y fruta.

Interacciones interesantes:

- fe en su religión
- unidad e integración familiar
- uso del bañano para alimentar su ganado
- regeneración natural de sus árboles
- independencia de la familia



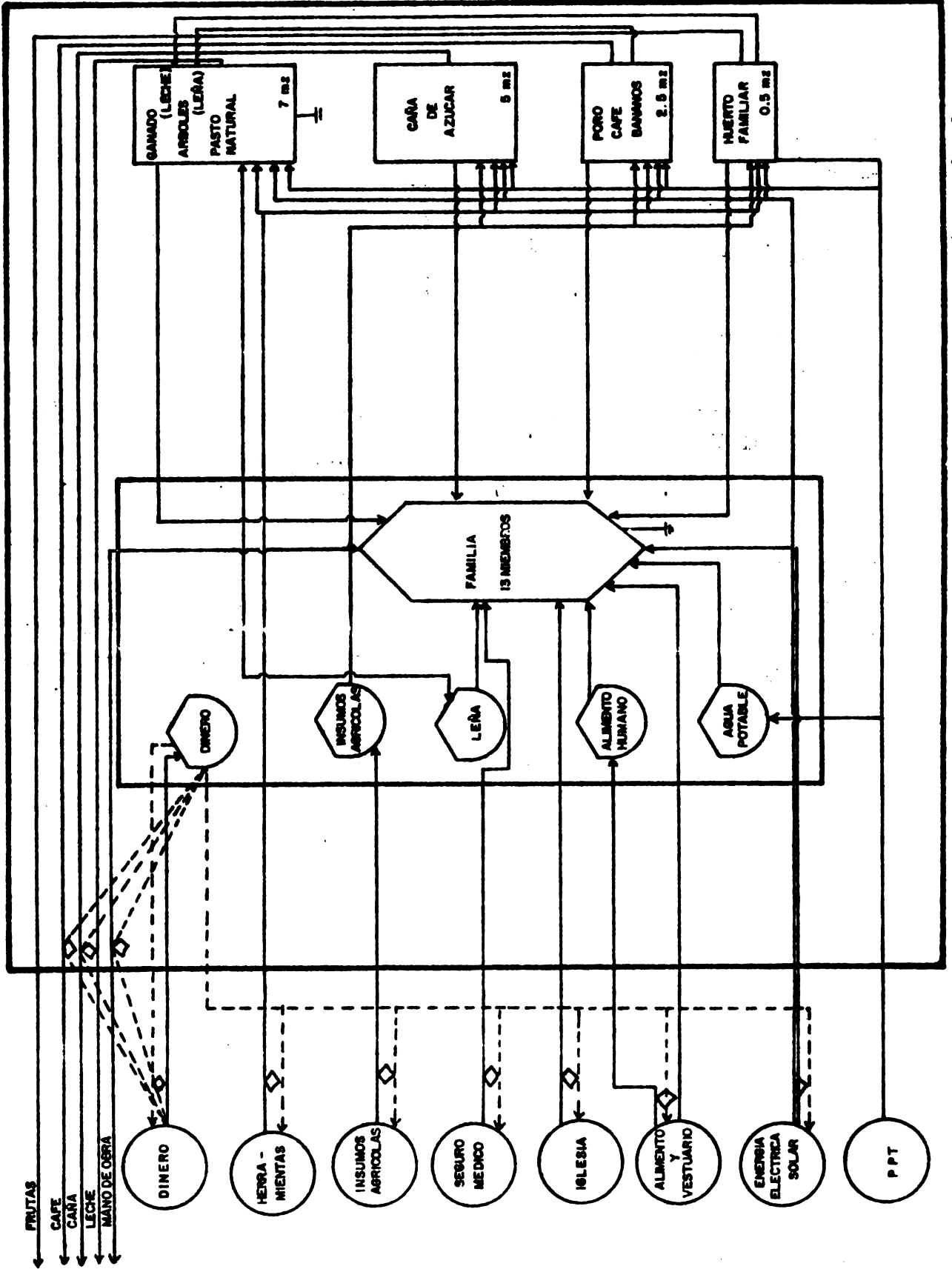
Otros comentarios:

La unidad familiar se manifiesta fuerte, por el hecho de que por el momento tiene posibilidades de ganancia, que al aumentar el número de familias con sus nietos tendrá problemas difíciles en un futuro cercano, por lo que el finquero está pensando en comprar más terreno y un chapulín.

Conclusiones:

El finquero, es un elemento capaz, con espíritu productivo, cuyo uso de su tierra va bien encaminado, su meta es hacia la producción agroforestal, por estar utilizando un mínimo de entradas (gastos) tales como el abono orgánico (poró).

JOSE MORA



Dibujó: Emilio Ortiz C.

RESUMEN

Juan Blas Zapata
Juan José Rodríguez
Efraín Jiménez

Propietario: Gilberto Vargas
Ubicación de la finca: Carrizal de La Suiza
Marco de referencia: La finca se encuentra a 1 km. de la población La Suiza de Turrialba. Limita al Norte con una cerca de propiedad del Sr. Juan Pérez, al Sur con la propiedad del Sr. Emilio Rodríguez, al Este camino público que conduce a la población denominada Alemania y al Oeste por una quebrada denominada "Dantas". Su clima es de 24°C, su topografía es de una pendiente que oscila de 10 a 25%.

Descripción socio-económica:

El Sr. Vargas es un propietario de escasos recursos económicos. Trabaja la propiedad con su familia y consecuentemente no ocupa mano de obra, cuenta con cinco hijos de los cuales dos son mujeres y 3 varones, todos menores de edad. Su edad es de 38 años y la de su esposa 35 años. Viven todos en la finca. Como ayuda económica cuenta con una pulpería no bien establecida, pero lo suficiente para que le deje un margen de utilidad de ₡800.00 mensuales, por otro lado cuenta con la venta de caña que es de 120 ton. al año con una utilidad neta de ₡84.000/año en igual forma del café ₡26.000/año.

Los otros componentes que generan también utilidades pero que son consumidos en la familia diariamente, no se contabilizan en este trabajo por considerarlos de poca significación, tales como huevos y abejas. Los productos del café, frutales y caña los venden directamente.

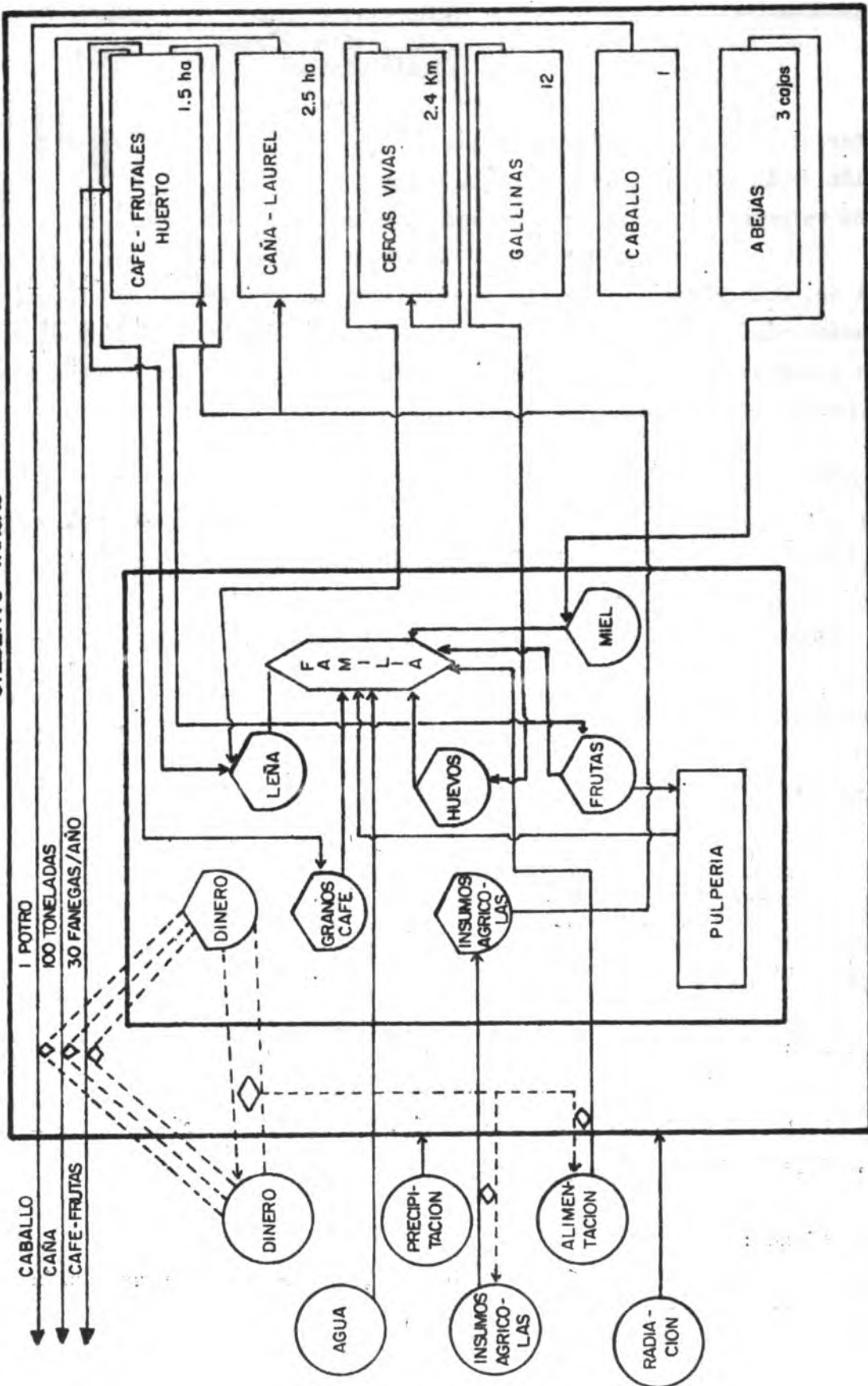
Conclusiones:

Su medio de vida es recomendable. Tiene casa y televisor, raras veces trabaja afuera para ayudarse en su economía. No adquiere préstamos de los Bancos, no planifica su finca.

Recomendaciones:

Debe de prestarse atención al agricultor, ayudarle con programación y con adquisición de préstamos de los Bancos.

GILBERTO VARGAS



Dibujó: Emilio Ortiz C.

RESUMEN

Eugenio Chinín
Francisco Padilla
Elia Mora

Propietario: Sr. Arnoldo Vargas

Ubicación de la finca:

Se encuentra en La Selva, Distrito La Suiza, Cantón de Turrialba.

Marco de referencia o generalidades:

Limita al Norte con finca vecina, al Sur con la carretera, al Este con finca vecina y al Oeste con finca del mismo tipo. La superficie es de 6 ha con 8 sistemas de producción.

Descripción y/o particularidades del subsistema socio-económico:

La mayor producción se encuentra con los productos café y caña, el resto sirve casi en su totalidad para la subsistencia familiar. Según el detalle tenemos:

café 130 fanegas/año a ₡2.000 c/u	= ₡260.000
caña 140 toneladas/año a ₡933 c/u	= ₡130.000
frutas de cítricos (3500)	= ₡ 2.000

Además de esto tenemos la venta de itabo = ₡ 500.00

Para la subsistencia familiar aprovecha el plátano, frutas, yuca, carne, huevos, verduras y leña.

Como costo por mano de obra tiene un egreso de ₡4.576 sin tomar en cuenta el trabajo diario y permanente del propietario de la finca. En lo que se refiere a los abonos tiene un egreso de ₡19.500 específicamente para caña y café.

Descripción y/o particularidades de los otros componentes:

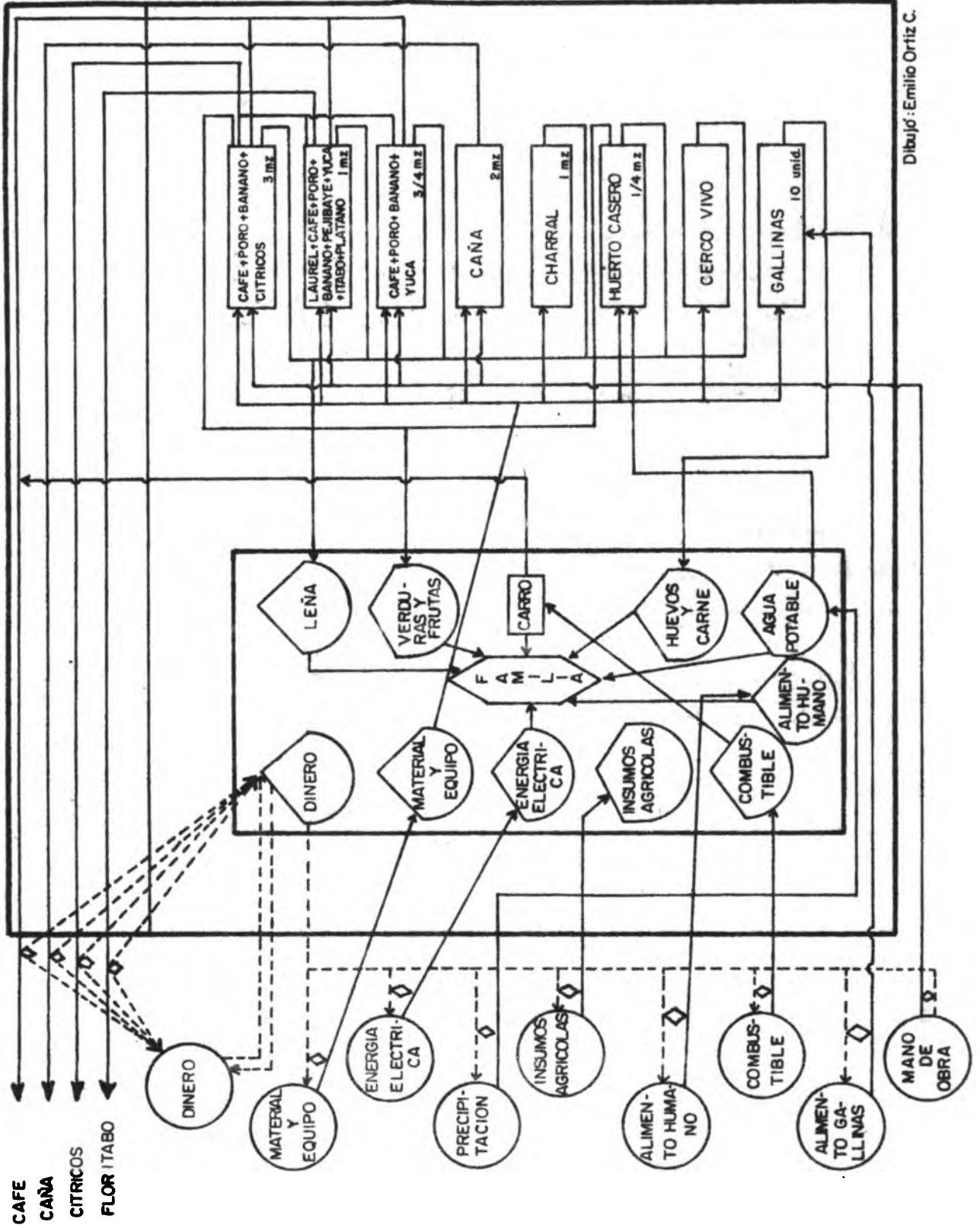
De los 8 sistemas de producción tenemos:

1. Café + Poró + banano + cítricos = 3 mz
2. Laurel + café + poró + banano + pejibaye + yuca + itabo y plátano = 3 mz
3. Café + poró + banano + yuca = 3/4 mz.
4. Caña = 2 mz
5. charral = 1 mz
6. Huerto casero = 1/4 mz
7. cerco vivo
8. gallinas.

