

CATIE  
ST  
IT-131  
c.2

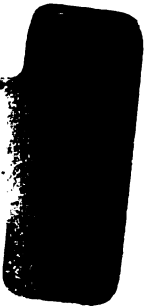
# investigación agroforestal

Proyecto UNU/CATIE

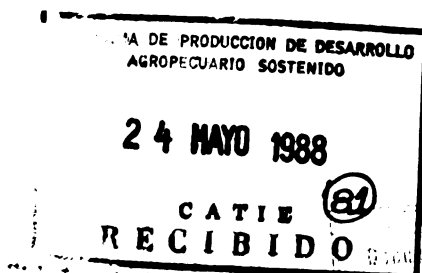
Eduardo Somarriba  
Editor



C572



Serie Técnica  
INFORME TECNICO No. 131



12 JUN 1988

CIDIA  
Turrialba, Costa Rica

**INVESTIGACION AGROFORESTAL DEL PROYECTO UNU/CATIE  
1979-1987**

1988

**Eduardo Somarriba  
Editor**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido  
Area de Producción Forestal y Agroforestal  
Turrialba, Costa Rica, 1987**

CATIE  
C.I.  
IT 111  
C.2

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y la enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicado al trópico americano, particularmente en los países de América Central y El Caribe.

©1987. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

ISBN 9977-57-032-9



631.58072

I62 Investigación agroforestal del Proyecto UNU/CATIE  
1979-1987 / Eduardo Somarriba, ed. -- Turrialba,  
C.R.: Centro Agronómico Tropical de Investigación  
y Enseñanza, 1987.  
148 p.; 28 cm. -- (Serie técnica. Informe  
Técnico / CATIE; no 131)

ISBN 9977-57-032-9

1. Agroforestería - Investigación I. Somarriba,  
Eduardo, ed. II. CATIE III. Título IV. Serie

## CONTENIDO

### PREFACIO

### ARTICULOS

- Erythrina poeppigiana con pasto: Un estudio de caso 9  
BEER, J.W.
- Alnus acuminata with pasture 13  
BEER, J.W.
- The investigation of agroforestry systems: methodology \* 19 ✓  
utilized by CATIE  
BEER, J.W.
- Coffee yields in a plantation of Coffea arabica cv. 35 ✓  
caturra, shaded by Erythrina poeppigiana with and  
without Cordia alliodora  
GLOVER, N.
- Fuelwood yield from coffee prunings in the Turrialba 53  
Valley  
• - ROMIJN, M.; WILDERINK, E.
- Utilización del bosque y de los sistemas agroforestales 73  
en la región Gardi, Kuna Yala (San Blas, Panamá).  
CASTILLO DIAZ, G.; BEER, J.W.
- **COMPENDIOS**
- SOMARRIBA, E. 1985. Arboles de guayaba (Psidium guajava 113  
L.) en pastizales: 1. Producción de fruta y potencial de  
dispersión de semilla. Turrialba 35(3): 289-296.
- SOMARRIBA, E. 1985. Arboles de guayaba (Psidium guajava 114  
L.) en pastizales: 2. Consumo de frutas y dispersión de  
semillas. Turrialba 35(4): 329-332.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J.W. 1985. Arboles de guayaba 115  
(Psidium guajava L.) en pastizales: 3. Producción de  
leña. Turrialba 35(4): 333-338.
- BEER, J.W.; SOMARRIBA, E. 1986. Dimensions, volumes and 116  
growth of Cordia alliodora (R&P) Oken in agroforestry  
systems. Forest Ecology & Management 17 (In press).

SOMARRIBA, E. 1986. Effects of livestock on seed germination of guava ( <u>Psidium guajava</u> L.). Agroforestry Systems 4(3): 233-238.	117
BEER, J.W.; GLOVER, N. 1987. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. Agroforestry Systems 4: 77-87.	118
BEER, J.W. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. Agroforestry Systems 5(1): 3-14.	119 ✓
QUESADA, F.; SOMARRIBA, E.; VARGAS, E. 1987. Modelo para la simulación de patrones de sombra de árboles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico 118.	120 ✓
SOMARRIBA, E. 1987. Guava ( <u>Psidium guajava</u> L.) trees in a pasture: population model, sensitivity analyses, and applications. Agroforestry Systems 5 (In press).	121
SOMARRIBA, E. 1987. Pasture growth and floristic composition under the shade of guava ( <u>Psidium guajava</u> L.) trees. Submitted to Agroforestry Systems.	122
<b>LISTA COMPLETA DE PUBLICACIONES DEL PROYECTO UNU/CATIE</b>	123

## PREFACIO

El Proyecto UNU/CATIE fue establecido en 1979 como una actividad colaborativa entre la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) para la investigación y la enseñanza de la agroforestería. El objetivo del presente documento es reseñar la labor desarrollada por los investigadores y becarios del Proyecto durante nueve años de operación.

Se han publicado, entre 1979-1987, 50 títulos, incluyendo obras colectivas o artículos de investigación. No se pretende reproducir toda esa información en este documento, sino más bien: 1) preparar una lista exhaustiva y ordenada cronológicamente, de todas las publicaciones que han recibido apoyo parcial o total del Proyecto UNU/CATIE, y 2) reproducir en forma íntegra, únicamente una pequeña selección de trabajos. Se excluyen: 1) manuscritos que reportan investigaciones apoyadas solo parcialmente por el Proyecto UNU/CATIE, o que a pesar de haber recibido apoyo total del Proyecto, han sido publicados como obras colectivas de amplio tiraje o que han aparecido en revistas científicas; 2) los informes anuales y de investigación elaborados por los investigadores, becarios y estudiantes especiales del Proyecto UNU/CATIE; 3) los manuscritos mimeografiados, elaborados en las etapas iniciales del Proyecto, los cuales contienen datos y análisis preliminares que han sido posteriormente enriquecidos con nuevos datos de investigación y publicados en obras colectivas o en revistas científicas, y 4) documentos de investigación sobre aspectos básicos (p.e. suelos, geología, etc.) de las áreas de trabajo del Proyecto y que servían de apoyo a las investigaciones agroforestales propiamente dichas.

Un examen cuidadoso de la temática y de la cronología de los títulos presentados, muestra cambios en el contenido y en la forma de los trabajos de investigación. La temática ha evolucionado desde la documentación de las percepciones de los agricultores hacia sus sistemas (agroforestales) tradicionales (especialmente del componente arbóreo), hacia evaluaciones y cuantificaciones integrales de dichos sistemas. La forma ha variado desde observaciones no rigurosas y de carácter anecdótico obtenidas de la observación directa y de pláticas con los agricultores, hasta la experimentación formal bajo condiciones controladas. Toda esta evolución refleja: 1) el desarrollo de la agroforestería como ciencia a nivel general y 2) la consolidación de la capacidad investigativa del CATIE en esta disciplina. En este proceso de consolidación, el Proyecto UNU/CATIE ha sido, sin duda, uno de los pioneros en CATIE.

**Eduardo Somarriba**  
**Proyecto Agroforestal UNU/CATIE**





# **ARTICULOS**



BEER, J. 1980. Erythrina poeppigiana con pasto: Un estudio de caso. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 4 p.

[Erythrina poeppigiana with pasture: A case study]

### Abstract

A qualitative description is given of the agroforestry association Pennisetum clandestinum with Erythrina poeppigiana (approximately 100 trees/ha) on a private farm in Santa Cruz de Turrialba, Costa Rica. Although growth data is not available, the observations of the owner and his reasons for preferring this association to the more common humid highland association of Pennisetum spp. with Alnus acuminata, suggest that annual distribution of precipitation and atmospheric humidity could be the decisive factors. Moreover this example of a functioning silvo-pastoral association shows that when tree forage is being produced, it may be necessary to impose a cut and carry system to avoid excessive browsing damage of the bark as well as the branches.

### Compendio

En este trabajo se da una descripción cualitativa de la asociación agroforestal Pennisetum clandestinum con Erythrina poeppigiana (aproximadamente 100 árboles/ha) en una finca privada en Santa Cruz de Turrialba, Costa Rica. Aunque no se dispone de datos de crecimiento, las observaciones del propietario y sus argumentos para preferir esta asociación, en lugar de la asociación Pennisetum spp. con Alnus acuminata, muy común en zonas altas y húmedas, sugieren que la distribución anual de lluvias y de humedad atmosférica podrían ser los factores decisivos en su selección. Por otro lado, este ejemplo de sistema silvopastoral muestra que cuando se pretende producir forraje arbóreo puede ser necesario imponer un sistema de corta y acarreo para evitar el daño producido por el excesivo ramoneo de corteza y ramas.

## INTRODUCCION

La asociación de Erythrina spp. con pasto se encuentra en varias partes del país. Frecuentemente el origen de esta asociación se remonta a la presencia de Erythrina como árbol de sombra en viejos cafetales; cuando el finquero sustituye el café por el pasto, deja estos árboles. En este estudio de caso (finca de don Francisco Callejas), la situación es distinta debido a que él hizo un esfuerzo deliberado para establecer y mantener estacas grandes de E. poeppigiana con Pennisetum clandestinum. Él considera que la razón principal para mantener esta asociación es que E. poeppigiana provee nitrógeno y por lo tanto, necesita menos abono químico para mantener la producción del pasto.

## DATOS PRELIMINARES SOBRE LA FINCA

El sitio de estudio se localiza en la zona de Santa Cruz de Turrialba, Cantón de Turrialba, Costa Rica a 1200-1600 m de elevación. La finca tiene una extensión total de 300 ha, de las cuales 200 ha se encuentran en asociación con E. poeppigiana desde el año 1970. Las estacas (una variedad casi sin espinas) fueron traídas de las regiones de Aquiares y Juan Viñas, en el Cantón de Turrialba y plantadas a razón de 114/ha (9.25 m x 9.25 m). Actualmente, las estacas tienen una altura total de 2.3 m y un diámetro de 30 cm (promedio de 29 árboles). El ganado lechero se maneja en forma rotativa en potreros de 0.7 ha a razón de 3.8 unidades animales/ha (80 vacas pastoreando un día cada 30 días). Los potreros se fertilizan a razón de 46 kg de fertilizante por cada rotación del ganado. Durante la época seca (diciembre-abril) se aplica úrea (42% N) o Nutrán (32% N) y fórmula 18-10-6-2 en la época lluviosa (mayo-noviembre). La producción de leche es de 9 kg/animal/día.

Además de los datos anteriores, es importante anotar las siguientes observaciones del dueño:

1. El crecimiento del P. clandestinum y su respuesta a las aplicaciones de abono químico son disminuidos por la sombra; por lo tanto, recomienda un espaciamiento de los árboles bastante amplio. Una ventaja de E. poeppigiana sobre la alternativa mejor conocida en esta zona, Alnus acuminata, es que con las podas del primero es fácil regular la sombra.
2. En los potreros que no tienen un uso intensivo se depende solamente de E. poeppigiana para mantener la fertilidad del suelo. No se aplica abono químico a estos potreros.
3. El árbol se establece por medio de estacas de 2 m de largo. Se protege la corteza de las estacas con una aplicación regular de estiércol de vaca pues estos animales se comen la corteza y a veces matan los árboles. Los animales aprenden a comer la corteza y el follaje del E. poeppigiana cuando encuentran los restos de las podas. Este hecho no siempre es una ventaja porque las heridas en la corteza de los árboles puede ocasionar infecciones severas de hongos. Por esta razón, él piensa que los árboles no tienen valor económico.

4. Se hace descumbre o descopado más o menos cada 3 años. Este descumbre no se hace en coordinación con la rotación del ganado, sino con la disponibilidad de mano de obra. A veces se usan las ramas podadas como estacas para reponer los árboles dañados o para incrementar el área bajo esta asociación. Por lo menos hasta 15 días después de la poda las vacas comen la corteza y hojas verdes de los restos.

## DISCUSION

Es interesante comparar los dos socios de P. clandestinum con árboles de sombra en las zonas altas de producción lechera. Los ganaderos que solo usan Alnus acuminata en sus pastizales, explicaron que ellos incluyen árboles "para dar sombra en verano". En este caso la justificación es "para proveer nitrógeno al suelo". En los dos casos se habla de las desventajas de "la reducción en crecimiento de P. clandestinum cuando es sombreado en época lluviosa". En Santa Cruz hablan adicionalmente de la concentración de los animales debajo de los árboles de sombra que, en las condiciones húmedas actuales, promueve una destrucción de la cobertura vegetal y de la estructura del suelo que se encuentra directamente bajo el árbol. Es seguro que las razones del éxito de estos sistemas, tal y como son percibidas por los finqueros, son mucho más complicadas de lo que se indica arriba. Sin embargo, cuando consideramos las diferencias en precipitación entre Santa Cruz y Las Nubes (Cuadro 1), podemos entender mejor por qué escogieron diferentes sistemas de manejo y por lo tanto, diferentes especies. En Santa Cruz, donde no hay meses secos, el finquero quiere mantener la fertilidad del suelo al tiempo que mantiene la menor sombra posible para que el sol pueda secar el suelo, los animales no se concentren en pocos lugares y no se disminuya el crecimiento del pasto. E. poeppigiana que fija nitrógeno, recircula los nutrimentos y se puede podar fuertemente, es muy apropiado para este sistema.

Cuadro 1. Precipitación (mm) en las zonas de Santa Cruz y Las Nubes de Coronado

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Santa Cruz*	289	197	160	249	230	322	367	318	291	315	357	427	3522
Las Nubes**	062	026	027	230	327	274	200	324	369	358	263	139	2422

\*Promedio para los años 1966-79, Estación Meteorológica San Antonio (073074), elevación 1190 m.

\*\*Promedio para los años 1972-1979, Estación Meteorológica Las Nubes (084073), elevación 1471 m.

En Las Nubes de Coronado, donde lo que se desea es sombra en el período seco y a la vez evitar el excesivo sombreamiento en la época lluviosa, seleccionaron un árbol que no tiene copa densa (éste no es el caso de E. poeppigiana cuando crece libre). Es seguro que el valor de la madera de A. acuminata es otra razón por la que escogieron esta especie.

La venta de los troncos de E. poeppigiana para la producción de pulpa es una ventaja hasta ahora no aprovechada. Sin embargo, el daño provocado por los animales reduce la producción de madera para este uso. Es también probable que el crecimiento sea afectado por este daño. Entonces, podemos deducir que el éxito (desde el punto de vista de producción de madera y forraje arbóreo) de una combinación de E. poeppigiana con pasto de corte será mayor que la combinación con pastoreo. Por esta razón el dueño tiene interés en probar otros árboles de sombra que soporten las podas pero que no sean apetecibles al ganado.

BEER, J. 1980. Alnus acuminata with pasture. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 6 p.

[Alnus acuminata con pasto]

### Abstract

Quantitative descriptions of two demonstration plots of the traditional agroforestry association of Alnus acuminata with Pennisetum spp., are presented together with published information from other studies in Costa Rica and Colombia. Total wood volume increments of 10 m<sup>3</sup>/ha/yr are possible with typical densities of 100-200 trees/ha. The importance of atmospheric humidity in determining both the distribution of A. acuminata, and whether it has a beneficial influence on dry season pasture productivity, is discussed. Recommendations are given for the main topics to be emphasized in any future research project on this successful association.

### Compendio

En este trabajo se presentan datos de dos parcelas demostrativas de la asociación agroforestal tradicional de Alnus acuminata con Pennisetum spp. junto con información publicada en otros estudios en Costa Rica y Colombia. En estos sistemas es posible obtener incrementos de volumen total del orden de 10 m<sup>3</sup>/ha/año con las densidades típicas de 100-200 árboles/ha. Se discute la importancia de la humedad atmosférica en la distribución de A. acuminata y de sus posibles efectos benéficos sobre la productividad de la pastura en el período seco. Se dan recomendaciones sobre los tópicos que deberían recibir mayor atención en cualquier proyecto de investigación sobre esta exitosa asociación silvopastoril.

## INTRODUCTION

The deliberate combination of "Jaul" (Alnus acuminata) with pasture (mainly Pennisetum clandestinum, but also with P. purpureum and Axonopus scoparius) has been practiced traditionally from at least 1950 (3) in what is called, locally, the high altitude zone of Costa Rica. There have been a number of publications referring to the potential, of this combination, for timber production with figures of around 10 m<sup>3</sup>/ha/year being quoted (1,2,3,6,10). However, very little has been written concerning the ecological effects arising from the inclusion of A. acuminata in pastures. CATIE presently has a number of permanent plots, the first being established in March of 1979 (2), in which measurements of growth rates of this species are being made in combinations containing different pasture species (Tables 1 and 2). In the future it is hoped that the investigation will be extended to include measurement of forage production under conditions of shade and no shade, and also with a study of nitrogen fixation by Franki alni which live symbiotically in the roots of "Jaul".