El sistema 1, 2 y 3 se encuentran a lo largo de la finca, lo que no sucede con la caña que está situada en un solo cuerpo. Además éstos son los que necesitan más abono, a pesar de estar asociado con poró.

El vehículo sirve más para transportar el café y otros productos pequeños, ya que para la caña contrata otro vehículo.

ARNOLDO VARGAS



Dibujó: Emitio Ortiz C.

RESUMEN

Domingo Duvergé
Moisés Vásquez
Joseph Félix

Visitamos al agricultor Rafael Mora Castro que vive en el caserío la Selva distrito La Suiza, Cantón Turrialba. Su propiedad de 14 hectáreas está constituida sobre todo por tierras de ladera y está limitada por el filo de la montaña en su parte más elevada. Abajo (al sur), se termina a unos doscientos metros de la carretera principal. Su parte oeste sigue la corriente de un río y su parte este se confunde con un bosque.

Una gran parte de la finca está cubierta por sistemas agroforestales donde se encuentran:

1. Un cafetal con poró, plátano, banano y frutales. Los árboles dan al agricultor su sombra y frutos. El poró se poda dos veces al año para sacar hojas que mejorarán las condiciones físico-químicas del suelo.
2. Un cañal viejo que se replanta a tres años de edad aproximadamente, según la tasa de azúcar que se saca de su jugo. Según el propietario, los rendimientos obtenidos son bastante buenos. La caña necesita menos materia orgánica que otros cultivos y puede crecer sin chapia desde los dos meses hasta la cosecha.
3. Un cañal nuevo de unos tres meses de edad. Una vez establecida la plantación y cuando el estado vegetativo ha pasado ya la altura de dos pies, los gastos en pago de peones para diferentes trabajos usuales no se hacen. El propietario puede hacer lo poco que se necesite.
4. Un huerto casero que comprende unos frutales que, a veces, se venden y unas gallinas que dan a la familia huevos y carne.
5. Un potrero con una vaca lechera, una yegua, unos laureles y unas guayabas.

6. El señor Rafael utiliza también las cercas vivas que le permiten mejorar un poco el suelo y alimentar sus animales, mientras que producen tantos otros efectos sobre la "microecología" de la finca.

7. Por fin, se notaron un matorral y un bosque secundario que producen la madera para cocinar o construir.

El área total se divide así:

caña vieja	2 ha
caña nueva	0.75 ha
cafetal	4 ha
potrero	2 ha
huerto casero	0.25 ha
matorral	3 ha
bosque secundario	<u>2 ha</u>
Total	14 ha

En la finca, el propietario utiliza a veces el servicio de tres peones que trabajan ocho horas al día a ¢150 por persona. Pero la mano de obra es sobre todo familiar. No hay crédito en la zona y el agricultor saca los insumos de la CoopeSuiza. Los gastos anuales (o salidas) se clasifican así:

insumos agrícolas	¢15.000
vestuario	¢ 6.000
alimentación humana	¢ 4.000/mes o sea ¢48.000/año
energía eléctrica	¢ 444/mes o sea ¢528/año
compra de un animal	¢ 1.000 y otros gastos que van a nuevas plantas compradas, herramientas, etc.

Los rendimientos (entradas) son:

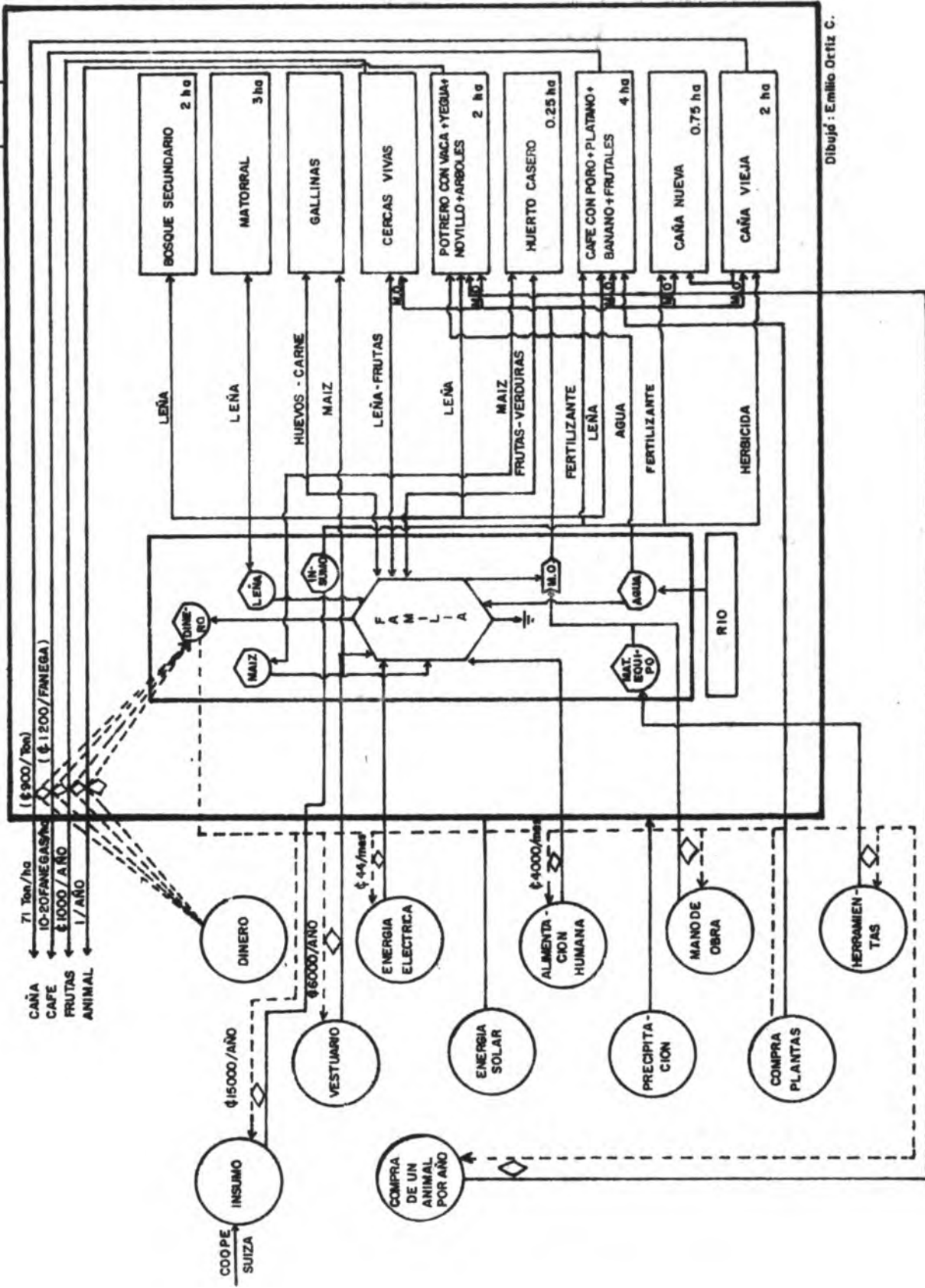
caña:	71 toneladas/hectárea a ¢400/ton.
café:	15 fanegas/hectárea a ¢1200/fanega
frutas:	aproximadamente ¢1.000/año
venta de un animal:	aproximadamente ¢10.000/año

La familia visitada se componía del padre, la madre, un hermano, una hermana y una nieta.

Uno de los problemas del agricultor es que los dos productos principales de su finca, el café y la caña, se venden a precios que él debe aceptar. Del análisis crítico y técnico de la finca, se concluye fácilmente que con el crédito y una asistencia técnica bien controlada, el Sr. Rafael podría sacar mejores resultados.

RAFAEL MORA CASTRO

14 ha



Dibujó: Emilio Ortiz C.

RESUMEN

Oldemar Corrales
Jorge Criollo
Ruddy Herrera
Walter Picado

Propietario: Sr. Elías Sánchez

Ubicación de la finca: Corresponde a dos lugares: La Selva de La Suiza y Piedras Negras.

Limita con propiedades de unos hermanos de él, la propiedad de Rivelino y una propiedad del CATIE. En la parte más baja del terreno limita con la calle pública.

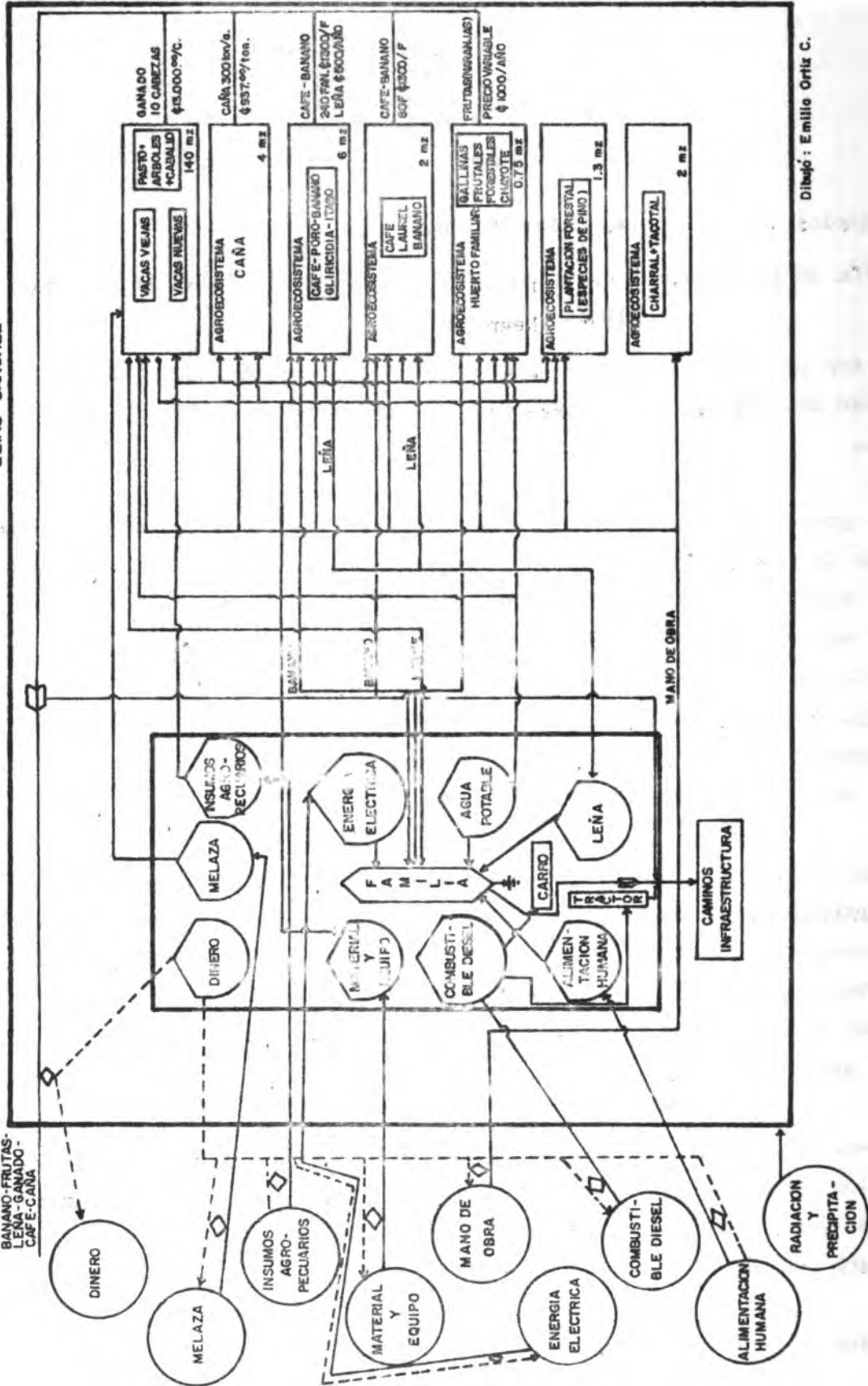
El grupo familiar está integrado por padre, madre y ocho hijos que aún viven en la finca. Un noveno hijo ya se casó y vive en otro sitio. Tres hijos son escolares y su participación en las labores es muy poca. Cuando hay mayores actividades, contrata mano de obra. Esto sucede así: para la cosecha de la caña contrata un jornalero que la corta y lo demás corre a cargo del grupo familiar. $\text{¢}937.00/\text{ton caña} = \text{¢}281.100/\text{año}$. Para la cosecha de café 30 fanegas/mz = $\text{¢}18.000/\text{mz}$. Para la limpia de pastizales, limpia dos veces por año y se lo hacen en unas 25 mzs por $\text{¢}8.200.00$ el contrato.

Sólo tiene un caballo, el cual sirve para llevar el almuerzo al campo. Tiene actualmente 45 cabezas de ganado de engorde, el cual constantemente se está reproduciendo, al grado que puede vender unas 10 cabezas/año. De vez en cuando vende madera aserrada, extraída de la finca pero muy ocasionalmente. El guineo lo ha vendido en algunos casos a un vecino para alimentación de cerdos, pero actualmente se pierde dentro de la finca.

Tiene tres trailers y una carreta de trabajo. El tractor se utiliza en los varios subsistemas: caña, café, ganado, leña. Del subsistema ganado aparta de dos a tres de las mejores vacas productoras de leche y las lleva a casa, para que provean la leche de consumo familiar.

Tiene plata en el banco.

ELIAS SANCHEZ



Dibujó: Emilio Ortiz C.

PRACTICA AGROFORESTAL: CARACTERIZACION DE CAFETALES CON SOMBRA

John Beer

Leonardo Espinoza

INTRODUCCION

El objetivo de este ejercicio es demostrar la aplicación de "análisis de sistemas" como técnica para el estudio de prácticas agroforestales tradicionales. Para obtener la información cuantitativa necesaria para este análisis, es aconsejable la división de cada finca en subsistemas de producción. En esta práctica se realiza parte de una evaluación cuantitativa de un subsistema (cafetales bajo sombra) agroforestal. En la medida de lo posible, se deberá tomar en cuenta aquéllos factores ajenos al subsistema pero que ejercen su influencia en el mismo. Esperamos que cada grupo preparará diagramas de perfiles y listas de especies preferidas con sus respectivas ventajas y desventajas.

OBJETIVOS GENERALES

1. Examinar algunas técnicas de medición que pueden ser utilizadas para caracterizar combinaciones o asociados de "café-especies de sombra (se esperan críticas y sugerencias).
2. Sugerencias con su debido razonamiento en cuanto a especies de sombra recomendables para la zona de Puriscal.
3. Comparar diferentes técnicas en manejo de cafetales (ej. sin sombra, una especie específica de sombra, sombra homogéneamente distribuida con varias especies, sombra heterogéneamente distribuida con varias especies).

INSTRUCCIONES

Cada grupo tendrá que examinar la(s) plantación(es) de café de una finca. El dueño y un técnico del CATIE acompañarán a cada grupo como contactos locales.

8:30 - 9:30

Reconocimiento de la plantación

Se recorrerá la plantación elegida observando su estructura y composición. Luego se elegirá un punto de ella que presente una gran variedad de especies de sombra. En ese punto se establecerá una parcela circular de 10 m de radio (se medirá pendientes máximas para corregir superficie, véase dibujo). Toda especie cuyo tallo (DAP) cae dentro del límite de la parcela deberá incluirse.

9:30 - 10:30

Mediciones dentro de la parcela:

- a. Especies de sombra de 1 eje, tronco o tallo: se registrará - Especie; Altura (m); DAP (cm) - radio de copa (se medirá la proyección de las ramas de mayor incidencia indicando su orientación. o coordenadas), localización en mapa de parcela.
- b. Especies de sombra con tallo múltiple (ej: Musaceas)
 - localización de planta en la parcela
 - perímetro del grupo de tallos o ejes
 - diámetro promedio de los ejes presentes
 - altura del eje mayor
 - proyección de la sombra (copa) del conjunto.
- c. Café
Variedad(es), espaciamiento (entre y dentro de las calles), altura (m)

10:30 - 11:30

Anote información sobre lo siguiente* (observaciones personales y/o respuestas de contactos locales).

A. General

Aspecto y pendiente de la plantación, influencias físicas atípicas (ej. nacimiento de agua adyacente, trillo dentro de la parcela, etc.),

* Ver cuestionario anexo para otras preguntas posibles.

Historia sobre el manejo de la tierra (qué hubo antes del cafetal). Posibilidades de mercadeo para el café y productos provenientes de especies de sombra, facilidad en cuanto a mano de obra en el transcurso del año (ej. falta de cogedores, exceso en otras épocas?).

B. Manejo

Aplicación de fertilizantes (épocas, cantidades); técnicas para control de erosión; poda de café (por qué, cuándo, cómo); enfermedades de café, (variedades más afectadas; control; correlación con densidad de sombra); fertilidad del suelo (existencia o no de una capa de "mulch" y su correlación con el tipo de sombra), evidencia de deficiencias en las plantas, apariencia del café bajo las diferentes especies de sombra; control de malezas (cómo, cuándo, efectos de sombra sobre las mismas); evidencia de erosión bajo las diferentes especies de sombra (ej. 'pedastals', raíces expuestas, etc.), respuesta de las diferentes variedades de café al manejo con/sin sombra; estimaciones de la producción de café en la plantación.

C. Especies de sombra

Podas (por qué, cómo); uso de productos secundarios (frutas, leña, medicinas, etc.), origen (residuos de bosque original, regeneración natural, propagación vegetativa, transplante de plántulas, etc.); homogeneidad de especies (mezcladas al azar o manejadas en pequeños grupos de carácter mono-específicos); existencia de plántulas de regeneración natural; opiniones personales del dueño sobre ventajas/desventajas y características deseables de las especies de sombra.

D. Análisis (1:30 - 4:30) y Presentación (4:30 - 5:30) cada grupo recibirá una carpeta de datos suplementarios sobre "su" finca.

a. Deberán usar sus mediciones para hacer un perfil horizontal de su parcela.

Los datos de las carpetas sirven para preparar un perfil idealizado vertical de la plantación.

b. Preparar resúmenes sobre frecuencia de especies de sombra y descripción del café (variedad, espaciamiento, producción estimada, etc.).

- c. Dé recomendaciones sobre especies de sombra preferidas (con ventajas y desventajas) y sobre técnicas de manejo (sombra combinada, sin sombra, etc.).
- d. Sugiera otras mediciones o investigaciones a seguir.

Devolver a los organizadores:

Datos originales (carpeta), hojas de análisis, diagramas, resúmenes de observaciones, conclusiones, etc.

JB/LE/mpf

CARACTERIZACION DE CAFETALES CON SOMBRA

Fausto Escarrón
Ruddy Herrera
Gregorio Ojeda
Moisés Vásquez
Walter Picado

Propietario: Ramón Barboza
Lugar: Barbacoa de Puriscal

Se visitó la finca del Sr. Ramón Barboza, en Barbacoa de Puriscal, con el fin de poder observar la forma en que el agricultor maneja sus cafetales y, a la vez, realizar mediciones que permitan caracterizar combinaciones o asociados de "café especies de sombra". Todo ello con el fin de poder entender no solamente los datos obtenidos y la estructura física de la finca, sino observar el sistema y entenderlo tal y como lo hace el agricultor de la zona, sus razones y motivos.

Datos y observaciones generales:

El área muestreada era relativamente plana. Existe en el sitio una falla o hundimiento y una zanja que culmina con dos cárcavas en estado avanzado.

El cafetal fue establecido hace unos 20 años, antes de lo cual se cultivaba tabaco, frijol y maíz.

La familia es de 16 miembros, sin embargo, este año tuvieron problemas por falta de mano de obra para recolectar el café, por lo que se perdió mucho grano.

Fertilización:

La fertilización la realizan con cuita de gallina y fertilizante químico. La cuita la compran en granjas a razón de \$35.00 el saco; el cual es suficiente para 20 matas de café. En otra ocasión compraron la cuita total de una granja de unos 500 m² de construcción por la suma de \$7,000, de ahí obtuvieron aproximadamente 90 sacos grandes.

La fertilización con cuita la realizan al terminar la cogida del café, noviembre-diciembre. La otra fertilización la hacen al comenzar la época lluviosa con químicos de 10-30-10 ó 12-24-12 de N-P-K.

Podas:

Una al año al terminar la colecta del café, con cuchillo o sierra manual. El cafetal inicial fue hecho con la variedad "Híbrido" y actualmente tanto las resiembras como las áreas de cafetal nuevo se hacen con "Caturra".

Enfermedades:

Han tenido problemas con nemátodos y ojo de gallo. Lo que hacen es reducir la sombra para evitar que aparezca la enfermedad. Dice el agricultor que aparece más ojo de gallo bajo los árboles de Inga spp. que de otros como Eugenia jambos.

El agricultor opina que la hojarasca en el suelo es buena y ayuda a la fertilidad. Realmente en el área hay un "mulch" abundante, sin embargo la hoja que más se pudo ver en el suelo era del cafeto. Por otra parte la densidad de árboles para sombra es baja (223 árboles/ha). En general la apariencia del cafetal es de mal estado, quizá por ser tan viejo. El café fue plantado a 2 x 9 m.

Sombra:

Según lo observado por el agricultor la sombra es necesaria, sin embargo existen árboles mejores que otros. "Si yo hiciera mis cafetales no pondría guaba como sombra sino naranjas u otros frutales para poder vender la fruta", ya que la guaba da sombra y nada más. Sobre el uso del poró, dice que mucha gente lo usa, pero que da sombra nada más, que ni la leña sirve.

El banano, Musa spp., lo usan para sombra, fruto y palote para el ganado vacuno. En un futuro piensan usar ciprés para sombra, ya que es bonito y quieren ver como responde.

Estima el señor que obtiene cosechas 100% mayores en cafetal nuevo de Caturra expuesto que en el viejo de Híbrido y con sombra (25 fanegas/mz vs. 12-13 fanegas/mz.).

Manejo de la sombra:

"Lo que se hace es desramar de manera que nunca se tenga gota pesada sobre el café". Las plántulas generalmente las obtienen por regeneración natural o por semilleros en el caso de los frutales. Respecto a unos pocos

árboles de Cedrela que tienen en el cafetal, opina que, aunque la gota puede ser pesada y que casi no da sombra por tener copa tan alta, vale la pena tenerlos por el valor de la madera.

Tiene en el cafetal una mezcla de especies donde predominan las musáceas. Los frutales de mayor uso en la casa, se localizan cerca de la misma. Otros árboles frutales como aguacate (Persea) y Achiote (Bixa spp.) no tiene una localización preferida.

En la casa usan para cocinar la leña producto de podas y manejo de la sombra.

Limpiezas del café:

3 por año. Una limpia con pala, una chapia y una con herbicida.

Listado final de las especies en el cafetal

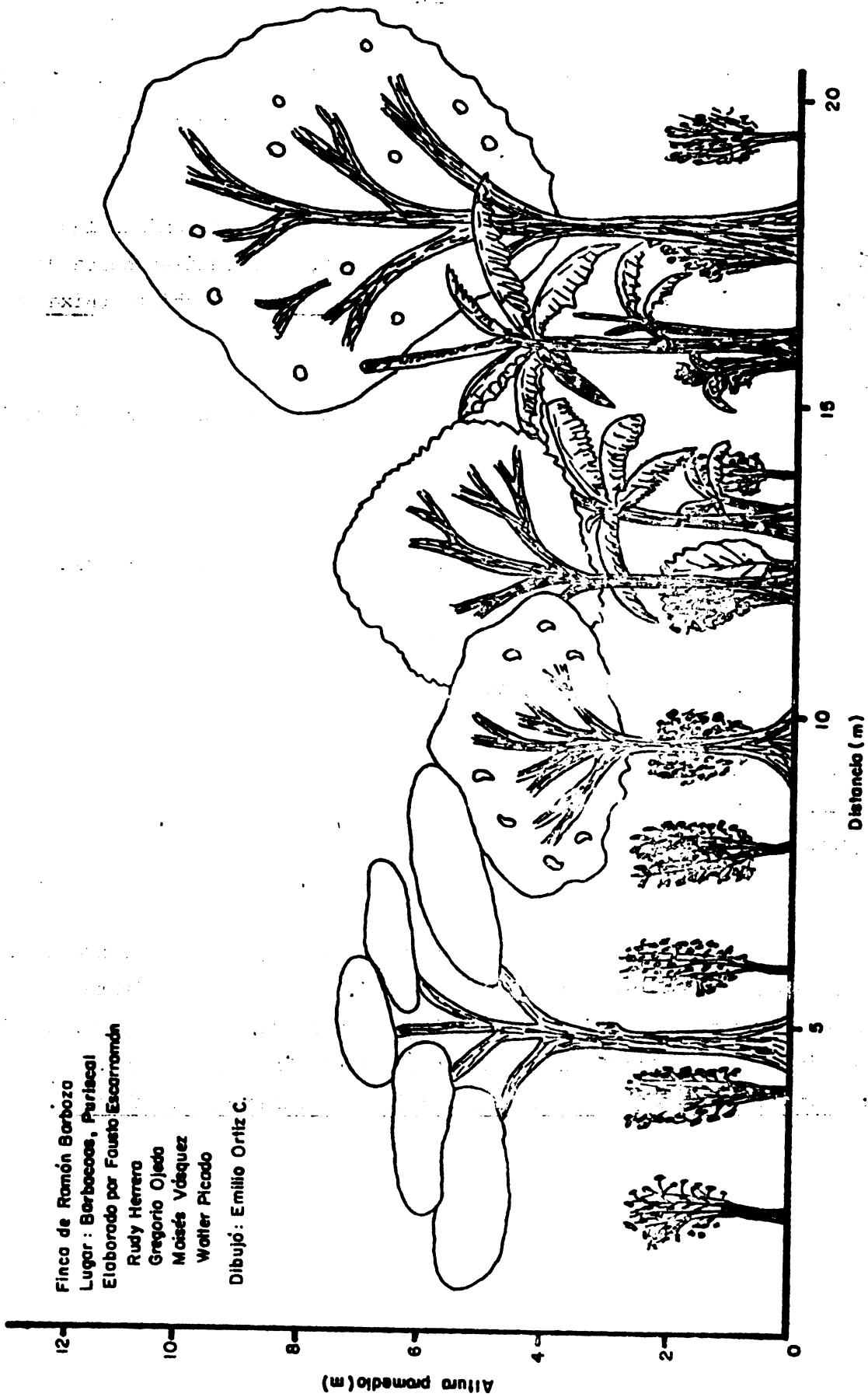
<u>Inga</u> spp.	Cuajiniquil
<u>Persea americana</u>	Aguacate
<u>Eugenia jambos</u>	Manzana rosa
<u>Musa</u> spp.	Banano
<u>Manguifera indica</u>	Mango

El agricultor prefiere usar solamente frutales, principalmente naranja, por representar un ingreso adicional al café. Se cree conveniente que use especies leguminosas de rápido crecimiento combinadas con frutales, que le proveerán de leña y Nitrógeno al cafetal y formarán buen "mulch". Por ejemplo: Mimosa scabrella, Acacia angustissima o Calliandra calothyrsus.

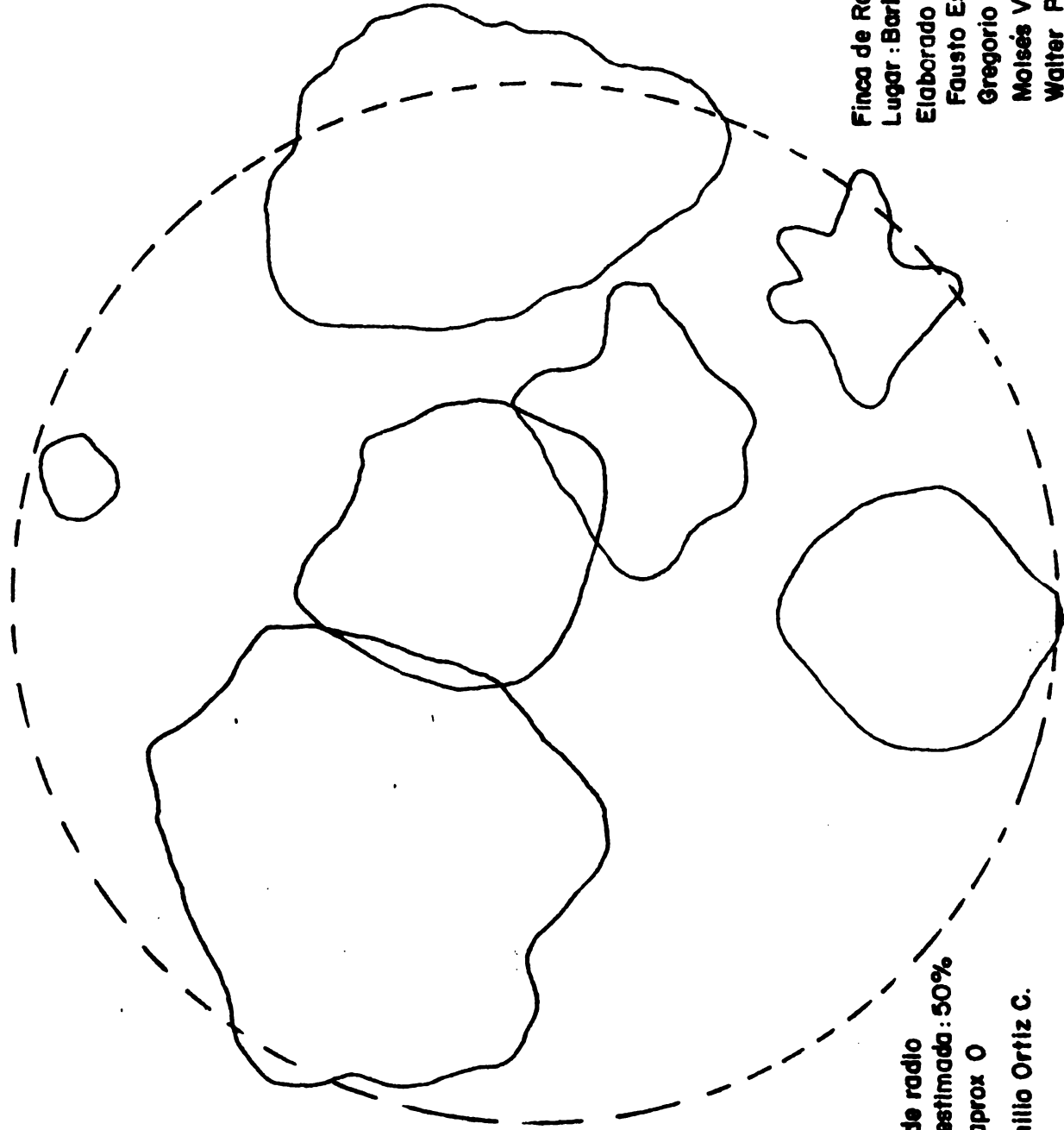
PERFIL VERTICAL

Finca de Ramón Barboza
Lugar : Barbacoas, Paríscal
Elaborado por Fausto Escaramón
Rudy Herrera
Gregorio Ojeda
Miguel Vázquez
Walter Picado

Dibujo : Emilio Ortiz C.