## LITERATURE REVIEW

In a description of this system, Combe (2) notes the following: "Naturally regenerated A. acuminata seedlings, which are easily found on disturbed soil, open beds, road embankments and especially along the embankments of streams, are used as planting stock."

In the case of A. acuminata, the production of firewood and lumber represent a direct input of substantial importance to small farms. It is a pioneer indigenous species of rapid growth. Its wood often being used for small carpentry jobs, and up to a certain point as a substitute for Pine (which is not native to Costa Rica). The physical characteristics of the wood of A. acuminata also permits its use in the manufacture of pulp and wood chips.

At present, according to quality, the "tucas labradas" (round wood) of A. acuminata command a price\* of  $\text{¢}363/\text{m}^3$  at the lumber yard, a price slightly less than for "Ciprés" (Cupressus lusitanica), which is produced in the same region. In this agroforestry system, rotations of 15-20 years are common for the forestry component, which can produce a final commercial volume of more than 200 m<sup>3</sup>/ha of round wood, at the same time as providing a supply of firewood for home consumption on the farm.

Thanks to the symbiosis of A. acuminata with Actinomyces alni, (syn. Franki alni) the root system of the tree has the potential to fix atmospheric nitrogen in quantities sufficient for the development of the plant. Research (7) on this has demonstrated that 6-5 month old "Jaul" seedlings with this symbiosis contain an average of 60.5 mg (more than 2%) of nitrogen, as compared to 0.17 mg without this association, a 355 fold difference. Another study (9) has shown that the average content of nitrogen in the leaves of A. acuminata from trees in a plantation that did not receive fertilizers varied between 3.66% to 2.40%, the latter value being derived from dried leaves obtained from the litter layer (ie. non-

---

\* 1 US\$ = 8 colones (1979).



Table 1. General information from two farms which have Alnus acuminata trees in the pastures

	FINCA YORUSTY	FINCA RASGO NUNEZ
Location:	Las Nubes de Coronado	San Rafael de Coronado
Elevation:	1700 m	1450 m
Species:	<u>Alnus acuminata</u> <u>Pennisetum clandestinum</u>	<u>A. acuminata</u> <u>P. purpureum</u>
Age:	15-18 years	9 years
Provenance:	Local	Local
Initial Spacing:	9.1 x 13.5 m	7 x 9 m
Area:	Each rotational paddock is approximately 0.5 ha	Total area planted is approximately 4 ha
Rotation:	Aprox. 75 cows/day every 30 days (equivalent to a stocking rate of 5 cows/ha)	Hay (not grazed)
Fertilization:	91 kg/pasture twice a year.*	
Production:	14 kg/cow/day (milk)	Forage used for horses

\*Normally Nutran (33% N). Data from 1980.

Table 2. Characteristics of A. acuminata in two farms

	FINCA YORUSTY	FINCA RASGO NUNEZ
Density (ha) 1981	46	159
Height (m) 1979	22.1	10 (estimate)
Height (m) 1981	22.8	12.5
Diameter (cm) 1979	44.6	17.0
Diameter (cm) 1981	45.5	24.7
Basal area (m <sup>2</sup> /ha) (G) 1981	7.59	8.03
Growth (G) (m <sup>2</sup> /ha/year) 1979-1981	0.138	2.18*
Commercial volume (V)** (m <sup>3</sup> /ha) 1981	69	-
Volume Increment* (m <sup>3</sup> /ha/yr)	1.7	-
Value (colones/ha)*** 1981	21.528	-
Value of annual increment (colones/ha/yr)	529	-

\*Calculated for the same trees, 1979 & 1981.

\*\*Commercial form Factor = 0.403; derived from measurements on 25 trees by Alvarez (1).

\*\*\*1 m<sup>3</sup> = 312 "pulgadas ticas"; 1 pulgada tica of A. acuminata is worth 1 colón (1980 value)

1 US\$ = 8 colones (1979)

nitrogenous compounds having been leached). The fixation of atmospheric nitrogen as well as the possibility of up-take of nitrogen originating from fertilizers applied to the pasture could very well lead to an appreciable indirect benefit in the recycling of this element via the litter of A. acuminata.

Among the other positive effects that can be mentioned are the supply of organic matter, the control of soil moisture and the colonization and stabilization of steep, eroded slopes or areas susceptible to erosion if not covered quickly by protective vegetation.

From the beginning the same farmers have indicated to us some of the apparent disadvantages such as:

- the reduction in productivity of forage under excessive shade of A. acuminata or of other competitive effects;
- the reduction in the productivity of forage due to drip impact, originating in the upper branches.

For lack of recommendations on the silviculture and without information on the possible production of available nutrients by A. acuminata for the pasture, the farmers continue to apply fertilizers and manage their pastures in the same way, with or without the presence of A. acuminata. It is also worthwhile reviewing the data coming from Colombia, which refers to A. jorullensis, which we believe to be in reality A. acuminata. The Colombian research has concentrated in the region of Caldas, between 2000 and 3250 m of elevation (annual min. temperature: 11.2 and -1 °C, respectively; annual max. temperature: 24.7 and 22 °C, respectively; annual rainfall: 1836 and 1241 mm, respectively) (8). All reports from this area make note of the demand for high humidity by A. jorullensis, not only in the soil but also in the atmosphere. Further, these authors mention that it is frequently found in association with "kikuyo" (P. clandestinum). The root system of the tree is described by Muñoz (5) as superficial and he observed that the nodules of the Actinomyces (Franki) were concentrated in the upper 5 cm of the soil profile. Venegas (10) reports that P. clandestinum that grew: a) in full sun, b) under 2-5 year old A. jorullensis, and c) under 12 year old A. jorullensis, showed protein contents of 10%, 15% and 20%. He also claimed that there was a 33% increase in the weight gain of calves (2-3 heads/ha) in pastures containing three year old A. jorullensis (800-1000/ha) as compared to calves from pastures exposed to full sun. It is almost certain that this result reflects the fact that during the dry season (July and August) the production of forage under shade is much greater than in the open sun.

Volume Tables for A. acuminata have been prepared by Alvarez (1) and Meneses (4). The former calculated a local table applicable to stands in combination with pasture for the zone around San Isidro de Coronado, in Costa Rica. He found an average volume increment of 11 m<sup>3</sup>/ha/year for three pastures which contained A. acuminata in densities of 204, 35 and 94 trees/ha (ages 10, 11 and 20 years, respectively).

## CONCLUSIONS

In order to improve the economic returns of this system and to promote its transfer to analogous zones the following aspects need to be investigated:

1. Determination of the total area dedicated to this association and possible correlation with climatic factors, particularly rainfall and cloudiness.
2. The influence of A. acuminata over the nitrogen content of the soil, and the improvement of its physical characteristics.
3. The productivity of pasture with and without the presence of A. acuminata.
4. The adaptation of management techniques for pastures taking into consideration the inclusion of A. acuminata.
5. The formulation of silvicultural recommendations for the management of shade trees (particularly thinning and pruning regimes).

## REFERENCES

1. ALVAREZ V., H. 1956. Estudio forestal del "jaúl" (Alnus jorullensis H.B.K.) en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 87 p.
2. COMBE, J. 1981. Combinaciones silvo-pastoriles en zonas lecheras de altura de Costa Rica: Las Nubes de Coronado. In: Simposio International sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de La América Tropical. M. Chavarría, ed. San José, Costa Rica. pp. 187-190.
3. HOLDRIDGE, L. R. 1951. The alder Alnus acuminata as a farm timber tree in Costa Rica. *The Caribbean Forester* 12(2):47-53.
4. MENESES, L. G. Tabla de volúmenes preliminares para árboles en pie de Alnus acuminata. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
5. MUÑOZ D., V. M. 1971. Apuntes sobre generalidades y manejo de plantación del Alnus jorullensis H.B.K. Presentado al "III Foro de Corporaciones Forestales", Manizales, Colombia. 6 p.
6. POSCHEN, P. 1980. El jaúl con pasto; Ansatz eines silvo-pastorilen Systems auf Viehweiden der submontanen Stufe in Costa Rica. Diplomarbeit. Freiburg, Alemania. Universität Freiburg i. Br. 139 p.
7. RODRIGUEZ, B. C. 1971. Fixation of nitrogen in root nodules of Alnus jorullensis H.B.K. *Phyton* 23(2):103-110.
8. SMIT SICCO, G. 1971. Notas silviculturales sobre el Alnus jorullensis de Caldas, Colombia. *Turrialba* 21(1):83-88.
9. SMIT SICCO, G.; VENEGAS, T. L. 1965. Informe forestal del Departamento de Caldas, Manizales, Colombia. Fondo de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafetaleras. 152 p.
10. VENEGAS, T. L. 1971. Resumen sobre algunos aspectos silviculturales del Alnus jorullensis H.B.K. presentado al "III Foro de Corporaciones Forestales". Manizales, Colombia. 5 p.

^BEER, J. 1980. <sup>/</sup>The investigation of agroforestry systems: methodology utilized by CATIE\*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 24 p.

[La investigación de sistemas agroforestales : metodología utilizada en el CATIE]

### Abstract

The justifications for the project planning methodology used by the emerging CATIE agroforestry programme are discussed. Diversification of production from fertile lands, as well as increasing outputs by incorporating trees in low productivity areas, is being promoted. The study of traditional agroforestry combinations is the basis for most of these development studies. Hence strong emphasis is given to work on private farms at the beginning of a study as well as when testing new or improved combinations. The importance of socio-economic studies is also emphasized to make allowance for the farmer's limitations, beliefs (e.g. his perception of the relative importance of the different tree/crop components), number of potential beneficiaries and the relative level of knowledge as well as potential for improvement of the different components.

The steps in the investigation and development of traditional agroforestry combinations are: identification of the existing combinations and components; delimitation of the area where each combination is or could be used; description of each combination; selection and establishment of permanent demonstration plots in the most promising combinations; quantification of selected combinations; data processing; design of improvements or alternatives; field testing of improvements or alternatives; evaluation, validation and adoption of the proposed improvements or alternatives. During the quantification step the emphasis is on determining tree and crop yields in order to evaluate economic consequences of including trees using local costing methods (e.g. actual commercial timber yield rather than potential). Improvements are generally sought through the application of silviculture.

---

\* Esta metodología fue utilizada inicialmente en la investigación agroforestal desarrollada en CATIE. A la fecha se han conservado algunos elementos de esta metodología inicial y se han introducido otros elementos nuevos.

## Compendio

En este trabajo se discuten las justificaciones de la metodología de planificación de proyectos utilizadas por el reciente programa agroforestal del CATIE. Se promueve la diversificación de la producción en tierras fértiles, así como el incremento de la producción en áreas de baja productividad por medio de la incorporación de árboles. La base para la mayoría de estos estudios de desarrollo la constituye la investigación de las combinaciones agroforestales tradicionales. Por lo tanto, se da un especial énfasis al trabajo en fincas privadas, tanto al inicio del estudio como en las etapas de prueba de las combinaciones nuevas o mejoradas. También se enfatiza la importancia de los estudios socioeconómicos, con la idea de incluir, en el diseño del proyecto, las limitaciones de los finqueros, sus creencias (p.e. sus percepciones de la importancia relativa de los diferentes componentes asociados), número de potenciales beneficiarios, el nivel de conocimientos, así como el potencial de mejoramiento de los diferentes componentes.

Los pasos en la investigación y desarrollo de las combinaciones agroforestales tradicionales son: identificación de las combinaciones existentes; delimitación del área donde cada combinación es usada actualmente o donde podría ser usada; selección y establecimiento de parcelas permanentes demostrativas en las combinaciones más promisorias; cuantificación de combinaciones selectas; procesamiento de datos; diseño de mejoramientos o de alternativas nuevas; experimentación de campo de las innovaciones o alternativas; evaluación, validación y adopción de los mejoramientos o alternativas propuestas. En la etapa de cuantificación se da especial énfasis a la determinación de los rendimientos de árboles y cultivos con la idea de evaluar las consecuencias económicas de la inclusión de árboles. En este proceso de cuantificación económica se trata siempre de utilizar los métodos locales de estimación de costos (p.e. producción real de madera comercial en lugar de la producción potencial). Los mejoramientos buscados normalmente caen dentro del campo de la silvicultura.

## **INTRODUCTION**

The investigation of tropical farming systems could be designed to achieve any of the following three general objectives, all of which can contribute to the development of a country but will differ with respect to the primary beneficiaries:

A) The "local" approach in which the main objective is to optimize the farmer's long term economic return per unit of land.

B) The "national" approach in which the main objective is to anticipate the long term internal requirements of a country and develop systems which will supply these needs.

C) The "international" approach in which the main objective is to maximize a country's production of exportable cash crops.

If planning, of the sort outlined in this paper, is inadequate, serious restrictions may arise during the ultimate stages of the project. For example, if the research institute and the government do not choose the same objective promotion of any new technology will be at best halfhearted.

CATIE's general objective is:

"To increase agricultural, livestock and forestry production and productivity, especially that of the small farmer of the Central American Isthmus, with the purpose of contributing to the improvement of their living standard by making proper use of the natural renewable resources within the framework of national policies" (CATIE, 1979) and hence is closest to approach A.

Agroforestry can be defined as "a group of land management techniques implying the combination of forest trees with crops, or with domestic animals or both. The combination may be either simultaneous or sequential in time or in space. The goal is to optimize the farmer's profit whilst at the same time respecting the principle of sustained yield" (Adapted from Combe and Budowski, 1979). Clearly, this "group of land management techniques" can be classified under approach A and is strictly in accordance with CATIE's general objective. Hence, the study of agroforestry is being increasingly emphasized by this multi-disciplinary centre (Fonseca, 1979). Moreover, agroforestry partially fulfills the objective of approach B, since the long term wood supplies of many developing countries are threatened (FAO, 1976) and agroforestry methods offer one means of reducing future shortages of this vital commodity.

The objectives of CATIE's agroforestry investigations are the following:

1. To study and develop farming systems that integrate forestry, agricultural and animal components and which serve as a basis for the sustained yield management of tropical humid zones for the benefit of the "small" farmer.

2. To evaluate the traditional agroforestry techniques that have been developed in some tropical humid zones with respect to ecological, economic and social aspects, such as water and soil characteristics, production and productivity, and potential for transference to other regions.

3. To identify the potentially critical areas, with respect to the supply of firewood and charcoal, in the countries of the Central American Isthmus, and to generate technology for augmenting energy supplies based on trees grown in small wood lots or in agroforestry associations.

4. To utilize the research experience for the training of personnel of the institutions located principally in the Central American Isthmus.

## **AREA OF APPLICABILITY**

Agroforestry systems have been suggested for a wide spectrum of tropical conditions and the appropriate associations or techniques will be correspondingly diverse (FAO 1978; King and Chandler, 1978). CATIE's approach is to evaluate the potential of agroforestry methods for increasing and diversifying productivity from relatively high quality farming land (Budowski, 1979a) as well as from low productivity agricultural areas since increased output from the former may reduce the need to cultivate the latter which are frequently better suited for growing trees alone. Sustained yield agroforestry systems are being sought for low productivity agricultural lands because the small farmer (CATIE's target group) is often restricted to such areas. Modifications of associations, and even completely different associations, will be needed to promote optimal land use for these different site classes.

## **GENERAL RESEARCH CRITERIA**

### **Location of experimental areas**

A central criterion of research at CATIE is that existing or new technology be evaluated with respect to the ecological and socio-economic conditions pertaining to the small farmer (CATIE, 1979). This criterion can be partially fulfilled by organizing a proportion of the experimental work as cooperative trials on typical farms that belong to people who are representative of the group who should benefit from the research. The farmer's involvement is most critical during the initiation of a project, when the limiting factors of a farming system or technique must be identified for subsequent study, and in the final stages, when the improved or new technology must be intensively tested in the areas for which it is intended. The establishment of dual purpose research/demonstration zones outside an experimental station is particularly useful in this respect since feedback can be obtained from visiting scholars and students, as well as the rural people, at all stages of the investigation. This constant process of assessment may retard progress but it greatly reduces the risk of developing an inappropriate technique. However, there is also a case for complementing these trials, with similar experiments at the research station where conditions can be much more rigidly controlled, and hence statistical comparisons of potential combinations can be more satisfactorily carried out.