VISTA HORIZONTAL



Area: 10m de radio
Cobertura estimada: 50%
Pendiente aprox 0

Dibujo: Emilio Ortiz C.

Finca de Ramón Barboza
Lugar: Barbacoas, Puriscal
Elaborado por: Rudy Herrera
Fausto Escarraman
Gregorio Ojeda
Moisés Vdsquez
Walter Picado

CARACTERIZACION DE CAFETALES CON SOMBRA

Michael Keyes
Efraín Jiménez
Domingo Duvergé
Juan José Rodríguez
Reginaldo Brito
Juan Blas Zapata

Propietario: Edgar Mata Herrera

Lugar: Morado (Puriscal)

Altura: 985 m.s.n.m.

Descripción del lugar:

La finca tiene una extensión de 7 ha. con una topografía ondulada del 25 al 40%. Cuenta con gran variedad de cultivos destaeándose como principal el café, del cual se encuentran dos variedades, Caturra y Borbón, bajo diferentes tipos de manejo: Caturra a pleno sol y Borbón con varias especies de sombra. Entre los árboles de sombra podemos mencionar: Cedro amargo, Mango, Pejibaye, Banano y cítricos a diferentes densidades.

Estado general del cafetal:

Bajo sombra: Producción 15 fanegas/ha

Se observó un gran ataque de ojo de gallo por lo que la plantación presenta un estado fitosanitario muy deficiente.

A pleno sol: Producción 30 fanegas/ha

Se observó un mejor manejo de la plantación, conllevando con esto a una mayor producción, teniendo en cuenta que esa área fue fertilizada un 25% más que las áreas con sombra.

A diferencia de la parte con sombra se observó un ataque de chasparria debido a la falta de sombra.

El agricultor manifestó su buen concepto del Poró como sombra, aunque no lo ha introducido a su finca en forma sistemática.

Otros productos por los que obtiene dinero:

Frutales: naranjas, mango

Musáceas: guineo, banano

Maz, frijol, yuca (sólo consumo familiar)

Cuenta con aproximadamente una manzana de pasto para mantener una vaca, una ternera y un novillo. Cuenta con 40 gallinas que se dispersan por el cafetal. Además vende seis cerdos al año.

La finca cuenta con cercos vivos de diferentes especies: guácimo, madero negro, itabo, poró, guarumo, etc.

Familia:

Está compuesta por 6 hijos y los padres de los cuales 5 son mujeres, por lo que tiene que hacer uso de mano de obra local para recolectar el café.

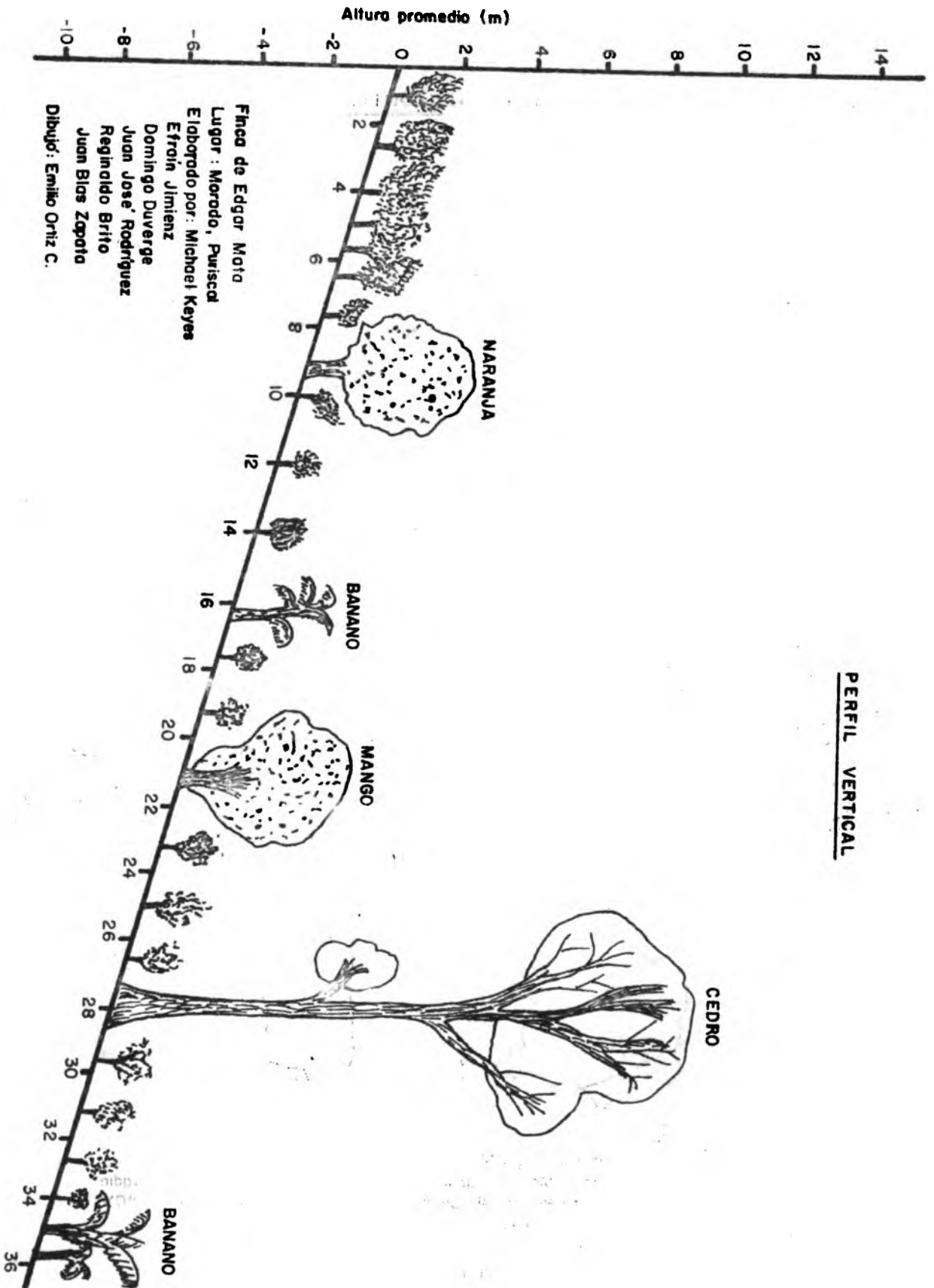
Conclusión general:

Este agricultor en términos generales, vive bastante bien. Cuenta con una casa acondicionada con hijas trabajando en San José, y un hombre que le ayuda con las labores de campo.

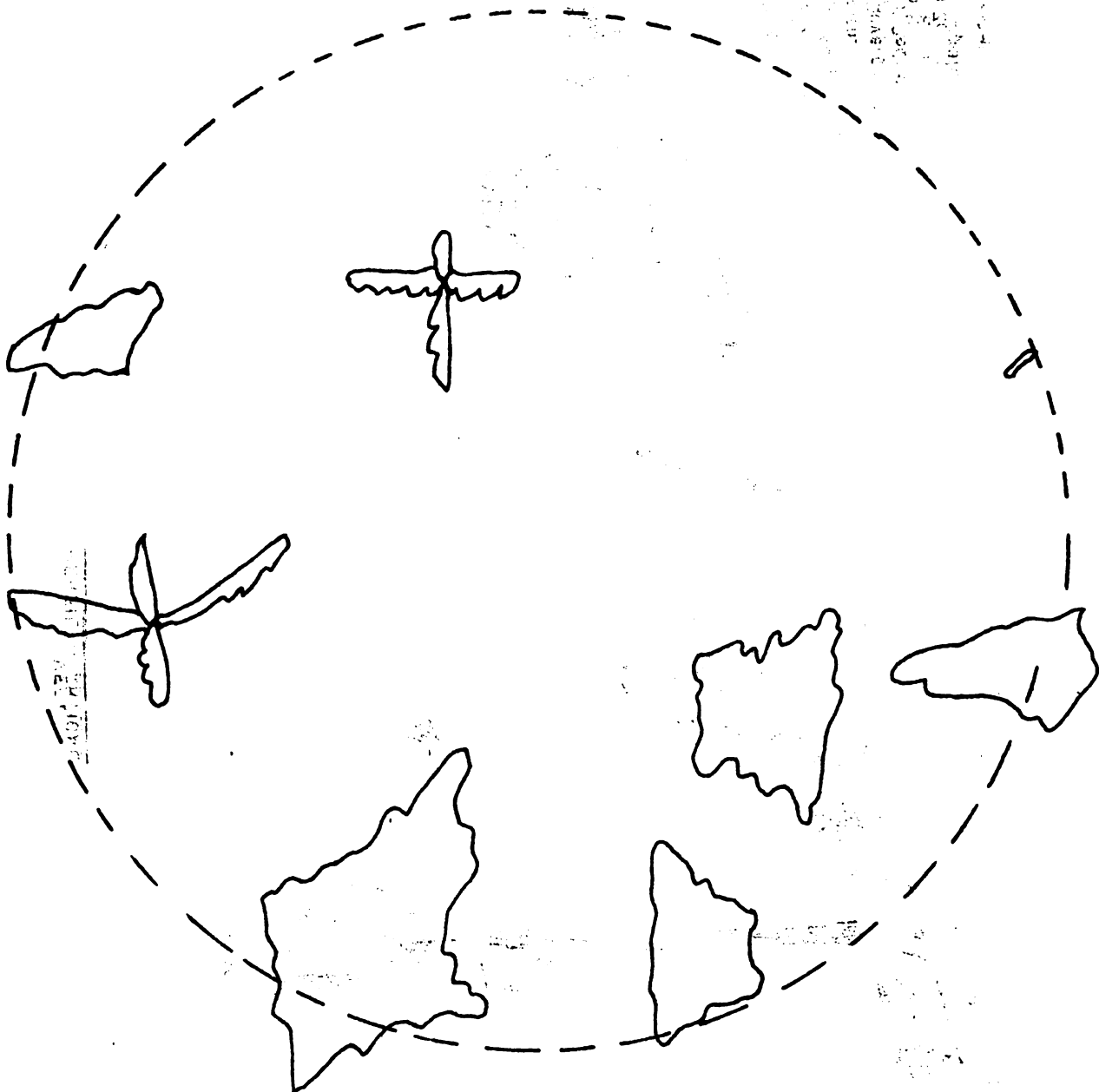
Recomendaciones:

1. Dar inicio a la renovación paulatina de la plantación de café que se encuentra bajo sombra.
2. Tratar conjuntamente con el agricultor un mejor manejo de la sombra.
3. Se recomienda plantar poró en las cercas, para ser utilizado como forraje para el ganado.

PERFIL VERTICAL



PERFIL HORIZONTAL



Finca de Edgór Mota
Lugar: Morado, Puriscal
Elaborado por: Michael Keyes
Efraín Jimiencz
Domingo Duverge
Juan José Rodríguez
Reginaldo Brito
Juan Blas Zapoto

Área: 10 m de radio
Inclinación: 30-40%

Dibujó: Emilio Ortiz-C.

CARACTERIZACIÓN DE FINCAS

Emel E. Rodríguez .
Máximo Aquino
Alejandro Galvez
Glenn Galloway
Félix Joseph

Descripción de la Finca:

Propietario: Francisco López Díaz
Lugar: Palmichal - Acosta
Altitud: 1,080 m.s.n.m.
Area finca: 10,33 ha - área café: 6.75 ha
- pastos : 2 ha
- bosque : 0.33
- maíz : 0.25

Unidad: Cafetal

Area: 1.5 ha

Edad: 18 años

tamaño parcela: 314,16 m²

Densidad componente arbóreo: 445 árb/ha

Descripción:

- el cafetal presenta una pendiente promedio de un 25%, orientada en su totalidad hacia el Norte.

Historia:

Hace 18 años de haberse establecido y su vegetación anterior consistió en charral que este finquero cortó pero dejó los árboles de valor comercial como por ejemplo el Cedro, Roble Sabana, Quizarrá y Guachipelín, además introdujo cítricos e itabos.

Mercado:

En la actualidad el propietario no tiene problemas de mercado ya que los cafetaleros se encuentran organizados en cooperativas que procesan y venden la cosecha.

Manejo:

a. Fertilización:

Este finquero fertiliza dos veces al año; la primera en enero-febrero y la segunda en junio-julio.

El finquero utiliza sólo dos aplicaciones de fertilizante por año debido a la escasez de mano de obra.

b. Técnicas de control de erosión:

La sombra actúa según el agricultor como barrera para controlar la erosión y él ha observado que donde no hay sombra aumenta el lavado de suelos.

Enfermedades del café:

Por la sombra aumenta la humedad y a consecuencia hay mayor ataque de enfermedades como por ejemplo "ojo de gallo" y chasparria. Este año el ataque es mucho mayor y generalizado. La variedad más afectada es el café "Híbrido" y la más resistente es el "Caturra".

Control:

Una fumigación al año en los meses de menor precipitación .

Fertilidad del suelo:

Con sombra el efecto del "mulch" es evidente y según el agricultor hay mayor fertilización, a la fecha con sombra fertiliza dos veces al año y sin ella cuatro veces al año.

Control de maleza:

La sombra actúa controlando éstas.

Respuestas de los diferentes variedades de café a la sombra:

Prefiere manejar el café con sombra de cítricos a pesar que no es la mejor, pero las nuevas siembras las hará con "Poró".

Estimación de la producción:

Rendimiento promedio = 20 fanegas/manzana de café. Los cítricos le generan el doble de los gastos reales del café.

Especies de sombra:

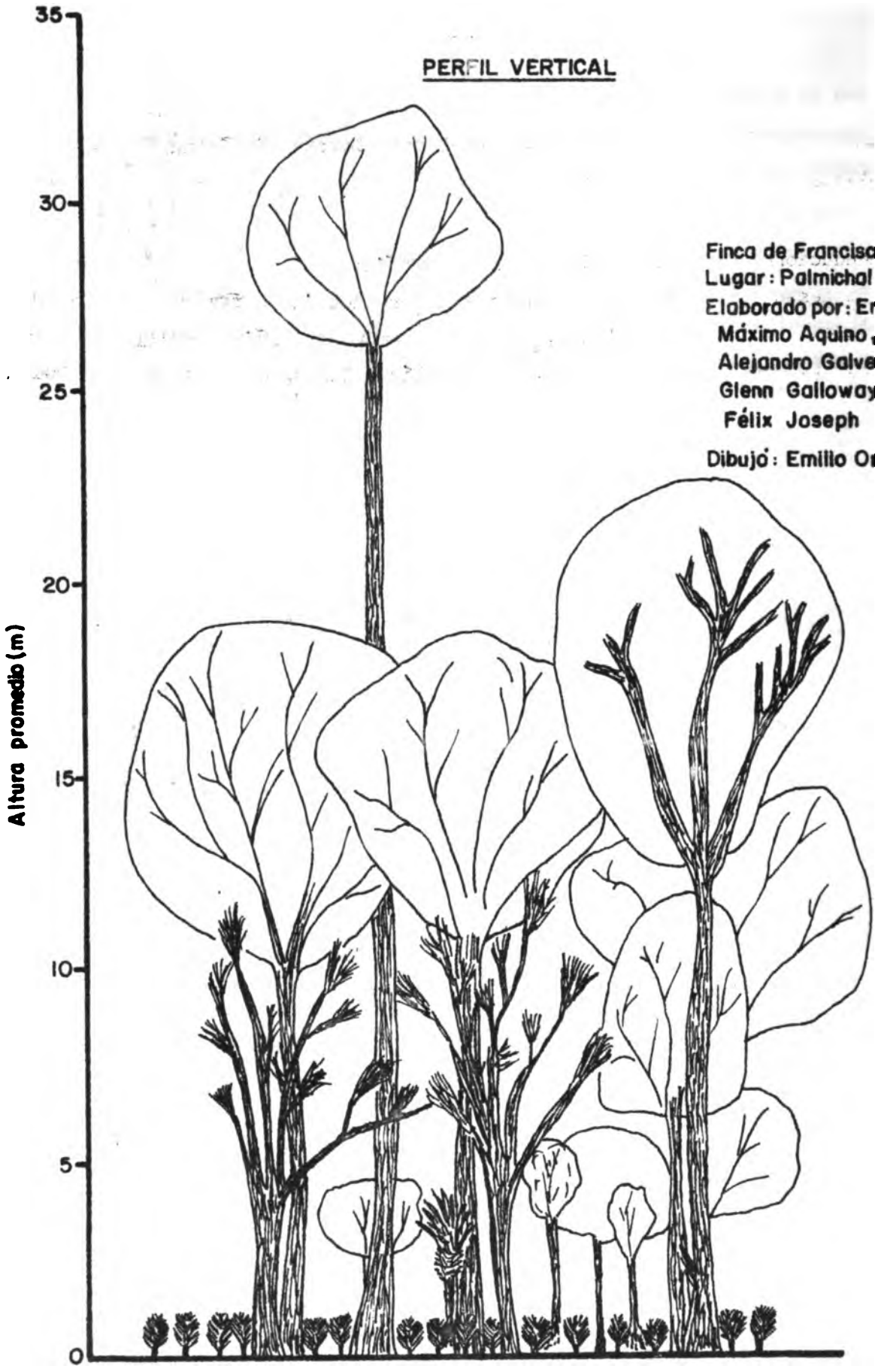
Las especies encontradas en la parcela no tienen ningún manejo de poda y se regeneran en forma natural.

Recomendaciones para el manejo de la asociación:

El deseo del agricultor es ordenar la producción de cítricos dentro del cafetal en hileras intercaladas, añadiendo sombra de poró y algunas especies de valor comercial como el Cedro, Guachipelín y las cercas y bordes con Itabo.

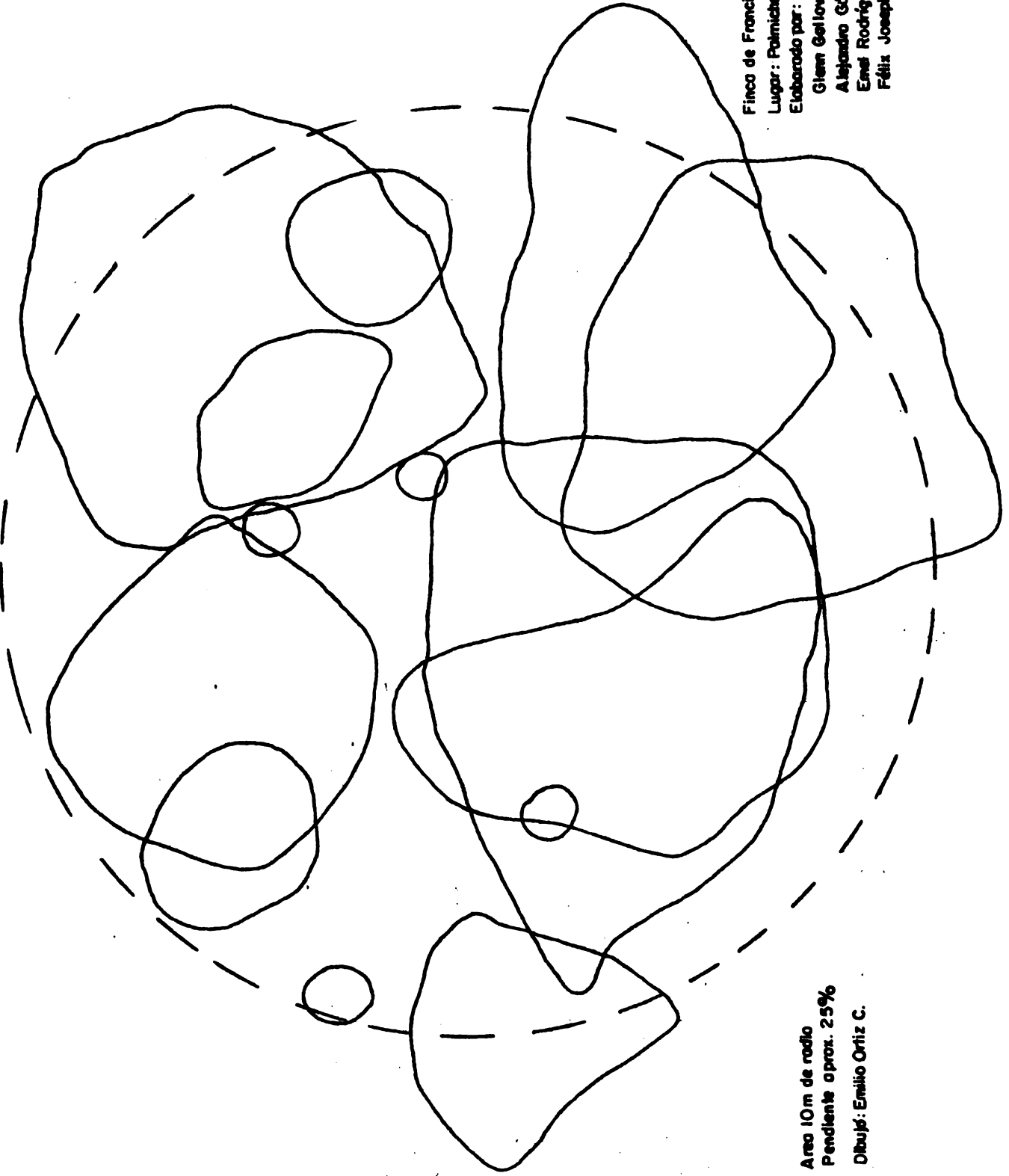


PERFIL VERTICAL



Finca de Francisco López Díaz
Lugar: Palmichal (Acosta)
Elaborado por: Emel Rodríguez,
Máximo Aquino,
Alejandro Galves
Glenn Galloway
Félix Joseph
Dibujó: Emilio Ortiz C.

PERFIL HORIZONTAL



Finca de Francisco López Díaz
Lugar: Palmichal, Acosta
Elaborado por: Máximo Aquino
Glen Gellowey
Alejandro Gálvez
Emel Rodríguez
Félix Joseph

Área 10 m de radio
Pendiente aprox. 25%
Dibujó: Emilio Ortiz C.

CARACTERIZACION DE CAFETALES CON SOMBRA

Especies	Frec.	Mt	Mt	% sombra
		\bar{h}	\bar{DC}	
<u>Rafanea ferrugina</u>	2	10.26	5.25	13.78
<u>Manguifera sp</u>	1	4.24	4.15	4.31
<u>Carica papaya</u>	8	4.77	0.73	1.07
<u>Cedrela odorata</u>	4	13.76	5.51	30.36
			TOTAL	49.52

Cultivo: Café Variedad: Caturra

Distancia entre líneas: 1.13 mts.

Distancia entre plantas: 1.06 mts.

Altura media: 0.54 mts.

Edad: 1.5 años

Fertilización: 2 anuales con Nutrán

Producción: 10 fanegas/ha

Papaya: Consumo familiar

Control fitosanitario en café: ojo de gallo

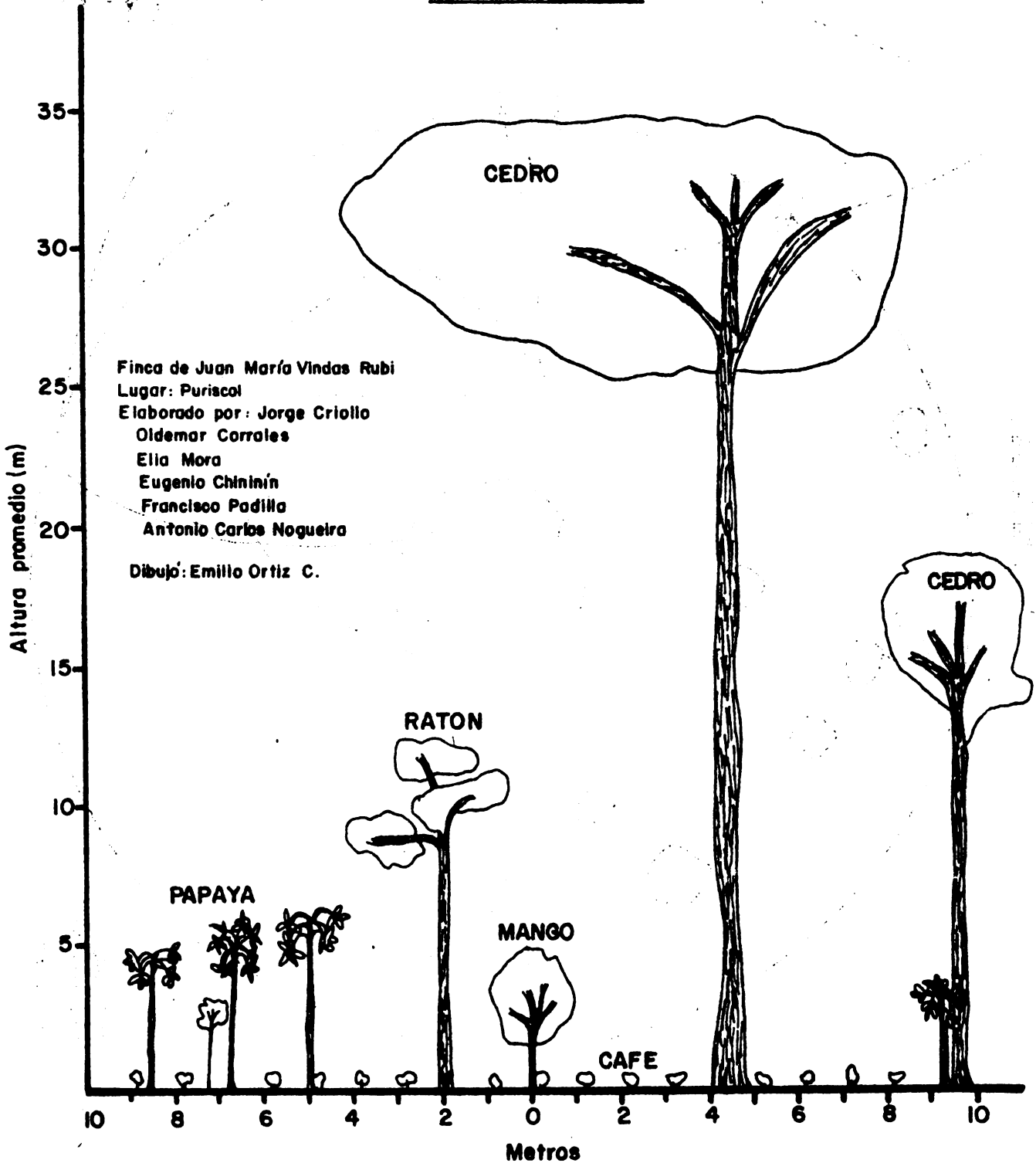
Limpias: 2 al año a mano

Mano de obra: No ocupa sólo la familia

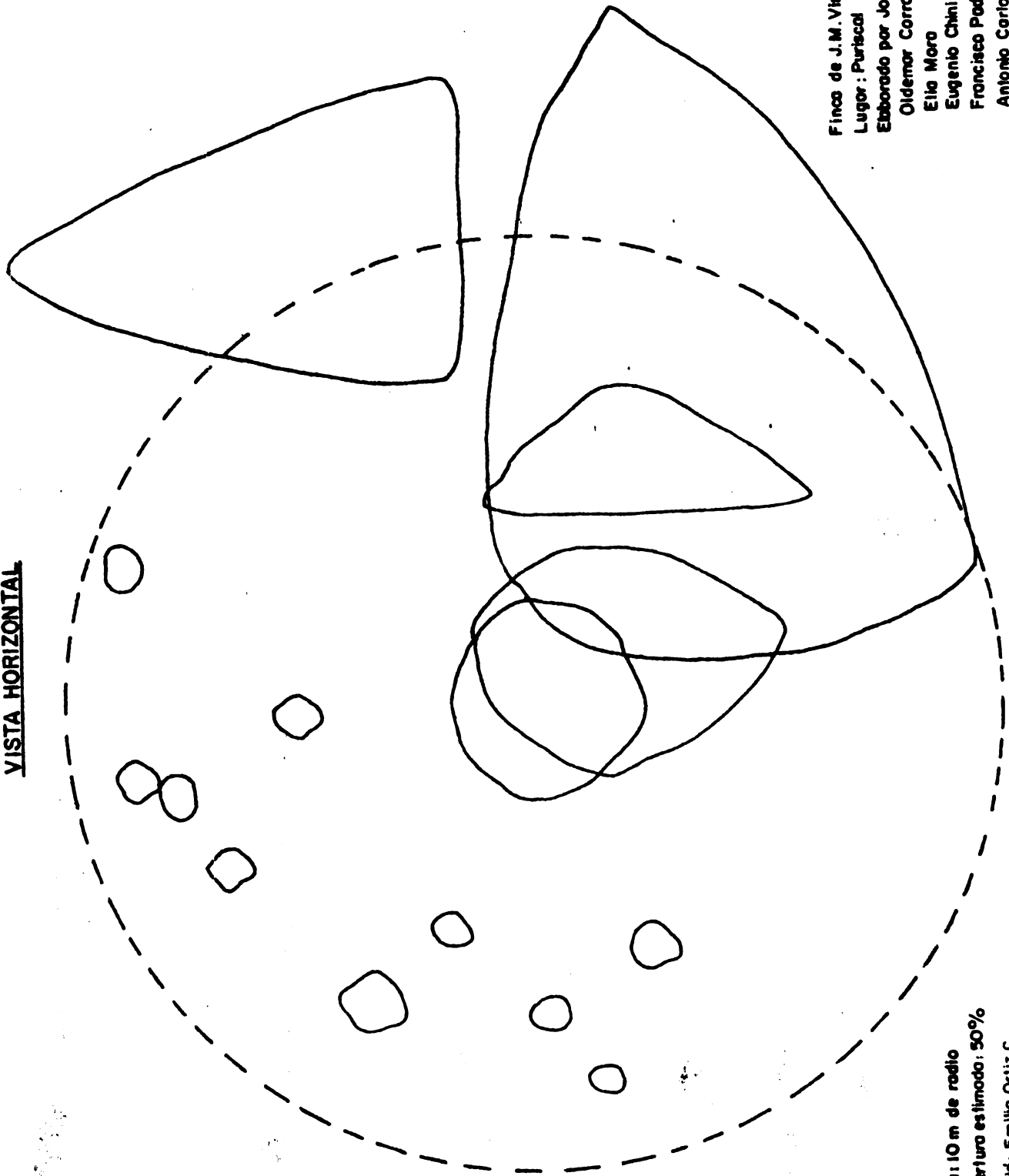
Madera: La vende y la utiliza para construcción de la finca.

Podas: en café, la leña la utiliza para consumo de la casa.

PERFIL VERTICAL



VISTA HORIZONTAL



Finca de J.M. Vindas
Lugar : Puriscal
Elaborado por Jorge Criollo
Oldemar Corrales
Elio Moro
Eugenio Chiniñ
Francisco Podillo
Antonio Carlos Nogueira

Area : 10 m de radio
Cobertura estimado : 50%
Dibujó : Emilio Ortiz C.