## **Relative importance of component species**

The most important components (animal, crop or tree species), with respect to the well-being of the farmer, of an existing or proposed agroforestry combination must be identified at the beginning of an investigation. Although it is feasible to develop an association which has many components of equal importance, the management decisions required to optimize the value of their products are likely to be extremely complex and hence very difficult to formulate in an acceptable fashion for "extension" services. In Costa Rica traditional associations usually contain one component whose productive capacity is of far greater interest to the farmer than that of the sum of the other components. Market or environment conditions may change the priorities but the farmer will want to bias his management to favour what he perceives to be the primary component. For example, to be acceptable to the "small" farmer, the culture of timber producing trees over coffee (*Coffea* spp) or cacao (*Theobroma cacao*) must be organized in such a way that the yield of these perennial crops is at worst only slightly reduced in the association. However, since agroforestry research needs to take into account a broader long term perspective, as well as the narrow short-term view characteristic of the small farmer, assessment of the total productivity per unit area, such as the "Land Equivalent Ratio", should also be considered in the development of all agroforestry systems (Nair, 1979). Sustained productivity is a basic goal of agroforestry (long-term perspective) but unfortunately the farmers' acceptance of these techniques is going to hinge on the more obvious value discussed above (short-term view). The truly successful methods will fulfill both criteria.

## **Research priorities**

A third criterion used in agroforestry research is to assess which components of the associations have been neglected by the farmers or earlier investigators. One way of doing this is to use the agro-ecosystems approach (Hart, 1979). Owing to the absence of a multi-disciplinary approach in many of the projects concerning the Taungya method (the temporary cultivation in a forest plantation of food crops, usually annuals, during the tree establishment phase) the available information contains accounts of studies aimed at the optimization of tree survival and growth but offers little direction on how to maximize crop yields. In Costa Rica some of the traditional methods for managing cash crops beneath shade trees have been refined whilst techniques to improve wood production and quality from the arboreal overstorey are virtually unknown. CATIE, therefore, stresses the importance of data on agricultural crop yields and their profitability when studying Taungya systems and the use of silviculture to improve the productivity (agricultural crops and timber) of traditional associations.

## **AGROFORESTRY RESEARCH AT CATIE**

The systems which interest CATIE can be classified into three groups of which the first is receiving the most attention:

- a) Traditional agroforestry systems
- b) Taungya systems
- c) Other agroforestry systems

### **Traditional agroforestry systems**

All the tree-crop and tree-pasture associations that are part of traditional farming systems could be improved but research has had to be concentrated upon the few which appear to have the greater potential. An outline of a methodology which could be used to choose, investigate and subsequently improve the most promising associations is given in Table 1.

**Table 1. Steps in the investigation and development of traditional agroforestry systems**

- 
1. Identification of the techniques and components.
  2. Delimitation of the area where an association is or could be used.
  3. Description of an association.
  4. Selection and establishment of observation/demonstration plots.
  5. Quantification of an association.
  6. Data processing and summarization.
  7. Design of improvements or alternatives.
  8. Field testing of improvements or alternatives.
  9. Evaluation, validation and adoption of the proposed improvements or alternatives.
- 

### Identification of the techniques and components

A number of traditional associations found in Central and South America have already been identified and provisionally classified with respect to spacing, management techniques and species (Combe and Budowski, 1979; FAO, 1978). These associations have usually been labelled by means of their component species such as the "laurel-poró-coffee" (Cordia alliodora - Erythrina poeppigiana-Coffea spp) association but this method can fail to be precise since it can fail to differentiate between cultivars, and in the above example species. One of the problems in the coordination, or comparison, of different agroforestry projects is that a critical parameter, such as crop yields, will often be highly dependent upon the nature of the crop cultivar (and species in the given example). Thus, the influence of other factors, such as site and management practices, can not be contrasted for different zones without close cooperation between projects and great attention to experimental design.

### Delimitation of the area where an association is or could be used

The sources of information used to identify the existing and the potential areas for an association include photo-interpretation, available data on the location of a particular agricultural practice (e.g. coffee production, milk production), life zone classification systems and preliminary ground surveys. Socio-economic and legal constraints also have to be considered. Some promising agroforestry combinations for a number of different regions in Central and South America have already been identified (Budowski, 1979b). For example, in Costa Rica:

-Alnus acuminata (tree) with Pennisetum clandestinum or Axonopus scoparius (pasture) in high altitude dairy zones;

-Cordia alliodora (tree) - Erythrina poeppigiana (tree)-Coffea arabica (shrub) for the middle elevations of the Atlantic watershed;

-Cordia alliodora (tree) - Inga spp. (tree) -Theobroma cacao (shrub) for the Atlantic coastal plain.

At this early stage in the investigation the potential of a particular association must be assessed and the different associations which could be developed for a zone or country must be given an order of priority for study. This priority order could be related to the number of people (rural and/or urban) who could benefit from the possible benefitting groups, or from a different point of view the logistical considerations for research on the different possibilities.

### Description of an association

The four major tools for carrying out this step in the investigation are: 1) one visit or "static" surveys (Bermudez, 1979a; Ugalde, 1979). 2) multi-visit "dynamic" surveys (Avila et al 1979; Rockenbach, 1979). 3) informal contacts with farmers, and 4) some preliminary field assessments. The type of information sought concerns socio-economic data: intra- and inter-component spacing; canopy heights; management techniques; locally perceived benefits and limitations; local knowledge regarding the association including folklore and superstition.

Appraisal of the component characteristics which are advantageous or disadvantageous should also be carried out. The more influential factors limiting the utility of an association, and hence those aspects which will need detailed investigation, are determined using the above information.

## Selection and establishment of permanent demonstration plots

Case studies to test a set of hypotheses concerned with the potentially limiting factors, should now be formally set up on land managed by the farmers. This type of field trial is essential but the merits of working on land belonging to the experimental station should not be ignored. For example, CATIE's studies on *Cordia alliodora* with crops or pasture presently includes ten permanent plots established with cooperating farmers (Beer, et al 1979; Rosero and Gewald, 1979). However, M.S. research thesis projects on associations including this species (biomass production, Molleapaza, 1979; coffee yields, Gonzales, 1980; run-off/erosion, Bermudez, 1979b) and an investigation of the temporal changes in the soil and environmental conditions beneath a variety of combinations, some of which contain *Cordia alliodora* (Enriquez, 1979), have been or are being studied on the CATIE estate. The information that has been collected during the establishment phase of the latter trial can not be obtained from existing examples of the combinations.

The success of an "in situ" study on traditional agroforestry systems will depend upon the selection of suitable farms for the establishment of the permanent observation/demonstration plots. The first requirement is a farmer who is very willing to cooperate since without uniform management of the plot (which remains the prerogative of the farmer) many results will be invalidated. The second requirement is a homogeneous association, preferable with comparable adjacent areas lacking one component, so that the land use with and without this component can be contrasted. A third requirement is that the plots should be readily accessible to the investigator (or an assistant permanently stationed within the case study zone) if reliable records on the traditional management practices are going to be produced.

In order to encourage maximum cooperation it is worthwhile developing informal arrangements whereby the research team provide some free labour and/or materials for the farmer by way of compensation for the inevitable interference in his working schedule. Full explanations of the objectives and results of the project are a valuable means for securing good relations and prompting feedback from the rural people.

## Quantification of an association

The quantitative analysis of agroforestry association can be divided into two areas: a) Environmental and biological, and b) Socio-economic. CATIE's approach to the improvement of traditional associations is generally from the silvicultural point of view, and this forms a third area in which working hypotheses have been formulated (Combe, 1979).

The mensurational techniques are those developed for the biological sciences. Table 2 outlines the initial measurements that are being taken (nos.1-6) or are proposed (nos.7-8) for some of the associations found in Costa Rica. Their classification into these 'areas' is not always straight forward since some can be allocated to more than one 'area'. Task 1, 3, 4, 6 and 7 only concern "environmental and biological" details whilst 5 is a "socio-economic" measure. Task 2 involves two 'areas' and 8 illustrates that this type of division can not be clear-cut since the investigation of nutrient cycling must

include determination of the magnitude of artificial as well as natural fertilizer inputs; factors which have obvious "socio-economic" implications although we would normally classify this task under "environmental and biological" measurements.

Most of the above measurements will have to be repeated during the different stages of growth recognizable for a particular combination. This information is not only needed for a thorough evaluation of the combination but also for the development of discrete management recommendations appropriate for the different stages of growth.

**Table 2. Tasks proposed for the quantification of traditional agroforestry associations in Costa Rica**

Tasks	Area
1. Describe the architecture of the association	Environmental and Biological
2. Record details of the management practices	Environmental and Biological Socio-economic (Silviculture)
3. Determine the rate of volume growth of the tree species	Environmental and Biological
4. Measure the crop yields with and without a tree overstory	Environmental and Biological
5. Estimate the economic consequences of including the tree species using 3 and 4	Socio-economic
6. Assess other factors influenced by the inclusion of a forestry component (e.g. rates of infiltration and erosion, weed proliferation, microclimate).	Environmental and Biological
7. Classify the soil	Environmental and Biological
8. Study root interactions and nutrient cycling	Environmental and Biological (Socio-economic)

In certain cases silviculture in traditional associations may be noted (for example: pruning, precommercial thinning of natural regeneration, harvesting). However, generally these techniques will only become significant at a latter stage of the project when alternatives or improvements are being designed and tested. The more obvious silvicultural possibilities are given below:

- a) Regeneration-source (natural, transplanted, wildings, transplanted locally raised seedlings, commercial stock, coppice, vegetative propagation), season, spacing, restocking, cultural practices (protection, fertilization, weeding), costs.
- b) Pruning and pollarding-timing, criteria (size, form, socio-economic reasons), technique, severity, use of pruning and pollarding residues (e.g. chopped for mulch), effect on crop yield, effect on wood production and value, other effects (e.g. weed proliferation, shade regulation, nutrient incorporation), costs.
- c) Thinning-timing, criteria (size, spacing, form) use of products (e.g. fence posts), effect on unit area wood volume increment, effect on crop yield, other effects (e.g. weed proliferation, shade regulation), cost-benefit analysis.
- d) Harvest-timing (e.g. with respect to crop harvest), criteria (size, form and socio-economic reasons), logging techniques, product utilization, crop damage and effect on crop yields, other effects (e.g. soil stability and fertility), markets, costs.

Tree management in agroforestry systems should be based upon the principles of conventional silviculture with these specific techniques being adapted to produce optimal conditions for the development of the associated crops and pastures whilst respecting the principle of sustained yield (Combe, 1979).

### Data processing

Productivity comparisons (economic, total biomass, yield of a particular component etc.) between different combinations, or of a monoculture versus a combination, are a basic means for appraising existing and improved agroforestry associations. Statistical tests will obviously play an essential role but their value is always limited by the available examples and the sampling techniques used. For example, the absence of a homogeneous population in the existing examples of an association, severely restricts the use of statistics, and this type of evaluation has to be carried out in specially designed and maintained plots that preferably would be situated on land belonging to the research station. Notwithstanding this reservation preliminary conclusions, from which improvements and alternatives can be developed, can be derived from quantitative data recorded on the appropriate farms and from published information on the corresponding monocultures. Provided this latter information is weighted with respect to environmental and soil characteristics a great deal of data is available, against which the potential of an agroforestry association, and the importance of its limiting factors, can be judged.

Indirect benefits, such as environmental protection, must enter into the evaluation but these are so dependent upon the circumstances of each particular case that no generalized guidance on their significance can be given. Final assessment of the potential benefits from an association should include a careful evaluation of both the short term benefits and the maximum sustainable yield.

### Design of improvements or alternatives

It could reasonably be argued that this and the previous two phases should not be discussed separately, since in practice ideas for new or improved associations will be continuously modified as information is received and will in turn indicate where new measurements are required.

The greatest omissions in the improvement of traditional associations generally lie in the field of silviculture. There is invariably a clear potential for increasing the volume and value of wood production, crop yields, and indirect benefits of an association, through the application of silvicultural techniques.

Socio-economic data collected in steps 3 and 5 (Table 1) is put to most use during this, rather than the preceding phase. In order to facilitate their adoption all proposed techniques have to be cheap, relatively simple, labour demanding only during the slack periods of the agricultural calendar, mainly based upon local resources, and should imitate existing environmentally sound practices. Political and land tenure restraints must be allowed for to ensure that the target groups are amongst the beneficiaries and hence are encouraged to adopt the recommended techniques.

### Field testing of improvements or alternatives

Complementary trials should be designed for both the experimental station and the cooperating farms to produce data for statistical analysis. Data from the regional surveys together with soil and environmental data ought to be used when deciding the location and number of repetitions needed to adequately test a technique or association in the survey area. Since observations have to be taken at various intervals in the development of an association, long-term trials are always involved and great care is needed to choose farms with secure tenure and experienced management. Existing stands of trees or an established association may be manipulated to provide repetitions for one of the more advanced growth stages but they can not provide all the necessary information.

The initiation of tree improvement trials, for arboreal components of agroforestry systems, may be justified at an earlier stage of the project (e.g. step 4 of Table 1). This is true for Cordia alliodora which is obviously going to continue to be important for small farmers and has such variability in form that genetic improvement programmes should lead to large benefits (Dyson, 1979).

### Evaluation, validation, and adoption of the proposed improvements or alternatives

If the proposed techniques are demonstratively worthwhile to the extension services of the government departments for agriculture, forestry and animal husbandry, then personnel of these departments should gradually take over the continuing evaluation and promotion of the new techniques. In cooperation with the research institute they will have to train the farmers and prepare publications and education aids that are orientated towards the level of education of the rural people who could use the improved farming systems. Field days to the strategically placed observation/demonstration plots, which were established during the preceding phases, have to be organized. Checks and revisions of the guidelines and of the extension service need to be periodically carried out.

### **Taungya systems**

The study of this technique at CATIE (then IICA) was initiated in 1962 (Aguirre Corral, 1963) and has been continued as a series of student thesis projects (Muñoz Aldean, 1975; Aguirre, 1977; Fernández, 1978; Magne, 1979). There was little relevant data for Central and South America which could be developed when this series of investigations began. Therefore, the research commenced with a design step (7 in Table 1) and all subsequent studies of Taungya systems have been carried out on CATIE land. However, "small" farmers have been involved through cooperative arrangements (Aguirre Corral, 1963).

The adoption of Taungya systems, as they are usually practiced elsewhere, depends upon the existence of a strong forestry organization (normally a government department) dedicated to the establishment of forestry plantations. The absence, for many years, of such organizations in Central American countries probably lies behind the apparent lack of interest in the potential of Taungya systems. In the case of Costa Rica, the only country for which there is presently sufficient information to attempt promotion of the methods, two factors indicate that a typical Taungya reforestation scheme would be unsuccessful (see King, 1968 for a discussion of the limiting factors). These are insufficient land hunger and comparatively high levels of income for the agricultural population.

Taungya could, however, play a valuable role in Costa Rica as a method of establishing multi-strata agroforestry combinations. The most recent Taungya experiment concerned the cultivation of Zea mays, Vigna unguiculata and Phaseolus vulgaris in a new plantation of Terminalia ivorensis (Magne, 1979), a tree species which has many of the advantageous characteristics that make Cordia alliodora so suitable for agroforestry combinations. Part of the continuing trial on this site is going to be a study of the development of associations formed by underplanting Coffea arabica, Theobroma cacao and Citrus sinensis. This type of land use sequence could be promoted as a means to encourage farmers to plant improved tree stock, rather than relying upon natural regeneration for the timber producing component of their traditional



associations. Moreover, farmers commonly raise food crops, such as Zea mays in immature coffee plantations and hence modifications of the Taungya techniques should be readily and easily adopted by "small" farmers.

Many of the early steps suggested for the investigation of traditional agroforestry associations (Table 1) would not be required for the study of Taungya systems. However, step 2 (delimitation of the area of applicability) must be kept in mind throughout any study of farming systems and the details already given for steps 6, 7, 8 and 9 apply to any research on agroforestry systems.

### **Other potential tree-crop associations**

Tree-crop associations, could be classed as hypothetical or they could be proven combinations that had never been utilized in the study area. In most cases the probabilities of finding successful agroforestry systems are greater when research is based on the latter class since qualitative data on the environmental constraints will be available while this can not be known of the former class. Thus, at CATIE this transference has usually been used as a basis for the proposal of tree-crop associations. Examples are the testing of various living fence post species, such as Gliricidia sepium and Erythrina spp., as sources of animal fodder (Martin and Ruberté, 1979) and the proposed introduction of cattle into existing pine plantations (Adams, 1975).

Examples of some hypothetical associations are:

- 1) Simaruba glauca and/or Leucaena leucocephala planted in blocks or lines with the food crops Zea mays and Sorghum bicolor in order to reduce erosion in the Tejutla area, El Salvador (Gewald, De las Salas and Rosero, 1979).
- 2) Various agroforestry associations, specifically planted for fuelwood production, which have been proposed as part of a project designed to promote the development of energy supplies based on trees (CATIE-ICAITI-ROCAP, 1979). The suggested systems include native traditional, foreign traditional, and new associations.

### **REFERENCES**

- ADAMS, S.N.. 1975. Sheep and cattle grazing in forests: a review. *J. App. Ecol.* 12(1): 143-152.
- AGUIRRE, C. 1977. Comportamiento inicial de Eucalyptus deglupta Blume, asociado con maíz (Sistema Taungya) en dos espaciamientos, con y sin fertilización. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 130 p.
- AGUIRRE CORRAL, A. 1963. Estudio silvicultural y económico del Sistema Taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. IICA/CEI. 103 p.

- AVILA, M.; M. RUIZ, ; D. PEZO; A. RUIZ. 1979. The importance of the forestry component of small cattle farms in Costa Rica. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. pp. 170-176.
- BEER, J. W.; K. CLARKIN ; DE LAS SALAS G.; GLOVER, N. 1979. A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone: The "La Suiza" project. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. 28 p. (mimeo).
- BERMUDEZ, M. 1979. Erosión hídrica en la cuenca piloto "La Suiza", Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. 34 p. (mimeo).
- BERMUDEZ, M. 1980. 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 Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 74 p.
- BUDOWSKI, G. 1979a. Testing various agroforestry hypotheses; Research undertaken in the American humid tropics. Presented at the UNU/CMU Workshop on Agroforestry for Rural Communities. Chiang Mai, Thailand. 3 p. (mimeo).
- BUDOWSKI, G. 1979b. National bilateral and multilateral agroforestry projects in Central and South America. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 24 p. (mimeo report).
- CATIE. 1979. CATIE: Objectives, organization and functions. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p. (mimeo).
- CATIE-ICAITI-ROCAP. 1979. Fuelwood and alternative energy sources: Project paper (No. 596-0089). Guatemala. ROCAP. 129 p. + 20 Annexes. (mimeo).
- COMBE, J. 1979. Concepts of agroforestry research techniques at CATIE. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry Systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. pp. 48-59.
- COMBE, J.; G. BUDOWSKI. 1979. Classification of agroforestry techniques. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry Systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. pp. 17-47.
- COMBE, J.; N. GEWALD. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 378 p.
- DYSON, W. 1979. Annual report: 1979. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 10 p. (mimeo).
- ENRIQUEZ, G.A. 1979. Central trial of perennial crops as compared with some annuals. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry Systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. pp. 193-196.
- FAO. 1976. Seminario FAO/SIDA sobre ocupación forestal en América Latina. Lima, Perú, FAO. 520 p.

- FAO. 1978. Forestry for local community development. Rome, FAO. 114 p.
- FERNANDEZ, S. 1978. Comportamiento inicial de Gmelina arborea Roxb. asociado con maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.) en dos espaciamientos, en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 125 p.
- FONSECA, S. 1979. Opening statement. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry Systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. pp. 3-5.
- GEWALD, N.; G. DE LAS SALAS; P. ROSERO. 1979. Proyecto agro-forestal CENTA/CATIE/EEC; El Salvador. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 19 p. (unpublished project proposal).
- HART, R. D. 1979. Agroecosistemas: Conceptos básicos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 211 p.
- KING, K.F.S. 1968. Agri-silviculture (The Taungya System). Ibadan, Nigeria. Department of Forestry, University of Ibadan. Bulletin no. 1. 109 p.
- KING, K.F.S.; M.T. CHANDLER. 1978. The wasted lands, the programme of work of ICRAF. Nairobi, Kenya, International Council for Research in Agroforestry. 36 p.
- MAGNE, O.J. 1979. Comportamiento de Terminalia ivorensis A. Chev. en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupi y frijol, utilizando pseudoestaca y plantón en el trasplante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 90 p.
- MARTIN F. W.; R. M. RUBERTE. 1979. Edible leaves of the tropics. 2 ed. Mayaguez, Puerto Rico. Agricultural Research Service, Southern Region, U.S. Department of Agriculture.
- MOLLEAPAZA, J. E. A. Producción de biomasa de poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y del laurel (Cordia alliodora (Ruiz y Pavón) Oken), asociados con café. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. (unpublished).
- MUÑOZ ALDEAN M. 1975. Comportamiento inicial del laurel Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken plantado en asocio con maíz (Zea mays) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 78 p.
- NAIR, P. K.. 1979. Intensive multiple cropping with coconuts in India. Advances in Agronomy and Crop Science no. 6, Berlin, Verlag Paul Parey. 147 p.
- PRENTICE, W. E. 1979. Rehabilitation of exhausted lands in the upper Ecuadorian Amazon. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry Systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 153-157.

- ROCKENBACH, O.S. 1979. Comparación dinámica del sistema de finca de leche y cultivos con aquel de leche, cultivos y productos de árboles en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 6 p. + 4 Annexes. (unpublished thesis proposal).
- ROSERO, P.; N. GEWALD. 1979. Growth of laurel (Cordia alliodora) in coffee and cacao plantations and pastures in the Atlantic region of Costa Rica. In: De las Salas, G., Ed. Agroforestry Systems in Latin America. Procc. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. pp. 205-208.
- UGALDE, L.A. 1979. Descripción y evaluación de las prácticas agro-forestales en la cuenca piloto de La Suiza, Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE. 31 p. (mimeo)

2

GLOVER, N. 1981. Coffee yields in a plantation of Coffea arabica var. caturre, shaded by Erythrina poeppigiana with and without Cordia alliodora. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 17. 26 p.

[Rendimiento de café en una plantación de Coffea arabica cv. caturre, con sombra de Erythrina poeppigiana, con y sin Cordia alliodora]

### Abstract

In order to quantify the effect of Cordia alliodora on coffee yields, a study was initiated in a plantation of Coffea arabica cv. caturre, shaded by Erythrina poeppigiana with and without Cordia alliodora. During the two year study period coffee yields of individual bushes were measured. First year results showed a 47% higher coffee yield in the association with C. alliodora. However, second year yields were 22% lower with C. alliodora. Considering the annual volume increment of C. alliodora, the estimated potential gross income was higher from the association with Cordia alliodora

### Compendio

Con el objeto de cuantificar el efecto de Cordia alliodora en el rendimiento del café, se inició un estudio en una plantación de Coffea arabica cv. caturre con sombra de Erythrina poeppigiana, con y sin Cordia alliodora. Durante los dos años que duró el estudio se midió el rendimiento individual de los arbustos de café. Los resultados del primer año mostraron un rendimiento 47% mayor en la asociación con C. alliodora. Sin embargo, en el segundo año el rendimiento fue 22% menor en esta misma asociación. Considerando el incremento anual en volumen, se estima que el ingreso económico bruto fue mayor en la asociación con Cordia alliodora.

## INTRODUCTION

Coffee is Costa Rica's leading commercial crop with some 85,000 ha in production (17). The typical coffee farm is a small, owner-operated unit of less than 10 ha. Coffee is grown at elevations of 150-1800 m, covering a wide range of ecological conditions. Levels of production are equally as wide with experimental levels reaching 65 "fanegas" per hectare, equivalent to 3000 kg/ha of processed coffee (17). International coffee prices fluctuate considerably and have been dropping steadily since 1976. For example, between 1977 and 1979, the volume of coffee exported increased by 35% while revenues decreased 10% (1). Thus the need is obvious for crop diversification to reduce risks of market fluctuations, especially in areas of low production and poor quality. The advantage of diversifying production in the coffee growing areas is that the network of access roads can be used. Moreover, the management done in connection with coffee growing may directly or indirectly favor the other crops.

In spite of current recommendations for high intensity management of unshaded coffee, in Costa Rica it is commonly grown under shade. Shade trees are predominantly of the family Leguminosae, the most common being Inga spp, Erythrina spp and Gliricidia sepium (9). In addition to shade trees, fruit trees and timber producing species are often found growing within the coffee. Such systems are structurally more complex than monocultures, produce diverse yields and have the potential to augment income. A distinct advantage of timber is that it is more tolerant of delays in processing than agricultural export cash crops. Trees can be harvested when market conditions are favorable or when needed, unlike agricultural crops which must be harvested when ready, irrespective of market conditions. Examples of coffee grown in association with timber producing trees, a type of agroforestry, exist throughout the country.

Ford (7) estimated the yield of Cedrella odorata grown in association with coffee in San Carlos, Province of Alajuela and Tabarcia of Puriscal, Province of San José. Rockenbach (18) describes coffee in association with Eucalyptus deglupta in Turrialba, Province of Cartago. Pinus caribaea is also found growing in the Turrialba area with coffee (2). In San Antonio de Coronado, Province of San José, Fournier (8) planted Alnus acuminata along the access roads of his coffee plantation. Growth rates and production values of Cordia alliodora in a coffee plantation are reported from CATIE, Turrialba (6). The performance of Terminalia ivorensis when associated with recently planted coffee in Turrialba was studied by Castañeda (5). Juglans spp and Casuarina equisetifolia are also intercropped among coffee (personal observation).

A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone: The "La Suiza" project was initiated in 1979 (3,4). The emphasis of research is aimed at understanding the interaction of one crop with another and with the environment as a whole. Farming systems being both an ecosystem and a unit of economic activity.

Prominent among the systems being studied is the traditional practice of growing coffee in association with Erythrina poeppigiana, a leguminous low storey shade tree, together with the naturally regenerating timber species Cordia alliodora. E. poeppigiana, ("poró gigante"), native in Panama and southward to Bolivia but naturalized in Costa Rica, is a tall tree armed with stout spines, broad trifoliar leaflets reaching 20 cm in length and beautiful orange flowers (19). Some 20 years ago, under the direction of the Ministry of Agriculture, E. poeppigiana was planted in the Turrialba area for shade in coffee plantations, removing the previously used Inga spp. Although Inga spp. provide excellent firewood, they grow slowly and are difficult and more expensive to manage. (Carlos Delgado, personal communication). The excellent resprouting ability of E. poeppigiana facilitates its anagement while producing large quantities of biomass rich in nutrients. Molleapaza\* reports between 41 and 46 kg/ha of nitrogen released through each pruning of E. poeppigiana; pruning being every 6 months with the densities between 225-275 trees/ha. Cordia alliodora, ("laurel") is a rapidly growing timber species partly self-pruning and naturally forms a relatively straight trunk with a narrow, open crown. It is thus not heavily shading and is generally deciduous during the dry season although the dead leaves may remain on the tree until the new flush (14), occurring at the beginning of the wet season. Being a pioneer species, it regenerates plentifully and can reach a height of 30 m. Although C. alliodora grows best at lower elevations average diameters and heights in Turrialba, 600 m, are from 12 to 21 cm and 10 to 14 m, respectively, for 10 year old trees (13).

Coffea arabica varieties in the Turrialba area include Criollo Hibrido, Tico, Caturra, Villalobos and Mundo Novo. Densities are variable, between 1000 and 6000 plants/ha. Yields vary between 5 and 50 fanegas/ha, equivalent to 1.25-12.5 ton/ha of coffee berries (information based on conversations with local farmers). The E. poeppigiana shade is planted between 150-300 trees/ha and are pollarded to a height of 3-7 m, 2-4 times a year depending on the individual farmer. Cordia alliodora, occurring as self-sown trees, are found at varying densities.

The objective of the study here reported is to compare coffee yields in a plantation of Coffea arabica, var. caturra, shaded by E. poeppigiana when grown with and without Cordia alliodora. Two years of coffee data are presented along with three years of data for wood volume increments of C. alliodora.

## STUDY AREA

Field studies are located on a property owned by Carlos Delgado, Canada, Costa Rica, (09° 51' N and 83° 37' W) at an elevation of 610 m. Rainfall average 2499 mm/year\*\* with an average temperature of 22.3°C

---

\*MOLLEAPAZA, A., Producción de biomasa de Poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y del laurel (Cordia alliodora (Ruiz y Pav.) Oken), asociados con café. (unpublished).

\*\*Instituto Costarricense de Electricidad. Station No.073044, La Suiza, Costa Rica. 2 km from the study site

(maximum 27°C, minimum 17.6°C), and a relative humidity of 87%\* Monthly precipitation data is given in Figure 1 showing 23 year averages along with rainfall distribution in 1979 and 1980. There is generally a drier period in February and March but still with some rainfall. The area is classified a tropical premontane wet forest in the Holdridge life zone classification system (12, 20). The farm lies on stratified Tuis river alluvium, primarily volcanic in origin. The land surface is flat with a fluctuating water table, at times 50 cm below the surface of the soil. The soil is a gravelly clay loam with an average bulk density of 1 g/cm<sup>3</sup>; ph (H<sub>2</sub>O) values range from 4.4 to 5.5. The nutrient status of the soil is presented in table 1, averages from 12 samples at two depths are given. Levels of phosphorous are low at a soil depth between 10 and 30 cm, potassium levels are borderline and toxic levels of aluminum are present. Calcium and magnesium are in sufficient supply.

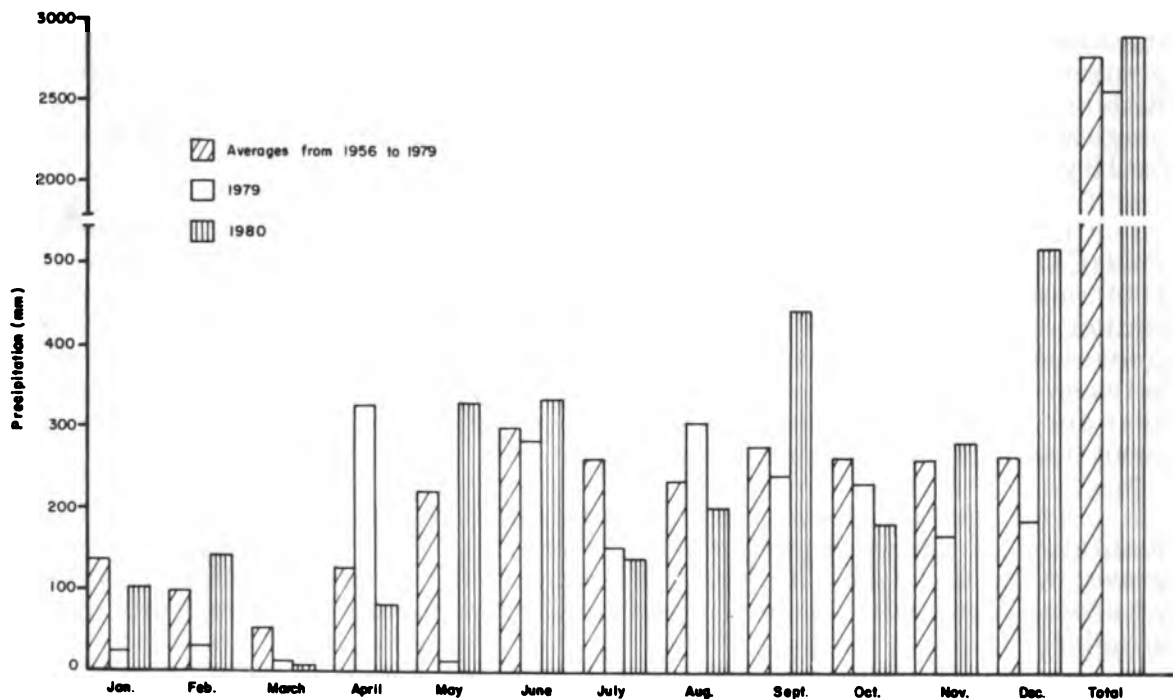


Fig. 1 Precipitation data : averages, 1979 and 1980. Source : ICE Station # 073044, La Suiza

\* Meteorological station, CATIE, Turrialba, Costa Rica.



Table 1. Soil nutrient status in the coffee plantation of the Farm of Carlos Delgado, Canada, Costa Rica

	P*		Ca**		Mg**		K*		Al	
	mg/ml soil									
Soil depth (cm)	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	10-30	0-10	01-30
	73.3	12.4	5.8	8.4	2.2	2.9	0.48	0.40	1.12	0.27
Optimum*** levels	20		4.0		2.0		0.40		< 0.30	

\* Modified Olsen

\*\* KCl 1N. Figures in meq 100/ml soil. K and Al also given in meq/100 ml soil.

\*\*\* Díaz-Romeu and Hunter. Guía de interpretación para análisis de suelos Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978.

The most suitable climatic conditions for growing arabica coffee are found in high-altitude areas with average annual temperatures between 15 and 25°C and a rainfall of 1700-2000 mm per year (10). Rainfall distribution is a more important factor than total rainfall. Definite wet and dry seasons are regarded as most desirable for the coffee cycle of vegetative growth, flowering, maturing of fruit and a rest period for the bush. Rain induces flowering only when preceded by a period of water shortage. With uniform distribution of rainfall, a certain amount of flowering and fruiting occurs throughout the year. It is therefore concluded that the study area is not optimum for coffee growing being situated at an elevation of only 610 m with no definite dry season.

## ESTABLISHMENT AND MANAGEMENT OF THE COFFEE PLANTATION

The land, previously used as pasture, was planted with Coffea arabica cv. caturra seedlings in May 1967. E. poeppigiana was planted for shade, at the same time, throughout the plantation from 2 m stakes cut from neighboring trees. In three-fourths of the plantation Cordia alliodora regenerated naturally. General profile diagrams of both associations are given in Figures 2 and 3.