GUIAS GENERALES PARA LA COLECCION DE DATOS SOBRE SISTEMAS

Y PRACTICAS AGROFORESTALES

El objetivo principal de este trabajo es obtener una descripción más o menos clara de los sistemas agroforestales en todo el mundo. Con este propósito, la colección de datos sobre los sistemas agroforestales existentes ha sido organizada sobre la base de diferentes regiones geográficas, en las que han sido designados sendos coordinadores regionales que tienen el propósito de contactar e involucrar en el inventario, a profesionales conocedores de los conceptos y prácticas de sistemas de uso de la tierra en general, y de agroforestería en particular.

El formato de colección de datos propuesto para este trabajo ha sido considerado como de amplia cobertura y aplicabilidad, pero se contempla que los encargados del inventario introduzcan algunos cambios en su forma cuando las condiciones locales lo ameriten. El formato actual está dividido en tres secciones. La primera sección pretende obtener una descripción general del área y recolectar cualquier otra información básica relevante para una descripción ulterior de los sistemas y prácticas agroforestales dominantes. La segunda sección pretende describir, en tanto detalle como sea posible, la estructura, el desempeño y dinámica del sistema o práctica agroforestal y sus rasgos operativos y socio-económicos. Se pone especial énfasis en información cuantitativa. La tercera sección pretende hacer un análisis del sistema/práctica agroforestal en términos de sus méritos, impedimentos, debilidades, posibilidades de extrapolación, necesidades de investigación, etc.

Para facilitar el trabajo de campo, es necesario clarificar los criterios para la clasificación preliminar de los sistemas o prácticas agroforestales existentes, para la identificación de unidades mínimas de inventario y para definir los alcances de esta etapa de recolección de datos. La clasificación preliminar de los

sistemas/prácticas agroforestales no pretende ser definitiva y pueden utilizarse criterios como a) la función de los componentes arbóreos perennes, b) el tipo de productos del sistema, c) el arreglo espacio-temporal de los componentes, etc. La clasificación final de estos sistemas/prácticas podrá definirse con posteridad en base a la naturaleza y cobertura de los datos, y es muy factible que al final se utilicen varios criterios de clasificación.

El tamaño de la unidad básica para inventario debe ser suficientemente amplia como para justificar la presencia de este sistema/práctica sobre un área razonablemente extensa. Sin embargo, los límites del sistema dependerán del tipo de pregunta planteada. Por ejemplo, para la descripción general del área los límites serán los de la misma localidad/región o del área en que se utiliza tal sistema agroforestal. Por otro lado, para responder preguntas específicas sobre la unidad operativa (práctica/componente/sistema agroforestal/fincas), los límites serán los de la finca o del campo agrícola que constituye dicha unidad.

El trabajo de inventario pretende recolectar toda la información disponible en una región sobre un sistema/práctica específica y aunque en muchos casos esto no será posible, este trabajo debe permitir identificar los sitios, sistemas y prácticas que serán sujetos a una evaluación más detallada (estudios de caso). La descripción inicial obtenida con este inventario no pretende servir de base inmediata para establecer comparaciones detalladas entre dos o más sistemas y cada unidad básica de inventarios debe ser tratada como una entidad independiente, de la cual se deben buscar datos físicos y cuantitativos en lugar de embarcarse en narraciones comparativas.

FORMATO PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Parte I. Información General

Esta sección se refiere a aspectos generales de una localidad o sub-región, en la que existen sistemas y prácticas agroforestales como una forma de uso de la tierra. A pesar de su carácter general, esta es una sección introductoria a los sistemas agroforestales que serán descritos con más detalle en otras secciones.

1.1 Descripción de la región/área.

1.1.1 Geográfica

País

Provincia

Distrito/localidad

Altitud

Latitud

Longitud

Otras descripciones

1.1.2 Ambiente biofísico

1.1.2.1 Climático

Patrón de lluvias (intensidad, cantidad, distribución, etc.)

Régimen de temperaturas

Otros rasgos climáticos particulares

1.1.2.2 Edáficos

Tipos de suelos

Patrones topográficos

1.1.2.3 Ecología

Vegetación climax

Rasgos ecológicos particulares

1.2 Sistema de uso de la tierra.

Dar una corta descripción general de los sistemas de uso de la tierra más importantes de la localidad/región.

1.2.1 Agricultura

Situación general (subsistencia/comercial)

Cultivos principales

Sistemas de cultivos

Sistemas de producción pecuaria

1.2.2 Cobertura forestal

Bosques naturales

Plantaciones forestales

Bosques comunales

Bosques a nivel de fincas

1.2.3 Sistemas de producción comercial

1.2.4 Sistemas y prácticas agroforestales

Dar una corta descripción general de prácticas y sistemas de uso de la tierra que son relevantes para agroforestería. Las descripciones detalladas de estos sistemas/prácticas se harán en otras secciones.

Cultivos arbóreos perennes en minifundios

Agricultura migratoria

Taungya

Forestería a nivel de finca

Rompevientos/barreras arbóreas protectoras

Silvopastoril

Incorporación de árboles en terrenos agrícolas.

Parte II. Descripción de los sistemas agroforestales

Esta sección debe completarse independientemente para cada uno de los sistemas/prácticas de corte agroforestal más importantes identificados en cada región/localidad.

Nombre: Dar un nombre descriptivo o un pequeño resumen del sistema/práctica.

2.1 Información básica adicional

2.1.1 Ambiente

Zona agro-ecológica

Condiciones especiales de suelo, topografía, clima, etc. que facilitan o impulsan a los agricultores a practicar la agroforestería.

Rasgos hidrológicos, incluyendo riesgos de inundaciones estacionales, características de las cuencas hidrográficas etc.

Otros aspectos físicos, ambientales o ecológicos particulares que excluyen las prácticas/sistemas agroforestales en relación a otras prácticas y sistemas de uso de la tierra en la localidad.

2.1.2 Características socio-económicas

Tamaño promedio de la unidad de manejo (finca). Rango de tamaños
Área cubierta y número de personas involucradas o dependientes de este sistema/práctica agroforestal.

Sistema de tenencia de la tierra

Factores demográficos

Densidad poblacional, presión sobre la tierra (número de personas o familias por unidad de tierra cultivable), patrón migratorio, proporción de sexos, etc.

Nivel general de actividades agrícolas o de desarrollo

Facilidades de mercado (excelentes/buenas/regulares/malas)

Facilidades crediticias (excelentes/buenas/regulares/malas)

Carreteras y otra infraestructura, inaccesibilidad del área (excelente/buena/regular/mala)

Cooperativismo (excelente/bueno/regular/malo)

Otros rasgos socio-económicos particulares.

2.2 Estructura del sistema agroforestal

Esta sección debe concentrarse en la unidad agroforestal básica (una finca o un campo agrícola).

2.2.1 Componentes biológicos del sistema

2.2.1.1 Cultivos

Especies

Variedades

Aspectos de manejo

Número de cultivos por año

Rotaciones, asocio de cultivos, etc.

2.2.1.2 Árboles y otras plantas leñosas perennes

Especies, variedades

Productos

Manejo de árboles

Vida media de los árboles, ciclo de producción estacional y entre años.

2.2.1.3 Otras plantas (incluyendo malezas) dominantes o valiosas

2.2.1.4 Animales

Tipo de animales y su papel en el sistema

Número de animales por finca y por familia

Patrón de alimentación

Otros detalles

2.2.2 Arreglo de los componentes

En tiempo y espacio: describir con un ejemplo

Número de componentes por finca de tamaño promedio

Patrones de combinación entre árboles y cultivos

Manejo del arreglo de los componentes

2.2.3 Interacciones

En tiempo y espacio

Naturaleza de la interacción

directa: ej. árboles forrajeros para el ganado

complementaria: ej. residuos de cosecha para el ganado

competitiva: ej. cultivos vs. árboles

Otras

Magnitud de las interacciones

Efectos de la interacción fácilmente reconocibles

2.3 Funcionamiento del sistema.

2.3.1 Insumo de recursos y utilización

2.3.1.1 Cantidad

Dar un detalle general de los recursos utilizados (tierra, mano de obra, capital, otros), su naturaleza, cantidad, utilización estacional y entre años, etc.

2.3.1.2 Patrón de uso

Patrón de disponibilidad y de abastecimiento

Períodos críticos de disponibilidad

Efectos de la disponibilidad irregular de los recursos (exceso/escasez) sobre el funcionamiento del sistema.

2.3.1.3 Fuentes de insumos

Fuentes de semillas, fertilizantes, etc.

Insumos externos al sistema (ej. semillas, fertilizantes, animales, etc.)

Precios de insumos y la fuente de la información

Fuerza motriz (animal/mecánica)

2.3.2 Producción

2.3.2.1 Cantidad: sobre la base de fincas promedio, de un tamaño específico

Productos agrícolas

Forrajes y otros alimentos para el ganado

Leña o carbón

Postes

Madera de aserrío

Miel

Etc.

2.3.2.2 Patrón de producción

Estacionalidad de la producción

Variabilidad en la producción (entre estaciones/entre años)

Eficiencia (relación insumo/salida del recurso más escaso)

Producción para consumo familiar vs. economía de mercado
(exportación fuera de la finca).

2.3.3 Servicios y protección provenientes del sistema

Consideraciones sobre el manejo de suelos

Mejoramiento del suelo

Mantenimiento de productividad del suelo

Conservación del suelo

Control microclimático

Rompevientos/barreras protectoras

Sombra

etc.

Demarcación de áreas y control de paso de animales

Ciclo hidrológico/efectos sobre el área de captación

Otros efectos diferenciables sobre las fincas/área afectada

Evaluación cualitativa de la efectividad del sistema en su
función de protección/servicio.

2.3.4 Descripción socio-económica

Se pretende obtener información específica sobre aspectos socio-económicos, sobre una base anual en fincas promedios.

Disponibilidad de capital en periodos de máxima demanda

Disponibilidad de mano de obra en periodos de máxima demanda

Flujo de dinero (entrada/salida)

Patrón de uso de la mano de obra familiar (hombres/mujeres)

Impacto de insumos tecnológicos (semilla mejorada, fertilizantes, etc.)

Tipos de tareas desarrolladas por mujeres, con énfasis en los tipos y prácticas de uso de la tierra desarrollada por el trabajo femenino

Relación entre grupos étnicos y sus prácticas agroforestales particulares

2.3.5 Evaluación global del comportamiento del sistema

En este punto se puede hacer una evaluación comparativa entre este sistema particular y otros sistemas de uso de la tierra en cuanto a producción, protección y servicios. Será de particular importancia visualizar lo que sería la unidad de manejo estudiada sin el componente agroforestal (lo cual será posible al compararla con otras unidades similares pero sin agroforestería).

2.4 Dinámica del sistema

2.4.1. Tasa de expansión/contracción del sistema en términos

de área

Razones para contracción/expansión

Factores demográficos

Avances tecnológicos

Urbanización

Factores sociales

Otros

2.4.2. Degradación del sistema

Casos históricos de fracasos

Principales factores causales

problemas de erosión

problemas de fertilidad de suelos

infestación de malezas

sobrepastoreo/desertificación

otros

2.4.3. Mejoramiento del sistema

Innovaciones importantes en el mejoramiento del sistema en los

últimos años

impacto de la tecnología moderna

papel de las agencias de extensión, otras agencias

gubernamentales en otro tipo de asistencia

2.4.4 Sostenibilidad del sistema

Patrón de productividad en el tiempo

Impacto de insumos tecnológicos en la productividad

Tasa de cambio en la capacidad de la tierra para mantener la producción a un cierto nivel

Efecto de la tasa de producción de un componente sobre la tasa de producción de los otros componentes

Factores determinantes, cuya manipulación puede afectar la eficiencia del sistema total

2.4.5 Rasgos particulares del sistema

Destacar cualquier rasgo dominante del sistema/práctica

(Ej. aspectos de manejo que minimizan el uso de insumos, asociación de grupos étnicos/razas con ciertos sistemas, casos exitosos notables, etc.)

Indicar los aspectos especiales del sistema/práctica que aseguran la factibilidad de llevar a cabo estudios detallados de seguimiento o de profundización.

2.4.6 Destacar cualquier investigación pasada/presente/futura sobre el sistema/práctica

Hacer referencia a documentos y otras fuentes de información sobre el sistema/práctica

Listar las instituciones y personas de relevancia al sistema

Otra información sobre la validez y calidad de la información.

Parte III. Evaluación del Sistema

3.1 Méritos del sistema

Ventajas sobresalientes del sistema en sus funciones de producción y/o protección. Dar cifras comparativas, si estas son disponibles. Indicar el valor del sistema en las condiciones socio-económicas y ecológicas en que actualmente se practica.

3.2 Debilidades del sistema

Aspectos débiles importantes y sus efectos sobre el funcionamiento del sistema

climáticos

ecológicos

biológicos

socio-económicos

de manejo

socio-políticos

3.3 Restricciones más importantes en la operación del sistema

debilidad intrínseca (ver inciso anterior)

insumos

problemas de infraestructura (mercados, caminos, etc.)

etc.

3.4 Potenciales

Expectativa del comportamiento potencial del sistema bajo diferentes niveles de insumos, restricciones ecológicas, etc.

Potencial de respuesta a insumos no monetarios (épocas de siembra, sistemas apropiados de manejo, combinaciones de especies, etc.)

Potencial de mejorar el comportamiento del sistema

Potencial para manipular la totalidad o algunos componentes del sistema, para resolver problemas específicos y cubrir necesidades particulares de conservación de suelos, producción de alimentos, producción silvopastoril, etc.

3.5 Aptitud del sistema para ser extrapolado en zonas con condiciones similares/ diferentes y sus probabilidades de éxito en ambas situaciones.

Aspectos del sistema que deben ser modificados para ampliar sus posibilidades de extrapolación.

3.6 Necesidades de investigación

Indicar las áreas de investigación requeridas (a nivel de sistema o de componentes) para refinar y hacer más productivo, más protectivo, fácilmente adoptable y más eficiente al sistema.

Original preparado por ICRAF y traducido y adaptado al español por Eduardo Somarriba, Departamento de Recursos Naturales Renovables, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Qué es un sistema importante agroforestal; criterios para la inclusión en el inventario.

Notas por Gerardo Budowski

Obviamente se necesita una combinación de criterios. Entre estos pueden considerarse los siguientes, listados aquí sin orden de prioridad:

- cubre extensiones amplias
- significativo desde el aspecto socio-económico (número de personas involucradas, implicaciones económicas, etc.)
- significativo para conservación de suelos y aguas
- representativo de condiciones imperantes en una zona ecológica amplia (aspectos climáticos principalmente) dentro de una región
- con posibilidades de ser mejorado en alguno(s) de sus componentes
- con posibilidades claras para ser desarrollado, extendido o transferido.

S3-4

PRACTICA DE CAMPO

Evaluación de la biomasa de árboles de sombra en plantaciones de café

Ricardo O. Russo

Objetivos generales

1. Mostrar una metodología para determinar la biomasa de los árboles de sombra en un sistema agroforestal tradicional "café-poró".
2. Evaluar el aporte de N al suelo, proveniente de la poda y considerar una alternativa forrajera.

Objetivos específicos

Al finalizar la práctica los participantes estén en condición de:

1. Determinar la cantidad de biomasa podada.
2. Determinar el porcentaje de hojas.
3. Correlacionar el número de ramas con la biomasa podada por árbol.
4. Determinar el nitrógeno depositado sobre el suelo por hectárea.
5. Determinar la cantidad de proteína cruda equivalente a 1 poda.

Información general

La práctica se llevará a cabo en un cafetal sombreado con poró. Las plantas de café tienen 3 años de edad y fueron plantadas a una densidad de 4 300 plantas/ha, aproximadamente. Los árboles de sombra son de Erythrina poeppigiana, de 9 años de edad, provenientes de semilla, plantados en cuadro a una distancia de 6 x 6 m aproximadamente, con una densidad aproximada de 280 árboles/ha. La poda de ramas generalmente se realiza 2 veces al año.