Two trial plots were established, Plot A, 188 m<sup>2</sup>, of C. arabica cv. caturra - E. poeppigiana and Plot B, 295 m<sup>2</sup>, of C. arabica cv. caturra - E. poeppigiana - Cordia alliodora (Figures 4 and 5). The experiment was only established on this farm because it is one of the rare examples of a fairly uniform, even aged coffee plantation in the area with an adjacent section containing C. alliodora. Large plots of each association were chosen with the intention of eventually relating individual bush yields to the proximity of the shade trees. There is a slight variation in spacing of coffee plants and shade trees within the plantation. Densities of all components are given in Table 2.

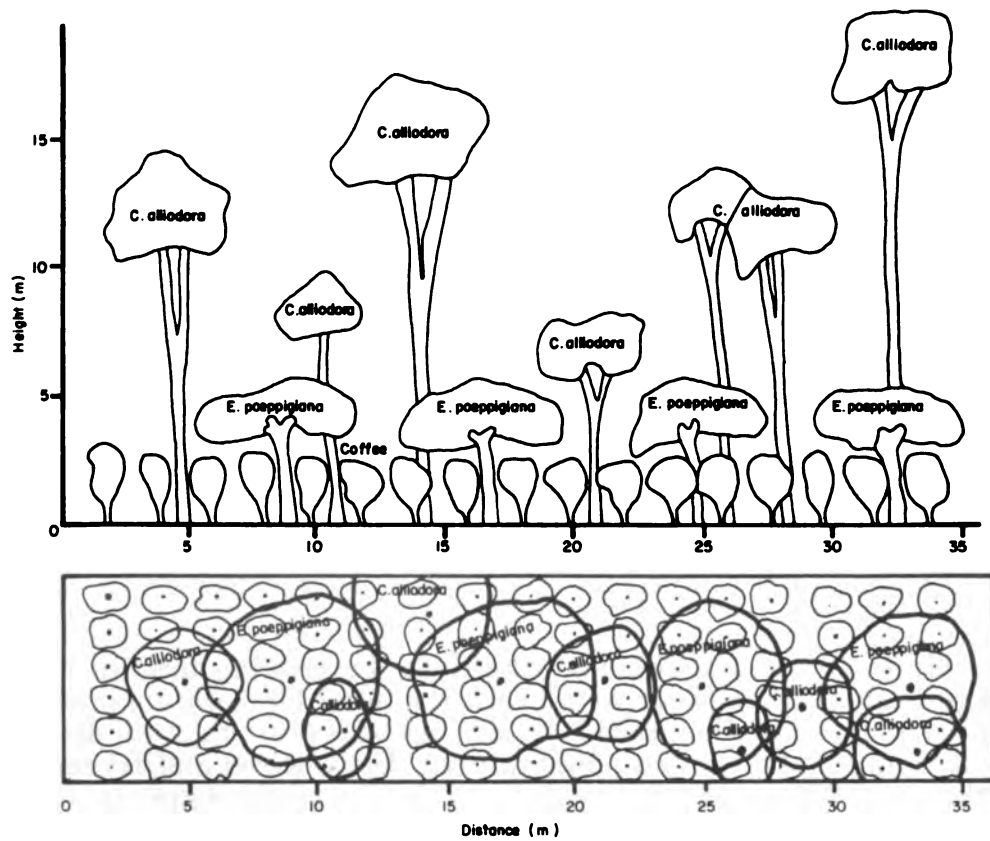


Fig. 2 Profile and canopy diagram of *Coffea arabica* cv. caturra - *Erythrina poeppigiana* - *Cordia alliodora* at full canopy

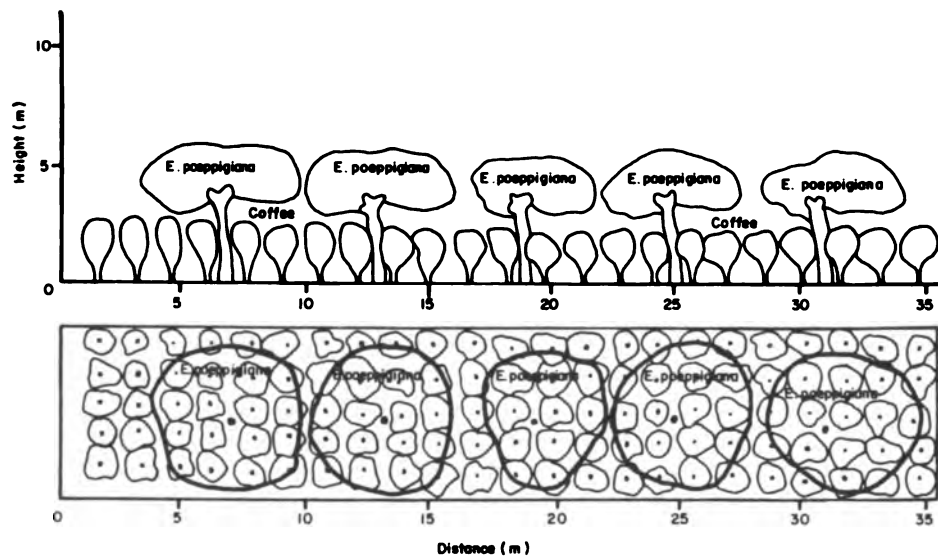


Fig. 3 Profile and canopy diagram of *Coffea arabica* cv. caturra - *Erythrina poeppigiana* at full canopy

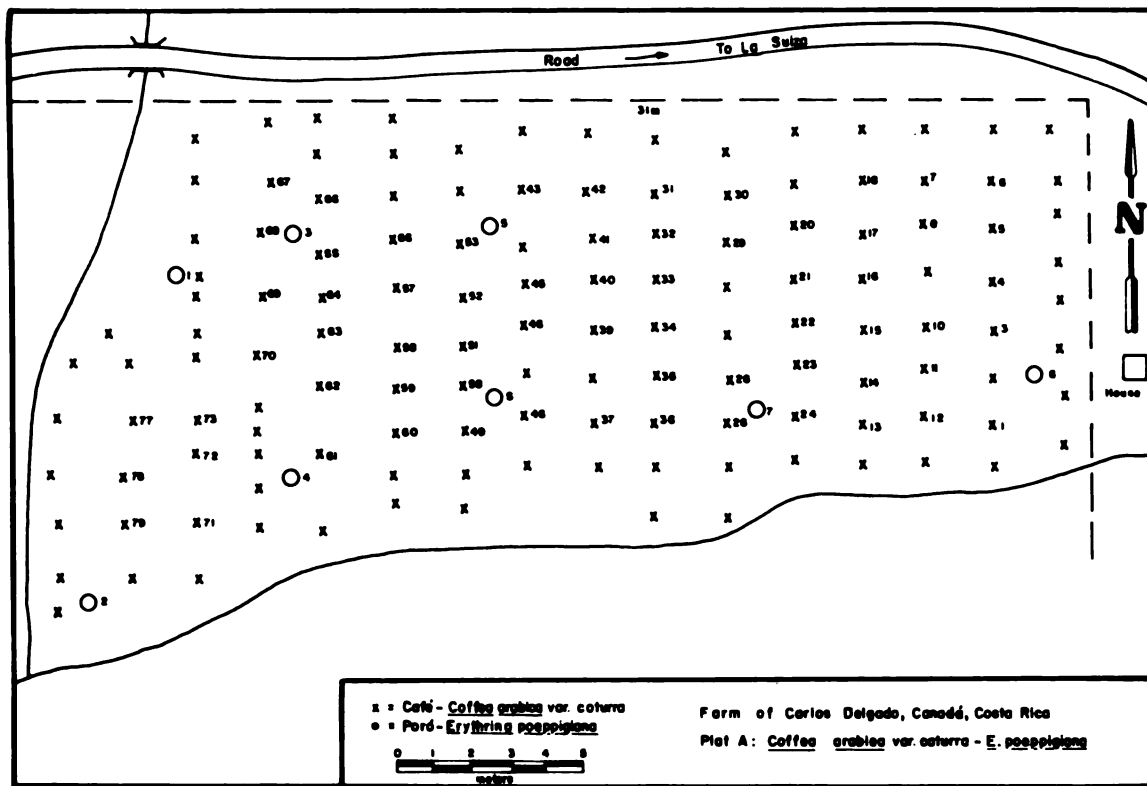


Fig.4 Map of Plot A

Table 2. Densities of all components

PLOT	<u>Coffea arabica</u> cv. <u>caturra</u>		<u>Erythrina poeppigiana</u>		<u>Cordia alliodora</u>
	spacing	plants/ha	spacing	trees/ha	trees/ha
A	1.7 X 1.5 m	3922	6.8 X 6.0 m	245	-
B	1.9 X 1.5 m	3509	7.5 X 6.0 m	222	475

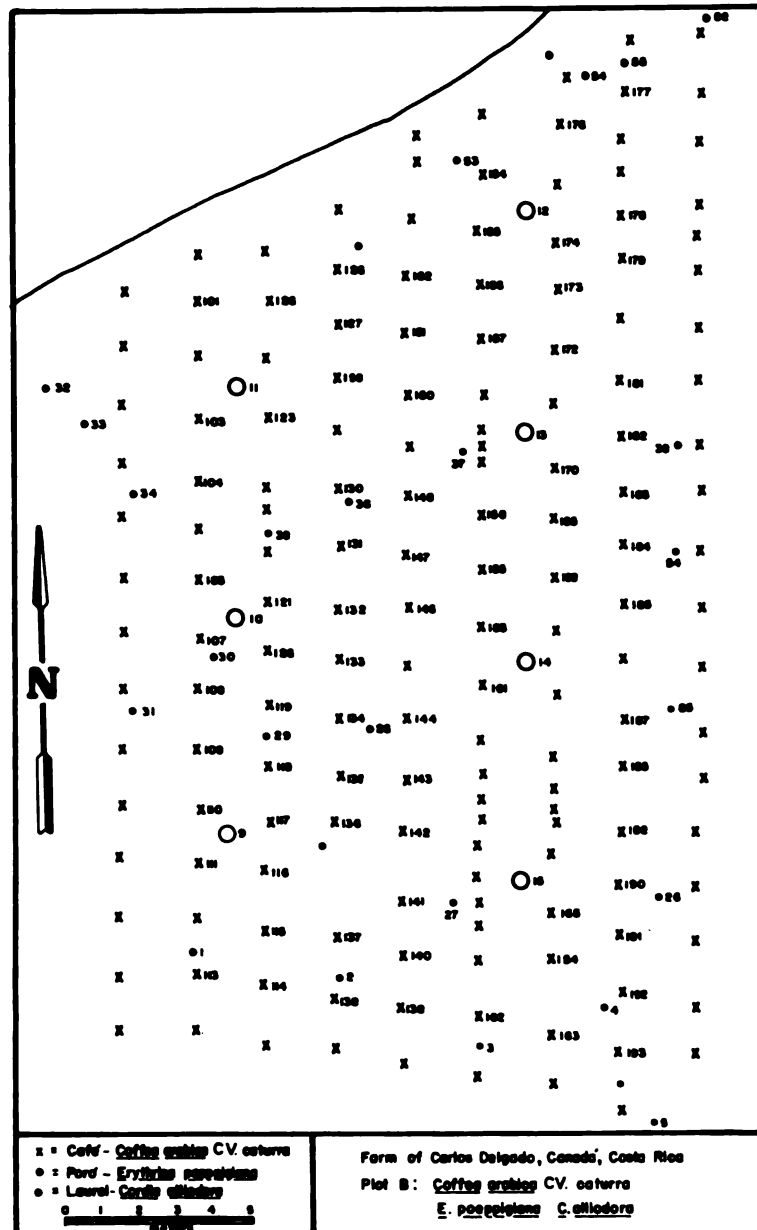


Fig. 5 Map of plot B

It is important to note that 10 *Cordia alliodora* trees are within a 2 m band surrounding Plot B. Thus the measured plot density is an underestimate of the number of trees which may influence the plot. A few coffee bushes of the varieties Hibrido and Villalobos are mixed in with the Caturra due to a bad seed supply. A calendar of all management practices is presented in Figure 6.

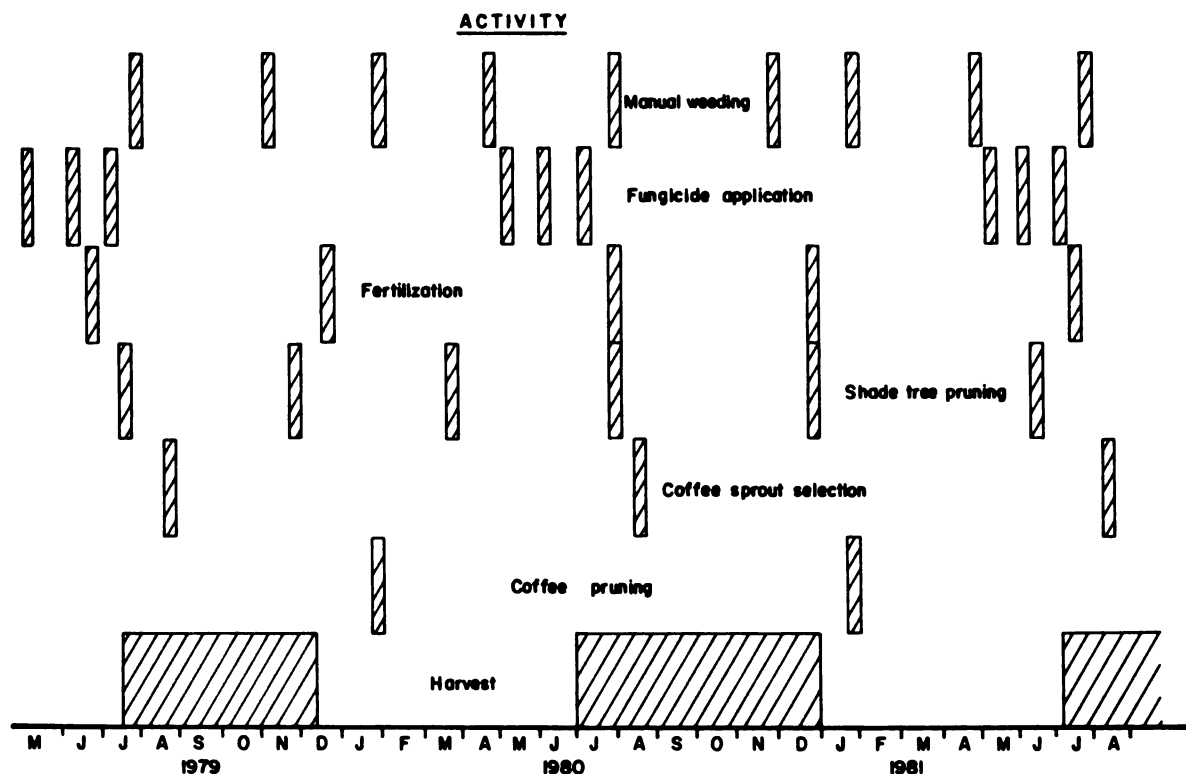


Fig. 6 Calendar of management in coffee plantation on the Form of Carlos Delgado, May 1979 - Aug. 1981

## Fertilization

Fertilizers are applied twice a year, in June or July, before the harvest, and in December or January, after the harvest. One fourth of a pound (0.11 kg), is broadcast around each coffee bush within a radius of 0.5 m. Before the harvest an application of 20(N) - 7(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 12(K<sub>2</sub>O) - 3 (MgO) - 1.2(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) is used (values by percentage weight). After the harvest 18 (N) - 5(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) - 15(K<sub>2</sub>O) - 5(MgO) - 2(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) is applied. Because of the difference in coffee densities, 863 kg/ha/year is applied to Plot A while Plot B receives 772 kg/ha/year (Table 3).

Table 3. Quantities of all elements applied during fertilization (kg/ha). Total in kg/ha/year

PLOT		TOTAL	N	P	K	Mg	B
A	June-July	431	86	13	43	8	2
A	Dec.-Jan.	431	78	9	54	15	3
Total		862	164	22	97	23	5
B	June-July	386	77	12	38	7	1
B	Dec.-Jan.	386	69	8	48	14	2
Total		772	146	20	86	21	3

FERTICA, a fertilizer company, recommends two applications of 400 kg/ha of 20-7-12-3-1.2 or 18-5-15-6-2 in May or April and August or September. Also recommended is an application of 250 kg/ha of nitrogen in November. The Ministry of Agriculture recommends an application of 660-1320 kg/ha/year of 18-5-15 or 18-6-12 in two applications, January and May. In June or August an application of 200-400 kg/ha of nitrogen is recommended (15).