La última se efectuó entre el 11 y 15 de julio de 1983, fue una poda total y las ramas tenían 10 meses de edad.

Los datos registrados en podas anteriores se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Producción de biomasa de Erythrina poeppigiana, kg/ha/poda, con podas cada 4, 6 y 12 meses

<u>Edad de las ramas</u> (meses)	<u>Hojas</u>	<u>Tallos</u> kg / ha	<u>Total</u>
4	1 500	1 100	2 600
6	1 950	3 950	5 900
12	3 300	15 100	18.400
Contenido de N	3.8%	1.1%	-
Proteína cruda	23.7%	-	-

Metodología

- Se formarán grupos de 4 participantes.
- Tomarán 2 árboles por grupo.
 - 1 persona corta las ramas en la base de las mismas (se suministrará escalera y machete) a la vez que cuenta el número de ramas/árbol.
 - 3 personas separan hojas de tallos.
 - Se pesa la biomasa fresca total (se suministrarán sacos y una balanza por grupo).
 - Se sacan submuestras de unas 300-400 g de hojas y tallos, se colocan en bolsas plásticas y se pesan en fresco. Posteriormente se colocan en el horno para determinar peso seco.

Resultados

Con los datos obtenidos en la práctica determinar:

- a) La biomasa podada por hectárea.
- b) El porcentaje foliar.
- c) La relación existente entre el número de ramas/árbol y la biomasa del mismo.
- d) La cantidad de nitrógeno/ha aportado por la poda.
- e) La cantidad de proteína cruda/ha.

Además enumere otros beneficios que los árboles de sombra pueden aportar al sistema.

Bibliografía recomendada

1. LADER, D. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. V. 2. Predicción del rendimiento. Roma, FAO, 1980. 80 p. (Estudio FAO: Montes 22/2).
2. NEWBOULD, P. J. Methods for estimating the primary production of forest. Oxford, Blackwell, 1967. 62 p. (IBP Handbook 2).
3. OTAROLA T., A. y UGALDE A., L. A. Productividad y tablas de biomasa de Gliricidia sepium (jacq.) Steud, en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 39 p.

RESULTADOS

SISTEMA PORO - CAFE

Arbol N°	Hojas kgs.	Tallos kgs.	Total kgs.	N° de ramas
105	5.09	4.85	9.94	22
106	3.03	2.84	5.87	20
107	4.95	6.17	11.12	18
108	3.15	3.95	7.10	15
205	5.98	4.79	10.95	-
206	7.21	6.27	13.48	-
207	6.52	4.57	11.80	29
208	4.57	5.51	10.10	34
\bar{X}	5.06	4.89	10.05	23
σ	1.49	1.14	2.48	7.16
CV	29%	23%	25%	31%

a) Biomasa podada por ha = 2800 kgs.

Hojas: 1408 kgs./ha

Tallos: 1392 kgs./ha

b) Porcentaje foliar: 50.3%

Porcentaje de ramas (tallos): 49.7%

c) Biomasa promedio por rama: $\frac{10.05}{23} = 0.437$ kgs.

23

d) 1408 kgs. de hojas x 0.038 = 53.5 kg N/ha

1392 kgs. ramas x 0.011 = 15.3 kgs N/ha

e) 1408 x 23.75 = 334.4 kgs P.C./ha

BENEFICIOS ADICIONALES DEL SOMBREADO DE CAFE CON PORO

1. Incorporación de Materia Orgánica
2. Sombra para cultivos asociado
3. Fijación simbiótica de Nitrógeno
4. Uso Forrajero
5. Control de Malezas (al cubrir el suelo cuando se poda)
6. Control de erosión
7. Aereación del suelo
8. Mejoramiento de la estructura del suelo
9. Provisión de estacas, para nuevas siembras
10. Ocupación de mano de obra
11. Regulación de la maduración del café
12. Estabilización de la producción anual del café

PRACTICA DE CAMPO

MEDICION DE LA BIOMASA DE E. POEPPIGIANA SEMBRADO
POR SEMILLA EN PLANTACIONES DENSAS

Rolain Borel

Objetivos generales

1. Mostrar una metodología de medición de árboles en plantaciones densas para fines forrajeros.
2. Determinar la curva de crecimiento de E. poeppigiana en plantaciones densas.

Objetivos específicos

Al finalizar la práctica los participantes habrán:

- 1) Determinado la biomasa total, de hojas, pecíolos y tallos por hectárea.
- 2) Señalado mejoras al diseño experimental utilizado.
- 3) Graficado la curva de crecimiento en base a los cortes anteriores.
- 4) Determinado el efecto de la edad del primer corte, sobre la velocidad de rebrote en los 4 meses subsiguientes.
- 5) Adquirido una visión global sobre las posibilidades forrajeras de la Erythrina sembrada por semilla, comparando con Erythrina sembrada por estaca y pasto de corte.
- 6) Determinado el porcentaje de hojas en función de la edad de corte.
- 7) Propuesto recomendaciones para el manejo de E. poeppigiana en plantaciones densas.

Información general

La práctica se llevará a cabo en un experimento establecido en octubre 1982 con el propósito de determinar la curva de crecimiento de E. poeppigiana sembrado por semilla en plantaciones densas (aproximadamente 60.000 plantas/ha).

El primer corte se hizo en los 4 meses de la siembra y los cortes subsiguientes a intervalos de 1.5 meses. Las plantas que se van a cortar en esta práctica tienen por lo tanto 13 meses de edad.

Cada parcela tiene 4 líneas de 15-18 individuos, siendo solamente las 2 líneas centrales las parcelas de medición.

Después de 4 meses las parcelas se volverán a cortar. Hasta la fecha solamente los 4 primeros cortes (a los 4, 5.5, 7 y 8.5) han sido cortados por la segunda vez.

Los datos de los cortes anteriores se entregarán el día de la práctica.

Metodología

Se formarán grupos de 4 participantes.

Cada grupo tomará uno (o dos) parcelas según el número de grupos.

Se cortarán y desecharán los bordes.

Se cortará la parcela "útil" y se pesará todo el material.

Se sacará una alícuota de + 10 kg la que se separará en hojas, pecíolos y tallos.

Se pesará cada componente.

Se sacará una sola muestra de cada componente para llevarla al horno.

COMENTARIOS

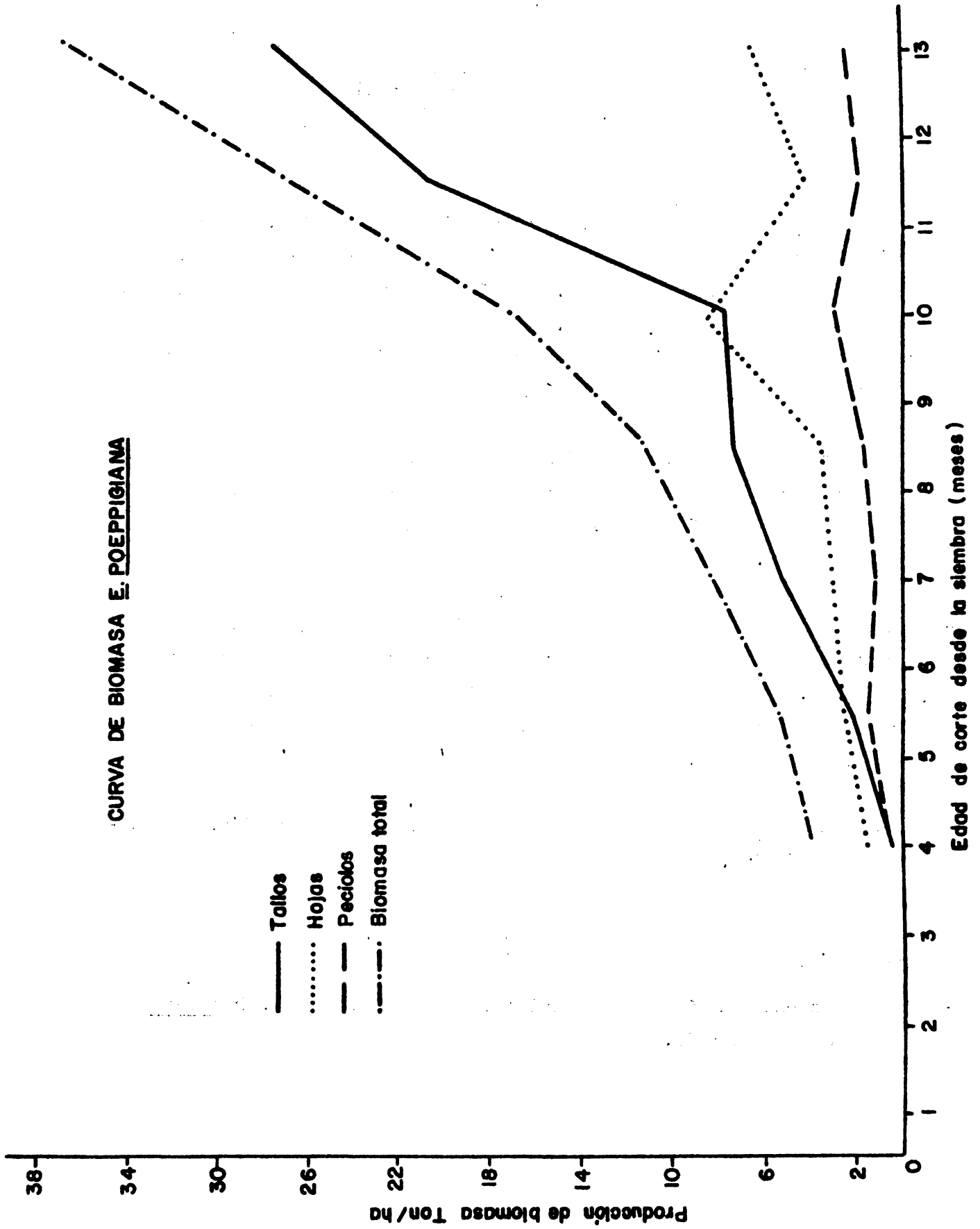
Michael Keyes
Fausto Escarramán
Gregorio Ojeda
Antonio Carlos Nogueira

- En el diseño se debe utilizar el mismo número de plantas, sembrado al mismo tiempo, deben dejarse bordes más amplios para evitar problemas de destrucción durante la poda. Además, usar más repeticiones para tener confianza en los promedios.
Para la poda separación de hojas, tallos y pecíolos siempre utilizar gente entrenada en la metodología.
- La Erythrina sembrada por semilla tiene muchas posibilidad de rendimiento forrajero, por tener alto porcentaje proteico en todos sus tejidos; sin embargo es difícil hacer asociaciones con otros cultivos en sus primeras edades.
- Los promedios dados para las hojas, pecíolos y tallos, no muestran diferencias significativas en su velocidad de rebrote a los 4 meses subsiguientes. Sin embargo las hojas y pecíolos constituyen la base forrajera, una sugerencia es que las podas se deben hacer antes de los 7 meses en su primer corte.
- Recomendamos hacer ensayos en cuanto a densidad de plantación, para conocer la óptima.

Recomendación:

- Se recomienda la búsqueda de variedades sin espinas de la Erythrina, para un mejor manejo.

CURVA DE BIOMASA E. POEPPIGIANA



EJERCICIO PRACTICO SOBRE EL USO DE REGISTROS PARA COSTOS DE PRODUCCION Y
ANALISIS ECONOMICO APLICADO A UN SISTEMA AGROFORESTAL

Carlos E. Reiche C.

Economista de Recursos Naturales del Proyecto leña y Fuentes Alternas de Energía, CATIE

ANTECEDENTES

- A. En la actualidad la escasez de leña como recurso energético para cocinar alimentos y para uso en la pequeña industria rural es un serio problema para el pequeño productor del área rural.
- B. La Dirección General Forestal con apoyo del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía del CATIE está interesado en contribuir a resolver este problema promoviendo la plantación de árboles de rápido crecimiento destinados para leña y como medio de reforestación.
- C. Para basar sus futuras decisiones apoya establecer plantaciones experimentales con la finalidad de obtener datos sobre el comportamiento silvicultural y el costo que significa establecer una plantación.

EL EJERCICIO

Aprovechando sus conocimientos sobre el significado de los costos, la técnica de la utilización de registros y el análisis financiero lo han seleccionado a usted para conducir esta actividad con un agricultor del Cantón de San Ramón en Costa Rica. En el formulario B. registre la información siguiente:

1. El señor Ramírez tiene serios problemas para conseguir leña que utiliza en su trapiche, el cual consume alrededor de 160 m³ estereos por año para producir panela. Para suplir sus propias necesidades de leña y las de su trapiche desea plantar árboles, pero si se le demuestra que plantar árboles en lugar de maíz en monocultivo es más rentable.
2. Por este motivo lo busca a usted como técnico agro-forestal y le expone sus deseos. Deciden que una buena alternativa es plantar el sistema agroforestal Eucalyptus saligna con maíz.
3. Para establecer la plantación el Sr. Ramírez dispone sólo de su mano de obra, la posibilidad de contratar otros obreros y 5540 m² de terreno.
4. En mayo 1982 el Sr. Ramírez y tres obreros contratados realizan la actividad de "chapia" del terreno, para ello trabajan los días 20, 21, y 22. El costo por jornal es de ₡63.96/jornal y utilizaron cuchillos largos.
5. El 2 de junio el Sr. Ramírez y dos obreros realizan la actividad de quema. Costo por jornal ₡63.96.
6. El 3 de junio cuatro obreros procedieron a realizar el cercado del terreno. Esta actividad consistió en extraer postes antiguos y correrlos hacia afuera para ampliar el terreno. Costo por jornal ₡63.96. Se utilizaron 14 postes a ₡30.00 c/u, 0.5 kg de grapas a ₡72.00 el kg.

7. El mismo 3 de junio el Sr. Ramírez y dos obreros (a \$63.96/cada jornal) procedieron a realizar el trazado para la plantación. La actividad consistió en trazar líneas guías, líneas paralelas y perpendiculares marcando distancias de dos metros. Se señalaron los puntos con instrumentos llamados palines. El Proyecto Leña les prestó brújulas, cinta métrica, cuerdas y palines.
8. El proceso de toma de datos debe sistemáticamente, ser anotado cada vez que se realiza una actividad hasta completar el establecimiento del sistema. Para ello se utilizan hojas o formularios adicionales numerándolos en forma correlativa. Este proceso forma parte de la primera etapa.
9. Para realizar la segunda etapa necesita utilizar el formulario de descripción y costo de cada actividad. Así, la información del formulario B utilícela para llenar dicho formulario. El producto será la descripción técnica de cada actividad, fecha de realización, jornales y costo de mano de obra, insumos y materiales.
10. Utilice el formulario de costos de establecimiento y mantenimiento y complete la información. El producto es un listado de actividades y distribución de costos durante el año, el cual sirve para planificar futuras plantaciones y requerimientos de inversión. Además, es parte del flujo de cada para el primer año.
Esta información puede expandirse para el análisis de Ingresos menos gastos durante el período de tiempo deseado. En nuestro ejemplo se analiza en función de 12 años.
11. Ahora que usted tiene la diferencia entre Ingresos obtenidos de maíz y producción de leña con los correspondientes gastos. Calcule el Valor actualizado de estas diferencias.
Use la tabla de actualización con un interés de 10% (0.10) y luego sume todos los valores actualizados.