### **Weed control**

The coffee plantation is cleaned of weeds with a spade every three months. The residues are piled in the middle of the coffee row. The owner of the farm believes that herbicides have a detrimental effect on the coffee plants and the regeneration of Cordia alliodora and therefore never uses them.

### **Disease control**

Fungal diseases such as "mal de hilachas" (Pericularia koleroga), "ojo de gallo" (Mycena citricolor), and "rosada" (Corticium solmonicolor), are controlled by three applications per year of fungicides. In May  $\text{CuSO}_4$  (1 kg),  $\text{PbA}_5\text{O}_3$  (1 kg),  $\text{ZnSO}_4$  (0.5 kg), and Pega fix (0.25 kg a sticker) is mixed with water (190 l) and sprayed at a rate of 1080 l/ha. In early June and July the same mixture with the exception of lead arsenate is applied at the same rate. The use of lead arsenate is prohibited during the harvest.

### **Coffee pruning**

Coffee plants are pruned every year in January after the harvest. Pruning is done per plant eliminating old branches (usually four years old), diseased branches and branches damaged by pickers. The severity of pruning can vary markedly within the plantation which varies the production within the plantation from year to year. Coffee stems with diameters approximately 1 cm and greater are sometimes harvested for firewood. Selection of coffee sprouts take place in August when two or three shoots per stem are left to develop.

### **Shade tree pruning**

Generally in June or July, just before the harvest, and in November or December, after the harvest, all shade trees are pollarded. All foliage and branches are cut and the residues chopped and used as mulch. Another common practice in the area is to leave two to four major branches. This practice varies considerably depending on individual farmers. The owner has only left branches once during the study, in July, 1979. In March, 1980, he pollarded the shade trees because of unusual heavy rains in February. Every few years the trunks are cut back, about 1 meter, to maintain a low storey. A low storey is desired because of the belief that large raindrops falling a long

distance from the shade trees increase the spread of "ojo de gallo". The owner cut back the trunks in December, 1980. Another common belief among the farmers in the area is that if shade pruning after the harvest is delayed so will the subsequent harvest. Shade, having an influence on flowering, can be a means of regulating the time of ripening.

### **Cordia alliodora**

Cordia alliodora trees are usually not managed but in 1981 the owner decided to prune and cut some trees because of the high incidence of fungal diseases on the coffee. His intention was to reduce humidity by eliminating shade and thus fungal diseases. A few trees spaced too close and badly formed were removed.

### **Harvesting**

The harvest season starts in early July and continues until the second or third week in December. Mature berries are hand picked approximately every 15 days during this period. The peak of the harvest usually occurs in October. At the end of the season all remaining green berries are picked and sold for half price. Coffee berries are sold by "fanegas", a volume measurement. One fanega is equivalent to 250 kg of coffee berries (measured during the study).

## **METHODS**

### **Coffee yield**

Selection of individual coffee bushes to be measured was based on the criteria of variety and spacing. Coffee bushes of the variety caturra spaced greater than 1 m apart were used in the yield study.

Coffee bushes to be harvested were numbered at the base of the bush, 5 cm from the soil surface, and a corresponding numbered plastic bag was placed beside each bush before each picking. Mature berries were hand picked and weighed on a triple beam balance to the nearest gram. Mature berries which had fallen to the ground around each plant were included. At the end of the harvest the green berries were picked and weighed separately. After each picking the average yield per bush was calculated.

### **Growth measurement of Cordia alliodora**

In January, 1979, mensurational plots for C. alliodora associated with sugar cane, pasture and coffee were established on farms in La Suiza, in order to compare the growth in the different associations. Diameters and heights were measured annually using a diameter tape and a Sunnto clinometer. The data reported here was taken from this study.

## RESULTS

Data on coffee yields are given in Figure 7. In 1979 the peak of the harvest in plot A, without *C. alliodora*, occurred between September 17th and October 1st. The peak of the harvest in Plot B, with *C. alliodora*, occurred two and a half weeks later, between October 1st. and 16th. This difference occurred again in 1980, the peak of the harvest being two and a half weeks later in Plot B.

Cummulative averages of coffee yields in Kg of berries per coffee bush are presented in Figure 8. In 1979 coffee bushes in Plot A yielded 2.48 kg/bush compared to 3.65 kg/bush in Plot B. Individual bushes in Plot B yielding 47% higher than Plot A. However in 1980, Plot A yielded 2.90 kg/bush while Plot B yielded 2.2 kg/bush; Plot B yielding 22% lower than Plot A. An average of the two years results show values in Plot A to be 2.69 kg/bush and 2.96 kg/bush in Plot B; Plot B yielding 10% higher than Plot A.

Calculating coffee yields on a kg/ha basis gives slightly different results because of the difference in coffee densities. Results are presented in Table 4. In 1979 Plot A yielded 9.7 ton/ha of coffee berries while Plot B yielded 12.8 ton/ha. Plot B yielding 32% more than Plot A. In 1980 Plot B yielded 30% less than Plot A. An average of the two years shows a 2% lower yield in Plot B than in Plot A.

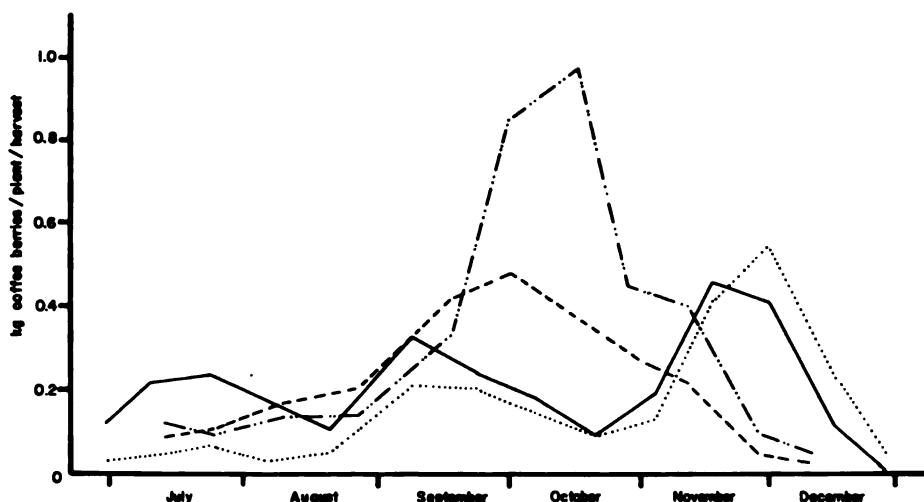


Fig.7 Average coffee yield in berries (kg) per coffee bush per picking. Data from 1979 and 1980 in associations of *Coffea arabica* CV catarra - *Erythrina poeppigiana* and *Coffea arabica* var. catarra - *E. poeppigiana* - *Cordia alliodora* on the Farm of Carlos Delgado, Canadá, Costa Rica



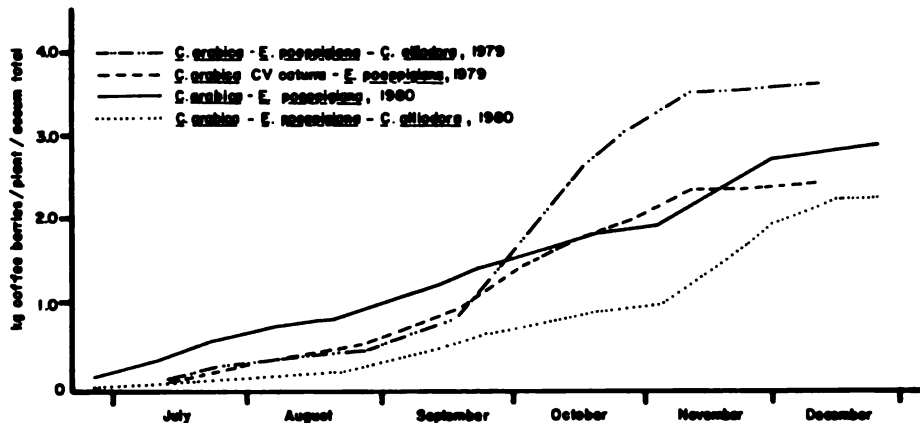


Fig. 8 Cumulative average coffee yields in berries (kg) per coffee bush. Data from 1979 and 1980 in associations of *Coffea arabica* var. *catarra*-*Erythrina roseaefolius* and *Coffea arabica* CV *catarra*-*E. roseaefolius*-*Cordia allodora* on the Farm of Carlos Delgado, Canada, Costa Rica

Table 4. Coffee yields (kg/ha) of berries, processed coffee and fanegas

Plot	Year	yield/bush	fanegas/ha*	yield/ha	processed coffee/ha**
A	1979	2.48	39	9723	1768
A	1980	2.90	45	11354	2064
	Average	2.69	42	10538	1916
B	1979	3.65	51	12794	2326
B	1980	2.27	32	7962	1448
	Average	2.96	42	10378	1887

\*1 fanega = 250 kg coffee berries

\*\*5.5 kg coffee berries = 1 kg processed coffee

According to Perez and Gutierrez (16) a decrease of 0.5 m between coffee plants should result in a 16% increase in yield/ha, a linear response for coffee densities between 2500 and 5000 plants/ha. Considering coffee densities only, Plot B should yield 6% lower than Plot A since the average interbush distance is less by 0.20 m.

## Cordia alliodora yield

Averages and total volumes are given in Table 5. Annual volume increment from 1979 to 1980 measured 22 m<sup>3</sup>/ha and 20 m<sup>3</sup>/ha between 1980 and 1981. According to the owner the trees are between 4 and 9 years old. This was confirmed by annual ring counts, from basal discs of 17 trees which were thinned from the coffee plantation\*. An annual volume increment of 11.12 m<sup>3</sup>/ha/year for 19 year old trees of Cordia alliodora in combination with coffee at Bajo Chino, Turrialba, 228 trees/ha was reported from CATIE (6).

Table 5. Measurement of Cordia alliodora in combination with coffee, Farm of Carlos Delgado, Canada, Costa Rica\*

Date	N Trees/ha	G m <sup>2</sup> /ha	h m	Total Volume* m <sup>3</sup> /ha
24/1/79	475	10.0	13.1	64.8
26/2/80	475	12.1	14.1	86.8
Annual increment	-	2.1	1.0	22.0
26/1/81	475	14.0	15.3	107.8
Annual increment	-	1.9	1.2	21.0

G = Basal area; h = total tree height

\*Unpublished data from J. Beer, CATIE

\*\*Total volume=  $G \times h \times f$ ,  $f = 0.46$  (overbark) (11)

## **Economic data**

Estimated potential gross income from coffee and C. alliodora is presented in Table 6. The potential value of coffee for 1979 and 1980 based on the liquidation price for 1979 since the liquidation price for 1980 has not yet been set. The potential value for Cordia alliodora is reported twice, assuming that total volume increment is equal to commercial volume increment and secondly that one half of the total volume increment is equal to commercial volume increment.

Assuming total volume increment is equal to commercial volume increment the potential estimated gross income in 1979 from Plot B was 72% higher than Plot A and in 1980 8% higher. For the two years together Plot B gave a 47% higher gross income than Plot A. Results from the second assumption, one-half of the total volume increment is equal to commercial volume increment, show a 52% higher gross income from Plot B than from Plot

A in 1979, however, in 1980 gross income from Plot B is 11% lower. For the two years together Plot B gave a 27% higher gross income than Plot A. These results confirm conclusions made by González (11) that the dollar value from coffee and Cordia alliodora trees is superior to coffee not associated with Cordia alliodora\*

Table 6. Estimated potential gross income

Plot	Year	Value of coffee		Value of laurel		Total	
		\$/ha <sup>1</sup>	¢/ha <sup>2</sup>	\$/ha	¢/ha <sup>3,4</sup>	\$/ha	¢/ha
A	1979	3461	29558	-	-	3461	29558
A	1980	2301	34516	-	-	2301	34516
Total		5762	64074	-	-	5762	64074
B	1979	4554	38894	1406	12012	5960	50906
B	1980	1614	24204	874	13104	2488	37308
Total		6168	63098	2280	25116	8448	88214
				Values of laurel <sup>5</sup>			
1979				703	6006	5257	44900
1980				437	6552	2051	30756
Total				1140	12558	7308	75656

1. 1 U.S.\$ = ¢ 8.54 in 1979; 1 U.S.\$ = ¢ 15.00 in 1980

2. 1 kg coffee berries = ¢ 3.04; 1979, 1980

3. ¢ 1.75/PMT (1979); ¢ 2.00/PMT (1980)

4. Value of commercial volume increment = Total vol. increment x 312x ¢/PMT

5. Value of commercial volume increment = 0.5 Total volume increment x 312x ¢/PMT. 1 m<sup>3</sup> = 312 PMT (Costa Rican inches)

\*John Beer, CATIE, personal communication.

## DISCUSSION

The delayed peak of the coffee harvest in Plot B could be due to the fact that the coffee berries ripen slower with the additional shade of C. alliodora, possibly resulting in better quality, or due to the effect of C. alliodora shade delaying time of flowering; the latter confirming the beliefs of the local farmer.

An explanation for the difference in coffee yields between plots cannot be attempted without further studies. As mentioned before, coffee pruning greatly affects yields within a plantation and is possibly the greatest factor affecting yields between plots. Farmers in the area have expressed concern that the large raindrops, falling from the high C. alliodora leaves, cause coffee flowers to drop off resulting in a lower yield. The low 1980 coffee yield in Plot B could be explained by this phenomenon since high rainfall was recorded in February and May. Also in March, 1980, the E. poeppigiana shade was pollarded, eliminating the protection against large raindrops to the coffee flowers.

The annual volume increment for C. alliodora is high because the trees are young. This results in a high estimate of potential gross income.

## CONCLUSIONS

1. Two years data on coffee yields is not sufficient to conclude what effect C. alliodora has on coffee yields because of differences in coffee pruning between plots.
2. From two years data the estimated potential gross income is high when coffee is associated with C. alliodora.

## RECOMMENDATIONS

1. The coffee yield study should be continued for at least two more years.
2. The relationship between rainfall and yield should be analyzed for each association.
3. The time of coffee flowering should be observed and compared between associations.
4. The quality of coffee between associations should be compared.
5. Quantification of microclimate differences between associations
6. Studies should be conducted on nutrient cycling, and nitrogen-fixation of E. poeppigiana.

## REFERENCES

1. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT. 1980. Local Energy Development Project Identification Document No. 515-0175. San José, Costa Rica. 31 p.
2. AVILA, M. et al. 1979. The importance of the forestry component of small cattle farms of Costa Rica. In: De Las Salas, ed. Agroforestry systems in Latin America. Proc. Turrialba, Costa Rica, CATIE pp. 170-176.
3. BEER, J. 1979. Traditional agroforestry practices in the wet tropical zone: The "La Suiza", Costa Rica Case Study. UNU Proposal. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
4. BEER, J.W. 1979. et al. A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone: The "La Suiza" Project. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 27 p. (mimeo)
5. CASTAÑEDA A., L.A. 1981. Comportamiento de Terminalia ivorensis A. Chev. asociada con cultivos anuales y perennes en su segundo año de crecimiento. Tesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 116 p.
6. COMBE, J.; GEWALD, N., eds. 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 378 p.
7. FORD, L.B. 1979. An estimate of the yield of Cedrela odorata L. (Syn. C. mexicana Roem) grown in association with coffee. In: Agroforestry systems in Latin America. G. De Las Salas, ed. Agroforestry Systems in Latin America. Proc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 177-183.
8. FOURNIER, L. 1979. Alder crops (Alnus acuminata) in coffee plantations: Costa Rica. In: De Las Salas, G., ed. Agroforestry systems in Latin America. Proc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp. 158-162.
9. FOURNIER, L. 1980. Fundamentos ecológicos del cultivo de café. San José, Costa Rica, IICA. Publicación Miscelánea No. 230. 29 p.
10. G. DE GEUS, J. 1973. Fertilizer Guide for the Tropics and Subtropics. Centre d'Etude de l'Azote. Bleicherweg 33, Zurich. pp. 440-445.
11. GONZALEZ, L.E. 1981. Efecto de la asociación de Laurel (Cordia alliodora (Ruiz y Pav.) Oken) sobre producción de café (Coffea arabica L.) con y sin sombra de poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 110 p.
12. HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life Zone Ecology. San Jose, Costa Rica, Tropical Science Center. 207 p.
13. JOHNSON, P.; MORALES, R. 1972. A review of Cordia alliodora (Ruiz y Pav.) Oken. Turrialba (Costa Rica) 22 (2): 219-220.

14. LITTLE, E.L.; WADSWORTH, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Puerto Rico, USDA Handbook No. 249. 548 p.
15. OFICINA DEL CAFE. 1978. Manual de Recomendaciones para cultivar café. 3a. edición. San José, Costa Rica, Oficina del Café. 68 p.
16. PEREZ, G.; GUTIERREZ, G. 1976. Respuesta de algunos cultivares y variedades de *C. arabica* a diferentes densidades de siembra. In: VI Congreso Agronómico Nacional. Resúmenes. San José, Costa Rica. pp. 22-27.
17. OFICINA DE PLANIFICACION SECTORIAL (OPSA). 1979. Programa de mejoramiento de la producción de café en Costa Rica. San José, Costa Rica, Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria. DOC-OPSA No. 33. 82 p.
18. ROCKENBACH, O.C. 1981. Análisis dinámico de los sistemas de finca predominantes en el Cantón de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 171 p.
19. STANLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1946. Flora de Guatemala. Chicago Illinois, S.L. pp. 258-260.
20. TOSI, J.A., Jr. 1969. Mapa ecológico: República de Costa Rica. San José, Costa Rica. Esc. 1:750.000.

**ROMIJN, M.; WILDERINK, E. 1981. Fuelwood yield from coffee prunings in the Turrialba Valley. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 25 p.**

**[Producción de leña a partir de podas de cafetos en el Valle de Turrialba]**

### **Abstract**

The amount of firewood produced by the annual pruning of coffee bushes was determined in a total of 57 sample plots in the commercial coffee plantations of CATIE, Turrialba, Costa Rica. The yield ranged from 121 to 1644 kg (ovendry)/ha for plantations with less than 3800 coffee bushes/ha and varied from 288 to 2904 kg/ha for plantations with > 3800 bushes/ha; the overall average was 1111 kg/ha. The coffee wood density was 0.58. A correlation was found between firewood yield and pruning intensity.

### **Compendio**

En un total de 57 parcelas de estudio localizadas en las plantaciones de café del CATIE en Turrialba, Costa Rica, se determinó la cantidad de leña producida por la poda anual de los cafetos. La producción varió entre 121 y 1644 kg/ha de leña seca al horno para cafetales con < 3800 plantas/ha y para cafetales con densidades mayores, la producción de leña varió entre 288 y 2904 kg/ha. El promedio general fue de 1111 kg/ha. La densidad específica de la madera de café fue de 0.58. Se encontró una correlación entre la cantidad de leña producida y la intensidad de la poda.

## INTRODUCTION

According to a recent household survey carried out in Costa Rica (11), the percentage of households that used firewood as principal domestic fuel source decreased from 76% in 1970-1975 to 54% in 1980 (excluding the Metropolitan Area). Even in those regions where this percentage in 1980 varies from 62% to 77%, there is a tendency to change from firewood to another fuel, especially among the younger housewives. "Other fuel (gas, kerosene, electricity) is more convenient and cleaner", and "it is difficult to obtain firewood" were the most frequently mentioned reasons for this change. Still, the absolute number of families that use firewood has hardly decreased due to the fact that the total number of households has increased during the last 5-10 years.

In the areas where coffee is the principal crop, the pruned branches of coffee (*Coffea arabica* L.) and of some shade trees, such as guaba (*Inga* spp.), are the most important firewood sources (17). In the regions where animal husbandry is the predominant form of land use, people mostly use the wood of trees in pastures: guayaba (*Psidium guajava*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) and jaúl (*Alnus acuminata*). Loppings from living fences, for example carao (*Cassia grandis*) and madero negro (*Gliricidia sepium*), are often used for fuel, specially by small farmers. In urban districts the sawmill waste is also a very important source of firewood.

Coffee is the principal export crop of Costa Rica and large areas of coffee plantations (some 80000 ha, the equivalent of 5% of the land suited for agriculture) cover the agricultural land of the Central Plateau and in the Turrialba Valley. Because a lot of people use coffee wood for cooking it is important to know more about the fuelwood production capacity of these coffee plantations. However, there does not seem to be any literature on the quantification of fuelwood production of the coffee areas in Costa Rica. In this paper the production of firewood/ha/year is determined in plantations of coffee varieties grown under the shade of poró trees [*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook] in the Turrialba Valley. The measurements were carried out in the coffee plantations of CATIE in Turrialba for the following reasons: 1) the two most commonly used coffee varieties were present; 2) the management was more or less uniform; 3) research could be carried out without interfering with the farmers activities; 4) coffee yields per hectare from the CATIE estates are average for Costa Rica.

Some of the results of this study were compared with recent firewood production measurements in a coffee plantation with similar site conditions and management practices in the La Suiza area, Turrialba (2).

## GENERAL DESCRIPTION OF THE STUDY AREAS

### The CATIE coffee plantations

In the Turrialba Valley it is common to find coffee combined with poró as a shade tree, with or without an upper shade of laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken). In the CATIE plantations, both combinations are



present. CATIE's commercial coffee plantations cover an area of about 80 ha, at an elevation of approximately 600 m (see Figures 1, 2 and 3). The most frequently used coffee varieties are: *C. arabica* L. cv caturra and *C. arabica* L. cv typica. Over the last 15 years there has been a tendency in Costa Rica to replace the variety typica by the variety caturra, so that plantations older than 15 years usually consist of a combination of "typica" and "caturrea", while plantations younger than 15 years usually are monocultures of "caturrea".

The management practices of the CATIE coffee plantations are as follows:

a. Pruning of the shade trees

A heavy pruning of the poró trees (average 278 trees/ha) is carried out in January/February to stimulate the coffee flowering and again in July/August to stimulate the maturation of the coffee berries.

b. Pruning of the coffee bushes

Immediately after the lopping of the poró the coffee bushes are pruned in February or March. In its first two years a branch produces hardly any coffee berries; in its third and fourth year the coffee production is reaching a maximum, with a gradual decline in later years. So, branches

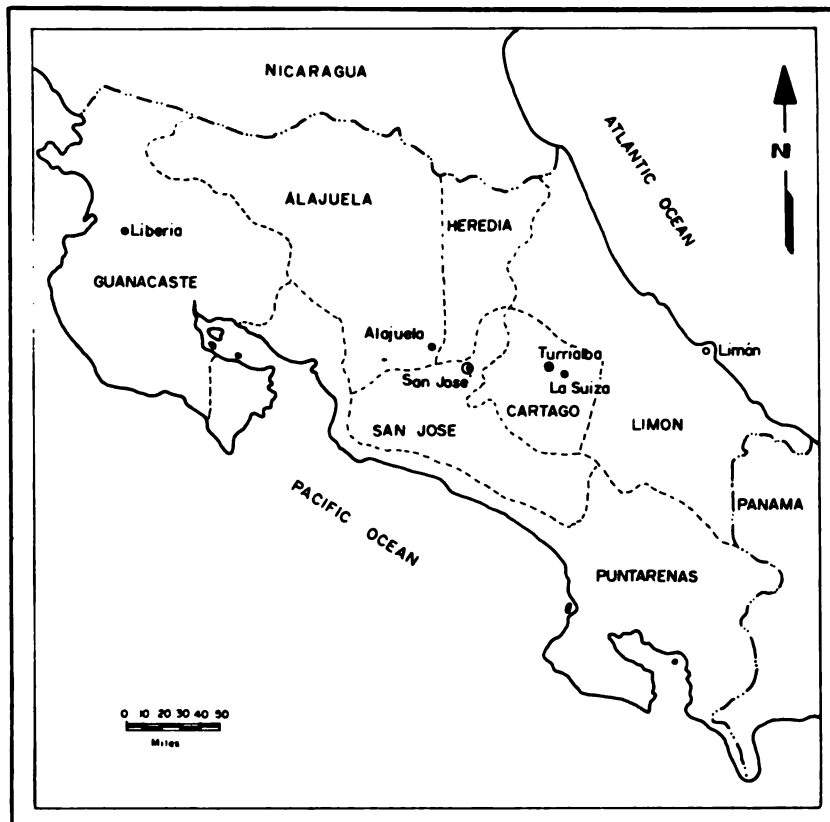


Figure 1. Map of Costa Rica, Central America

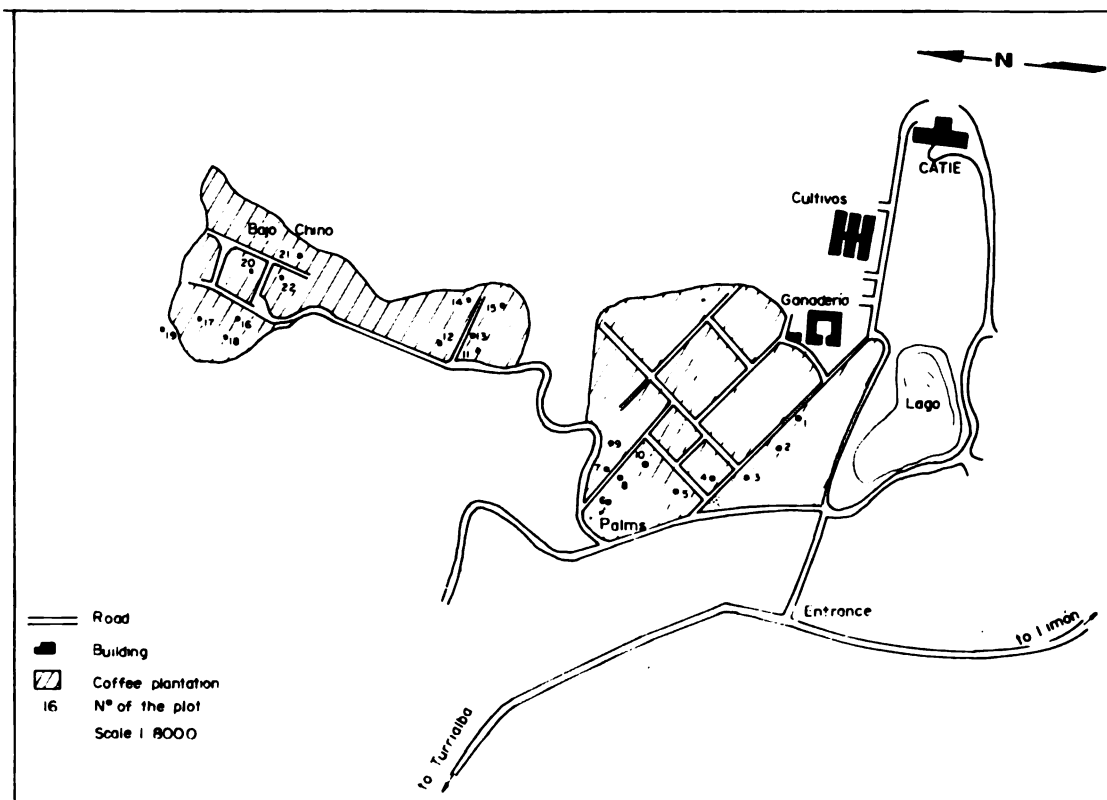


Figure 2 Location of the plots in the CATIE coffee plantations, Turrialba, Costa Rica

older than 4 or 5 years and the infected, damaged or dead ones are pruned. The intensity of the pruning varies depending on: level of yield in the previous year, fungus disease, bush damage during coffee picking or during the pruning of the shade trees, etc.

#### c. Application of fertilizers

Fertilization takes place in December/January and May/June; each application consists of 600 kg/ha with N-P-K (20-7-12) plus minor elements.

#### d. Renovation

Each year CATIE aims to replace 5% of the existing coffee plants by "caturra", concentrating on the replacement of the oldest bushes. The plant density remains the same, so, theoretically, the average age of a coffee bush is 20 years. In practice the ages are variable since factors like individual plant quality, fungus diseases, soil quality, humidity and damage caused by felling of laurel trees play an important role in the selection of bushes which have to be renewed.

### e. Replacement

In this case young "caturra" plants are planted between the old "typica" rows, so that the plant density increases temporarily. After some years the "typica" bushes are taken out gradually and a monoculture of "caturra" will be left, with a normal plant density. This replacement provides a large amount of stumps.

### f. Final use of the pruned branches

The labourers who have pruned the coffee are allowed to extract the branches and old stumps that are left after the pruning. They do not have to pay for it but they have to collect it themselves. The coffee twigs, chopped poró branches and leaves form a mulch in the coffee plantations.

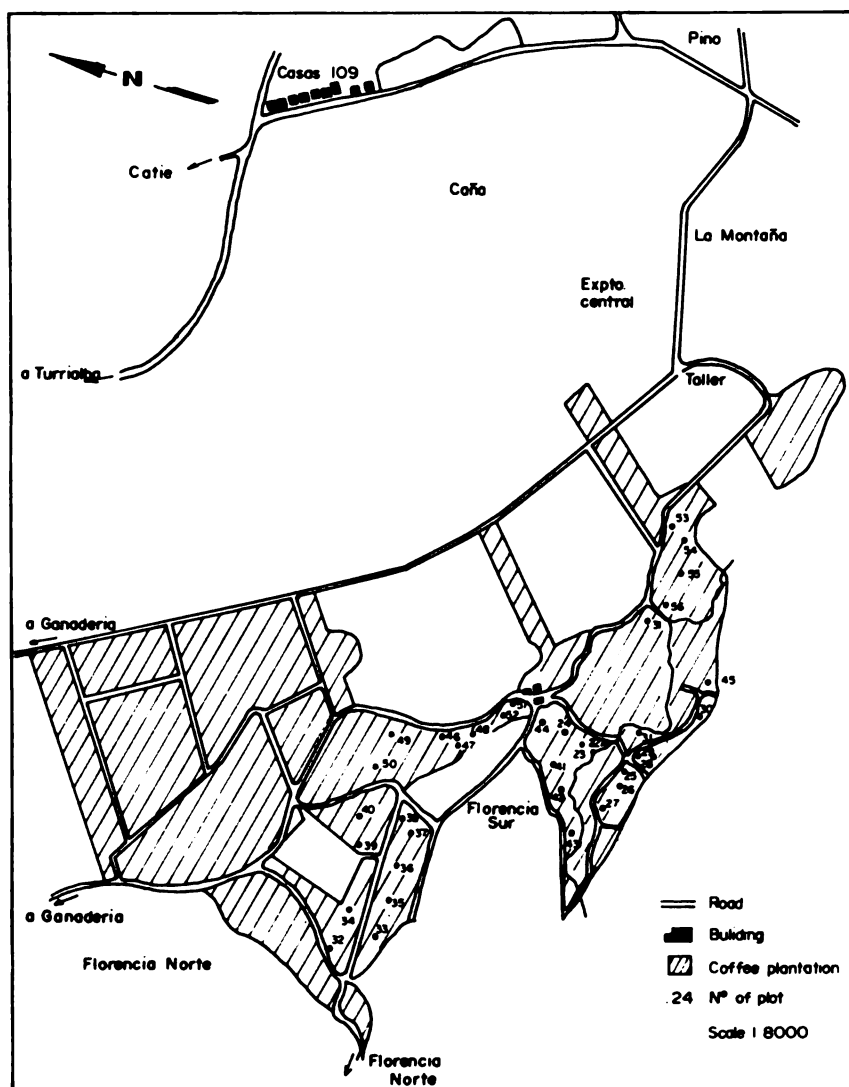


Figure 3. Location the plots in the CATIE coffee plantations, Turrialba, Costa Rica

## **The La Suiza plantation**

The plantation of Mr. Carlos Delgado in the La Suiza area, Turrialba, was selected for firewood measurements because it was already subject to research (1, 2, 3, 7). The total area is about one hectare. The two following combinations are present: coffee (cv. caturra) and poró with laurel (combination A) and without laurel overshade (combination B). In each combination measurements were taken. More specific data on these plots are given in Table 2.

The management practices of the coffee plantation of Mr. Delgado are as follows (2):

### **a. Pruning of the shade trees**

The poró is heavily pruned (pollarded) twice a year, in February/March and in July, to stimulate coffee flowering and maturation of the berries, respectively.

### **b. Pruning of the coffee bushes**

The pruning is similar to the pruning in the CATIE plantations. In 1981, 50% of the bushes were pruned back completely, because there was a serious fungus disease (Pellicularia kaleroga; mal de hilachas). In 1982 the remaining 50% of the bushes will be completely pruned, to reduce the incidence of the disease.

### **c. Application of fertilizers**

One application in December/January with N-P-K-Mg-B (18-5-15-6-2) and another in June/July with N-P-K-Mg-B (20-7-12-3-1,2). In 1980 the plot without laurel (A) was fertilized with 900 kg/ha and the plot with laurel (B) received 800 kg/ha of fertilizer.

### **d./e. Renovation/replacement**

The farmer has not replaced any coffee bushes so far, because the plantation is still young (ca 14 years).

### **f. Final use of the pruned branches**

The coffee pruners are allowed to extract the firewood and take it home. The coffee twigs, poró branches and leaves form a mulch in the coffee plantation.