SISTEMA AGROFORESTAL

AÑO	INGRESOS	COSTOS	DIFERENCIA	TASA DE ACTUALIZACION	VFN
1	2100	10.000.0	- 7900.0	.90909	_____
2	1100	525.0	575.0	_____	_____
3	4380	1769.7	2610.3	.75131	_____
4	5900	1769.7	4130.3	_____	_____
5	7120	1769.7	5350.3	_____	_____
6	4380	1769.7	2610.3	_____	_____
7	5900	1769.7	4130.3	_____	_____
8	7120	1169.7	5350.3	_____	_____
9	4380	1769.7	2610.3	_____	_____
10	5900	1769.7	4130.3	_____	_____
11	7120	1769.7	5350.3	_____	_____
12	4380	1769.7	2610.3	_____	_____

12. Se dispone también de los Ingresos y gastos para producir maíz en monocultivo. Un resumen de ellos es el que se presenta a continuación. Calcule el Valor actualizado de estas diferencias y luego sume los resultados obtenidos.

MAIZ EN MONOCULTIVO

AÑO	INGRESOS	COSTOS	DIFERENCIA	TASA DE ACTUALIZACION	VPN
1	5950	2393.84	3556.16	.90909	3232.87
2	5950	3380.0	2570.0	.82645	2123.98
3	5950	3380.0	2570.0	.75131	1930.86
4	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
5	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
6	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
7	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
8	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
9	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
10	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
11	5950	3380.0	2570.0	_____	_____
12	5950	3380.0	2570.0	_____	_____

TABLE 2. DISCOUNTED SINGLE PAYMENT MULTIPLIER
THE VALUE OF A ONE DOLLAR PAYMENT DISCOUNTED FOR
N YEARS

YEARS	RATE OF INTEREST			
	.070	.080	.090	.100
1	.93458	.92593	.91743	.90909
2	.87344	.85734	.84168	.82645
3	.81630	.79383	.77218	.75131
4	.76290	.73503	.70843	.68301
5	.71299	.68058	.64993	.62092
6	.66634	.63017	.59627	.56447
7	.62275	.58349	.54703	.51316
8	.58201	.54027	.50187	.46651
9	.54393	.50025	.46043	.42410
10	.50835	.46319	.42241	.38554
11	.47509	.42888	.38753	.35049
12	.44401	.39711	.35553	.31863
13	.41496	.36770	.32618	.28966
14	.38782	.34046	.29925	.26333
15	.36245	.31524	.27454	.23939
16	.33873	.29189	.25197	.21763
17	.31657	.27027	.23107	.19784
18	.29586	.25025	.21199	.17986
19	.27651	.23171	.19449	.16351
20	.25842	.21455	.17843	.14864
21	.24151	.19866	.16370	.13513
22	.22571	.18394	.15018	.12285
23	.21095	.17032	.13778	.11168
24	.19715	.15770	.12640	.10153
25	.18425	.14602	.11597	.09230
26	.17220	.13520	.10639	.08391
27	.16093	.12519	.09761	.07628
28	.15040	.11591	.08955	.06934
29	.14056	.10733	.08215	.06304
30	.13137	.09938	.07537	.05731
31	.12277	.09202	.06915	.05210
32	.11474	.08520	.06344	.04736
33	.10723	.07889	.05820	.04306
34	.10022	.07305	.05339	.03914
35	.09366	.06763	.04899	.03558
36	.08754	.06262	.04494	.03235
37	.08181	.05799	.04123	.02941
38	.07646	.05369	.03783	.02673
39	.07146	.04971	.03470	.02430
40	.06678	.04603	.03184	.02209

U.S. DEPT. AGR., FOREST SERVICE. 1970.

REGISTRO DIARIO DE TRABAJO E INSUMOS

Proyecto Leña RENARE/CATIE

Actividad: Costos de Producción

Lugar: _____

Tipo de Parcela _____

Código de la Parcela _____

Código de las Especies _____

Año _____

Hoja No. _____

Propietario _____

Superficie (m²) _____

Fecha de plantación _____

Año _____

Fecha Mes día	Descripción de actividades o insumos aplicados	Número de jornales						Insumos aplicados		Supervisión del técnico (horas)*
		Familiares	Contratados por		Salario por jornal contratado por		Cantidad	Precio Unitario		
			Propietario	Proyecto*	Propietario	Proyecto*				

* Para ser llenado por técnicos del Proyecto Leña

PAIS: _____

UNIDAD: _____

Especie	Actividad	Año:											
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD													
FECHAS DE REALIZACION													
MANO DE OBRA REQUERIDA													
INSUMOS O MATERIALES REQUERIDOS													
EQUIPO REQUERIDO													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTALES
Mano de obra													
Materiales													
Equipo													
Totales													

OTRAS RECOMENDACIONES/OBSERVACIONES:

APENDICES

APENDICE 1

LISTA DE PARTICIPANTES

BRASIL

- Reginaldo Brito da Costa
Departamento de Engenharia Florestal
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal de Mato Grosso
Ave. Fernando Correa s/nº
Cuiabá, MT
- Antonio Carlos Nogueira
Departamento de Engenharia Florestal
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal de Mato Grosso
Ave. Fernando Correa s/nº
Cuiabá, MT

COSTA RICA

- Oldemar Corrales Jiménez (CATIE-Proyecto Leña)
125 mts. Oeste del Parque de Naranjo
Alajuela
teléfono res: 45-04-27
- Elia Mora Hernández (CATIE-Proyecto Erythrina)
25 Norte de Radio Metrópoli
Tibás
teléfono res: 36-27-18
- Walter Picado Villalobos (CATIE-Proyecto Leña)
250 Sur Plaza Rafael Rodríguez, San Ramón
Alajuela
- Juan José Rodríguez Jiménez (MAG)
Centro Agrícola Regional de Grecia
teléfono of: 44-53-75
- Emel Rodríguez Paniagua (MAG)
275 mts. Este de la Municipalidad de Hojancha
Guanacaste
teléfono res: 68-54-66 ext. 231

ECUADOR

- Eugenio Chinín Solano (MAG-Programa Forestal)
Ciudad Puyo - Provincia Pastaza
Ministerio de Agricultura y Ganadería
teléfono of: 885215
- Victoriano Efraín Jiménez Rodríguez (MAG
-Programa Forestal)
Sabanilla #21, Cotacollao
Quito
teléfono res: 531042

EL SALVADOR

- Jorge Adalberto Criollo Ramírez (Servicio Forestal)
Centro de Recursos Naturales Renovables
Cantón El Matazano, Soyapango
San Salvador,
teléfono of: 27-0622
teléfono particular: 27-3338
- Moisés Vásquez (CENREN)
6a. Av. Norte N° 403
B° La Cruz, San Miguel
teléfono res: 610243
of: 610313

GUATEMALA

- Rudy Eddyn Herrera Pérez (CATIE-Proyecto Leña)
10a. Av. 6-16 Z. 18 Residenciales Atlántida
Guatemala
teléfono res: 564743
- Francisco Padilla Quiroa (INAFOR)
17 Av. "A" 11-49, Zona 21, Apto. N° 1
Colonia Venezuela
Guatemala
teléfono of: 310873

HAITI

- Félix Joseph
Service Ressources Forestières
Ministère de l'Agriculture, Damien
Port au Prince

HONDURAS

- Juan Blas Zapata
COHDEFOR, Comayaguela, D.C.
teléfono of: 22-2614

MEXICO

- Michael E. Keyes
Colegio de Postgraduados
Chapingo, México
56230
teléfono of: 595-4-22-00
ext. 5605
- PERMANENTE
11341- 23 rd. NE
Seattle, Washington
98125
U.S.A.

PERU

- Glenn Galloway
c/o SEPAS
AA. 723
Lima, 100 Perú
teléfono of: 714580
- PERMANENTE
93 Barker Lane
Waverly, Ohio 45690
E.E.U.U.
- Alejandro Galvez Carpio (CENFOR)
Jr. Puno N° 129 - 3er. Piso
Puno
teléfono res: 627

PERU

- Gregorio Ojeda Orihuela (CENFOR)
Jirón Huanuco N° 1717
Cajamarca
teléfono of: 22 (Baños del INCA-CAJAMARCA)

REPUBLICA DOMINICANA

- Máximo Aquino (Proyecto MARENA)
Calle El Llano #3 Res. La Costa
Santo Domingo
teléfono res: 532-3740
- Domingo M. Duvergé Justo (Proyecto MARENA)
Calle Sánchez #35
San José de Ocoa
teléfono of: 533-0017
- Fausto Escarramán Hernández (Proyecto MARENA)
c/Altagracia N° 14
San José de Ocoa
teléfono of: 558-2551

APENDICE 2

LISTA DE INSTRUCTORES

John Beer, M.S.
CATIE/GTZ
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Carmel Beliard, Ing.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Jorge Benavides, M.S.
CATIE
Departamento de Producción Animal

Floria Bertsch, M.S.
Universidad de Costa Rica

Rolain Borel, Ph.D.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Bifford Briscoe, Ph.D.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Gustavo Bronstein, Biol.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Gerardo Budowski, Ph.D.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Ignacio del Valle, M.S.
Universidad Nacional de Medellín

Jochen Heuveloop, Ph.D.
CATIE/GTZ
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Jeffrey Jones, Ph.D.
Consultor

Donald Kass, Ph.D.
CATIE
Departamento de Producción Vegetal

Claudia Monge, B.S.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Norman Price, M.E.S.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Carlos Reiche, M.S.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Ricardo Russo, M.S.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Rodolfo Salazar, Ph.D.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

Eduardo Somarriba, M.S.
CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables

APENDICE 3

VISITAS AL CAMPO

Rafael Aguilar	Agricultor, La Suiza de Turrialba
Ramón Barboza	Agricultor, región Acosta-Puriscal
Andrés Calvo	Agricultor, Finca Fátima, Turrialba
José Joaquín Campos	Estudiante graduado, CATIE
Manuel González	Administrador Forestal, Finca La Esmeralda (San José de La Montaña)
Jorge Hernández	Silvicultor, San José de La Montaña
Francisco López	Agricultor, región Acosta-Puriscal
Manuel E. Martínez	Asistente de Investigación, CATIE
Edgar Mata	Agricultor, región Acosta-Puriscal
Francisco Mora	Asistente de Investigación, CATIE
José Mora	Agricultor, La Suiza de Turrialba
Rafael Mora	Agricultor, La Suiza de Turrialba
Mary Quinland	Estudiante graduada, CATIE
Elías Sánchez	Agricultor, La Suiza de Turrialba
Arnoldo Vargas	Agricultor, La Suiza de Turrialba
Francisco Vargas	Asistente de Investigación, CATIE
Gilberto Vargas	Agricultor, La Suiza de Turrialba
Juan Ma. Vindas	Agricultor, región Acosta-Puriscal

APENDICE 4

PUBLICACIONES ENTREGADAS A LOS PARTICIPANTES

LIBROS

- COMBE, J. y GEWALD, N. eds. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 378 p.
- COMBE, J., JIMENEZ SAA, H. y MONGE, C. (comps.). Bibliografía sobre agroforestería tropical. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Bibliotecología y Documentación. Bibliografía N° 6. 1981. 67 p. 680 refs.
- INSTITUTO INTERAMERICANO de Ciencias Agrícolas. Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Bibliografía sobre silvicultura y ecología forestal tropical 1924-1973. Turrialba, Costa Rica, 1975. 301 p. (IICA. Documentación e información agrícola, N° 43).
- JIMENEZ SAA, H. Comp. Resúmenes de las tesis de grado de Magister Scientiae presentadas en el Departamento de Recursos Naturales Renovables del CATIE; 1952-1981. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Bibliotecología y Documentación. Bibliografía N° 7. 1982. 252 p.
- JIMENEZ SAA, H. Guía para el usuario de la Bibliografía sobre recursos naturales renovables. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 30.+ 21 p.
- VILLEGAS, C. Comp. Silvicultura de bosques tropicales: bibliografía. Turrialba, Costa Rica, IICA-Trópicos, 1975. 92 p. (IICA. Documentación e Información Agrícola, N° 44).

PUBLICACIONES MIMEOGRAFIADAS

- BEER, J. Cordia alliodora con Theobroma cacao: una combinación tradicional agroforestal en el trópico húmedo. 3 p.
- BUDOWSKI, G. El sistema taungya, su aplicabilidad en América Tropical. 8 p.
- BUDOWSKI, G. Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales (presencia simultánea o secuencial de árboles asociados con cultivos y/o plantas forrajeras) en comparación con monocultivos no arbóreos. 4 p.
- BUDOWSKI, G. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. 26 p.
- BUDOWSKI, G. Summary of activities of the department. CATIE, Department of Renewable Natural Resources, Nov. 1983. 3 p.
- BUDOWSKI, G. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales.
- BUDOWSKI, G. Sistemas agro-silvo-pastoriles en los trópicos húmedos. 29 p.

- CAMPOS, J. Ensayo de procedencias de Calliandra calothyrsus para producción de leña, en 3 regiones de Costa Rica. Resumen del proyecto de tesis. 1 p.
- CHANG, B. Lista de semillas del Banco Latinoamericano de semillas forestales. 10 p.
- COMBE, J. y BUDOWSKI, G. Clasificación de las técnicas agroforestales; una revisión de literatura. 32 p.
- COMBE, J. Alnus acuminata con pastoreo y con pasto de corte; Las Nubes de Coronado, Costa Rica. 3 p.
- CURSO CORTO INTENSIVO sobre Investigación y desarrollo de tecnología para sistemas de producción de cultivos. Referencias bibliográficas. 11 p.
- ESPINOZA, L. Estructura general de cafetales de pequeños agricultores en Acosta-Puriscal. Informe de avance proyecto CATIE/GTZ. 21 p.
- JONES, J. y OTAROLA, A. Diagnóstico socio-económico sobre el consumo y la producción de leña en fincas pequeñas de Nicaragua.
- MARTINEZ, H.A. Estudio sobre leña en hogares, pequeña industria y distribuidores de Guatemala. 64 p.
- NAVARRO, L. El problema general de la agricultura y la investigación agrícola basada en el enfoque de sistemas. 25 p.
- OTAROLA, A. y UGALDE, L. Productividad y tablas de biomasa de Gliricidia sepium (jacq.) steud en bosques naturales de Nicaragua. 39 p.
- PALMER, J.R. Observaciones sobre su contrato legal para participar en un esquema de Taungya. 2 p.
- QUINLAN, M. Cobertura de poró (Erythrina poeppigiana y melina (Gmelina arborea) como fuentes de nitrógeno en el cultivo de maíz. Resumen del proyecto de tesis. 1 p.
- ROSE, D. y SALAZAR, R. Cuantificación de la producción de leña en un rodal de Gmelina arborea roxb. en Nicoya-Guanacaste, Costa Rica. 17 p.
- ROSE, D. y SALAZAR, R. Lineamientos generales para la evaluación de producción de biomasa y leña en cercas vivas viejas de Gliricidia sepium. 7 p.
- ROSE, D. y SALAZAR, R. Rendimiento de leña de árboles individuales de Guazuma ulmifolia lam. en potreros en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. 12 p.
- RUSSO, R. Mediciones de biomasa en sistemas agroforestales. 27 p.
- RUSSO, R. Erythrina: un género versátil en sistemas agroforestales. Revisión bibliográfica. 10 p.

UGALDE, L. Comportamiento inicial de Accacia auriculiformis, Albizia falcataria, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala y Sesbania grandiflora en dos sitios en Costa Rica. 20 p. INFORAT.

UGALDE, L. y OTAROLA, A. Tablas de volumen para Eucalyptus camaldulensis en Nicaragua. 14 p.

UGALDE, L. y OTAROLA, A. Tablas de volumen para Eucalyptus camaldulensis en Nicaragua. 10 p + anexos.

VOLKART, C.M. y CANO, R.G. Comportamiento de especies forestales de interés para leña en ensayos y plantaciones en Honduras.