## **METHODOLOGY**

### **Coffee plantations of CATIE**

#### **Location and demarcation of the plots**

Plots were established at random in the commercial CATIE plantations (mainly caturra and typica varieties). A total of 58 plots were marked: 22 plots in the plantations close to the main CATIE building (Figure 2) and 36 plots in the area called "Florencia" (Figure 3).

The four corners of each rectangular plot were demarcated within rows of coffee, between adjacent bushes. The length of the plot was approximately 10 m, the width in most cases was four inter-rows, equal to about 8 m. For plots with closely-spaced rows, more inter-rows were added to make up for an approximate width of 8 m.

The plots were laid out with a Suunto Compass and a 50 m tape, thus enabling simultaneous measurements of lengths and widths. Plots were demarcated with the coffee rows as the boundaries on the two long sides. The pruned branches are deposited mainly in the inter-rows and are easy to collect for measurement. A relatively complicated calculation of plant density was a result of this method of plot demarcation (see below).

#### **Measurements in the plots**

The pruned branches within the plot were cleaned (small branches and top clipped off); branches lying across the border marked by the tape measure were cleaned and evaluated only if more than half of their weight was lying actually within the plot. Long branches were cut in two. The branches were bundled, counted and weighed (the remaining branches from the 1980 pruning were not included). The number of plants per row was counted. Also were noted the presence and inter-plant spacing of poró, laurel and of other trees or plants, such as plantains (*Musa paradisiaca*), the variety of coffee (if possible) and renovation data. Five branches per plot were taken at random for moisture content and wood density measurements in the laboratory.

#### **Laboratory and data analyses**

For the density and moisture content measurements two samples of about 10 cm of length per branch, 15-20 cm away from both ends, were taken in plots 1 to 22. Analyses of the data indicated that there were no significant differences between the two values per branch. Thereafter, only one sample was taken from the centre of gravity of each branch in plots 22 to 57.

**Moisture content.** Moisture content as a percentage of green weight (8,9) was calculated using the following formula:

$$MC = 100 (W_1 - W_2) / W_1$$

where: MC : moisture content (%)  
W<sub>1</sub> : weight of greenwood (g)  
W<sub>2</sub> : weight of oven-dry wood (g)

After weighing the green samples and measuring the volume for density calculations (see below), the samples were dried at 105 °C for three days. Daily measurements showed that drying for three days was sufficient to reach constant weight.

Coffee wood density. The "basic density" or "nominal specific gravity" is "the weight of oven-dry wood expressed relative to its green volume" (8,9,18).

basic density : W/V

where:

W: weight of oven-dry wood (g)  
V : green volume (cm<sup>3</sup>)

Green volume was determined by immersing each sample in water and reading the displacement to the nearest 2 cm<sup>3</sup>. For plots 5 to 15 this was done for wood with and without bark. The analysis of the density of wood-without-bark was not continued, since it is very difficult to remove the bark from green branches. Furthermore, the farmers do not debark the prunings, so results without bark are not directly relevant.

Coffee plant density. The areas of the sample plots (see Figure 4) were calculated with the following formula:

$$\text{Area} = \frac{1}{2} (L_1 + L_2) \times (B_1 + B_2)$$

If g is the number of plants entirely within the plot plus the number of plants in the boundary rows on the long sides, then the plant density (n) per plot was determined by:

$$n = \frac{g \times \text{number of inter-rows}}{\text{number of rows (including boundaries)}}$$

From the plant density per plot and the plot size the coffee density per hectare (N) was derived.

### **Coffee plantation in La Suiza**

In each of the combinations A and B 28 coffee plants were taken at random. Because the pruner and the measurer worked together, it was possible to record the weight of the pruned and cleaned coffee wood per plant. From each plant three samples per branch (small, medium and large end) were taken to the laboratory for moisture content and density analysis. The same methodology was used as for the CATIE samples.

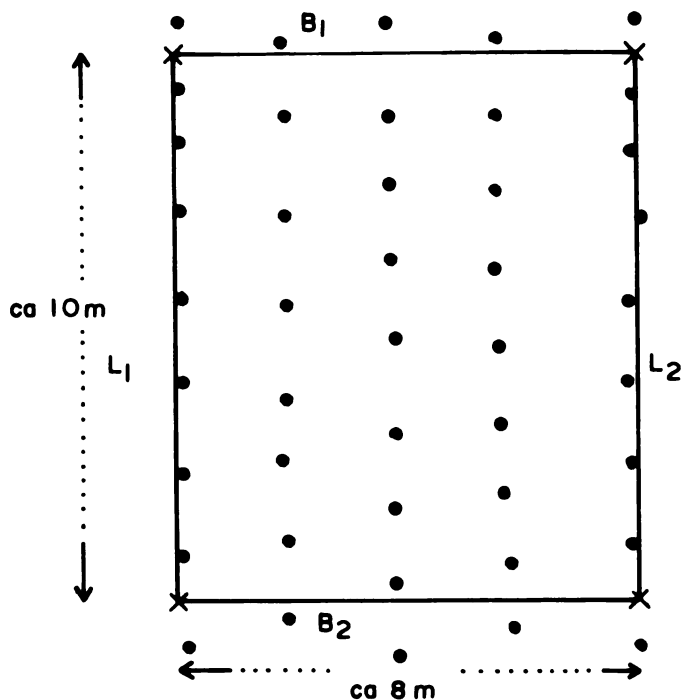


Figure 4. Spacing of a coffee plantation and lay-out of a plot

## RESULTS

### Coffee plantations of CATIE

#### Firewood production data per plot

In Table 1 the results of the measurements in the CATIE coffee plantations are presented. The numbers in column 1 of this table are the sample plot numbers and their precise location can be found in Figures 2 and 3. The average coffee plant density (column 2) is 3895 coffee bushes/ha, with a standard deviation of 1139 and a wide range varying from 2615 to 6559 plants/ha. Plant density is not normally distributed. The oven-dry weight of coffee firewood (column 3) has a mean of 1111 kg/ha, a standard deviation of 724 and a range from 121 to 2904 kg/ha based on a moisture content of 43%. The oven-dry weights are also not normally distributed.

The moisture contents, as given in column 4 of Table 1, are the means of 5 to 10 samples per plot. The average moisture content of all the samples of all plots is 43% with a low standard deviation and a very small range. The humidity of the wood was found to be rather constant. The moisture content analysis was done about 2-3 weeks after the pruning had been carried out.

Table 1. Results of the coffee firewood measurements in the coffee plantation of CATIE, 1981

1 Plot Number	2 Coffee density (plants/ha)	3 Ovendry firewood (kg/ha)	4 Moisture content (%)	5 Wood density (g/cm <sup>3</sup> )	6 Pruned branches (no./ha)	7 Branch weight (kg)	8 Firewood/ plant (kg)
1	4016	2138	16	?	?	?	0.61
2	4190	2081	45	?	?	?	0.50
3	6559	2879	42	?	9804	0.29	0.44
4	4850	2904	46	?	9907	0.29	0.60
5	5571	766	38	0.59	3397	0.23	0.14
6	3352	1243	44	0.53	4624	0.27	0.37
7	4428	1504	40	0.59	6088	0.25	0.34
8	6149	1322	38	0.61	4426	0.30	0.21
9	5864	1050	39	0.58	4503	0.23	0.18
10	4537	404	39	0.60	1458	0.28	0.09
11	3060	1058	43	0.62	4901	0.22	0.35
12	3575	1261	45	0.59	3927	0.32	0.35
13	2855	819	43	0.58	2379	0.34	0.29
14	3016	1614	42	0.62	5655	0.29	0.54
15	2938	1545	43	0.62	5386	0.29	0.53
16	2946	688	38	0.59	2412	0.29	0.23
17	2746	493	42	0.61	1824	0.27	0.18
18	2996	775	42	0.59	3979	0.19	0.26
19	2770	616	38	0.60	2489	0.25	0.22
20	3479	687	38	0.62	3648	0.19	0.20
21	3583	569	40	0.62	3445	0.17	0.16
22	4238	473	39	0.58	2649	0.18	0.11
22A	3319	836	49	0.56	4452	0.19	0.25
23	3441	893	48	0.53	4196	0.21	0.26
24	3101	496	47	0.53	2519	0.20	0.16
25	2624	528	48	0.55	2262	0.23	0.20
26	3081	966	49	0.53	3735	0.26	0.31
27	2763	344	46	0.51	2187	0.16	0.12
28	3357	1069	46	0.57	4423	0.24	0.32
29	2843	1373	46	0.54	5618	0.24	0.48
30	3216	2740	44	0.57	8163	0.34	0.85
31	2615	881	46	0.57	4576	0.19	0.34
32	2752	295	37	0.62	1836	0.16	0.11
33	2819	880	41	0.59	3183	0.28	0.31
34	2827	189	39	0.58	1026	0.18	0.07
35	3259	121	42	0.59	815	0.15	0.04
36	2752	403	40	0.60	1720	0.23	0.15
37	2663	244	39	0.58	998	0.24	0.09
38	2924	365	40	0.63	2316	0.16	0.12
39	2982	865	39	0.64	3261	0.27	0.29
40	2749	680	40	0.58	2979	0.23	0.25
41	4899	831	43	0.57	5228	0.16	0.17
42	4847	747	41	0.58	3839	0.19	0.15
43	4617	288	40	0.57	1886	0.15	0.06
44	3175	293	38	0.59	1433	0.20	0.09
45	4291	?	?	?	3265	?	?
46	6081	1608	44	0.57	7224	0.22	0.26
47	4505	1176	44	0.57	4505	0.26	0.26
48	5925	1708	44	0.58	7462	0.23	0.29
49	5163	817	44	0.57	4291	0.19	0.16
50	5257	1611	44	0.58	6309	0.26	0.31
51	5678	2449	43	0.57	6868	0.36	0.43
52	5981	2593	44	0.57	9295	0.28	0.43
53	3632	1380	44	0.56	6093	0.23	0.38
54	4155	1380	43	0.57	4968	0.28	0.33
55	3689	1461	41	0.54	5880	0.25	0.40
56	4794	1323	43	0.57	6641	0.20	0.28
57	5410	2329	45	0.57	8903	0.26	0.43
mean	3895*	1111*	43	0.58	4308	0.24	0.28
STD	1139	724	3	0.03	2275	0.05	0.16
range	2615-6559	121-2904	37.2-49.0	0.51-0.64	815-9907	0.15-0.36	0.04-0.85
n	57	57	57	53	56	55	57

\* = no normal distribution  
n = number of samples  
? = values not measured  
STD = standard deviation



The figures of the density of the coffee wood (column 5) are means of the same 5 to 10 samples per plot. The mean density of 0.58 g/cm<sup>3</sup> seems to be a representative value since the range of 0.51 to 0.64 is small and the standard deviation is only 0.028.

The intensity of the pruning varied considerably in the different plots. The number of pruned branches per hectare (column 6) ranged from 815 to 9907 with a mean of 4308.

The oven-dry weights per branch (column 7) are again average values of 5 - 10 samples per plot. The mean of all samples is 0.24 kg/branch, with a range of 0.15 to 0.36 kg/branch and a standard deviation of 0.052 kg.

Column 8, the oven-dry weight of firewood produced per plant is the result of dividing the figures of column 3 (oven-dry weight of coffee firewood per hectare) by those of column 2 (number of coffee plants per hectare). The mean is 0.28 kg/plant of firewood, but there is a wide range (0.04 - 0.85). In reality the range is even wider because it was assumed that all the plants had been submitted to pruning, in order to simplify the calculations.

### Caloric Value

The caloric value of many tropical woods can be estimated using the formula given by Doat (6):

$$Y = 9 + 4750 x$$

in which:

y = caloric value (calorjes/cm<sup>3</sup>)

x = basic density (g/cm<sup>3</sup>)

In this study the basic density (x) was 0.58 g/cm<sup>3</sup> and therefore the caloric value (Y) is 2764 cal/cm<sup>3</sup> which is equal to a caloric value of 4766 Kcal/kg.

### Factors related with coffee firewood production from prunings

Figure 5 shows that no relation exists between the oven-dry weight of coffee firewood produced by pruning and the number of coffee plants per hectare. There is even no relation between those two factors within smaller areas, as can be seen in Table 1 for adjacent plots. Also no correlations could be found between oven-dry weight of firewood produced per coffee plant and number of coffee plants per hectare, and between number of cut branches/ha and number of coffee plants/ha (Figures 6 and 7).

Assuming that the number of pruned branches/plant may be considered as an indicator of pruning intensity, it is shown in Figure 8 that the oven-dry weight of firewood/plant is weakly correlated with pruning intensity, which on its turn depends on management.

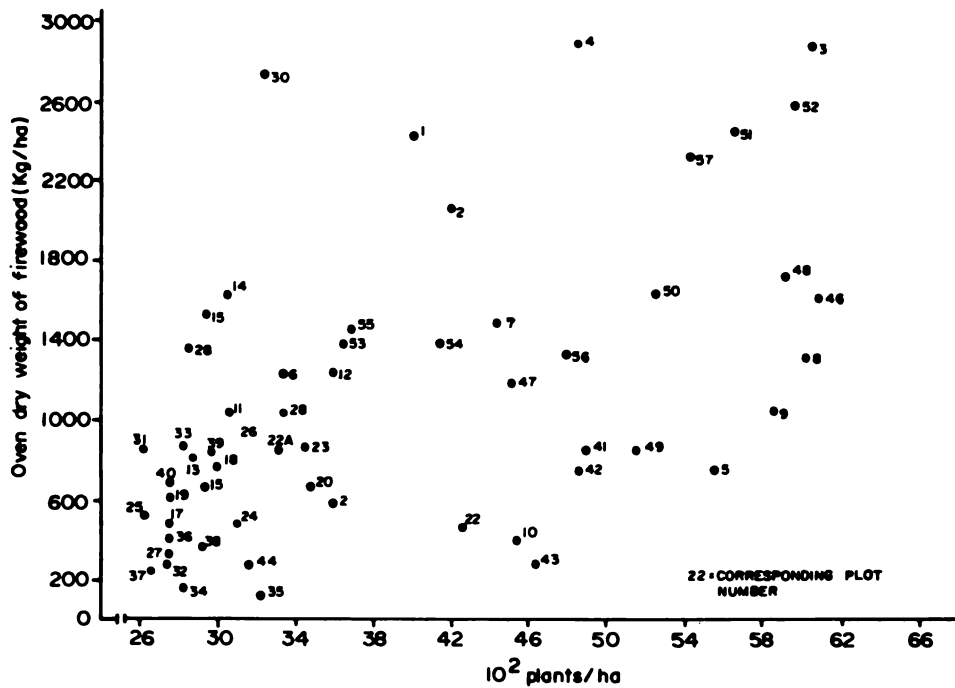


Figure 5. Relation between coffee plants per hectare and coffee firewood production in the coffee plantations of CATIE, Turrialba Costa Rica (1981)

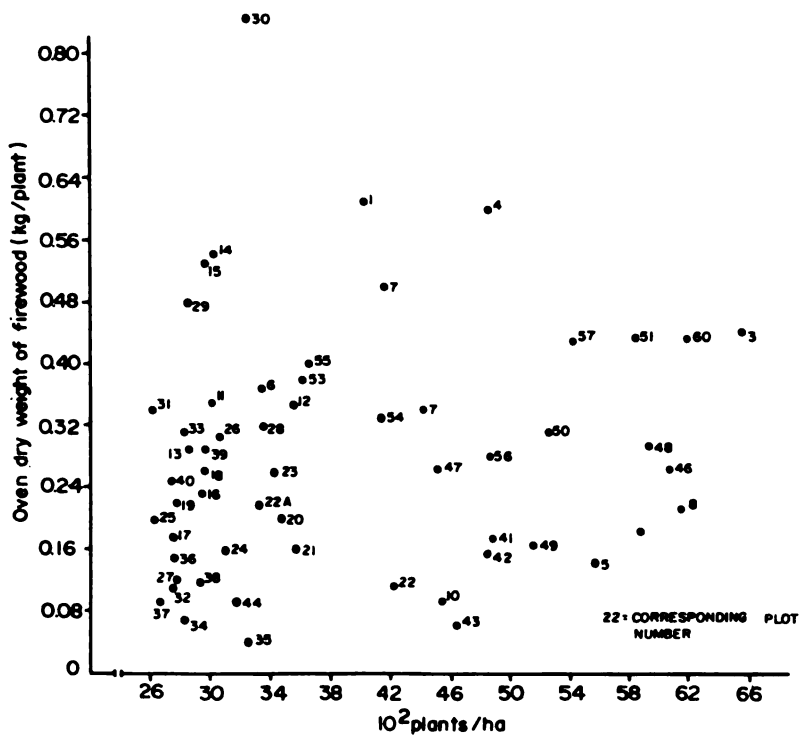


Figure 6. Number of coffee plants per hectare and coffee firewood production per plant in the coffee plantations of CATIE, Turrialba, Costa Rica (1981)

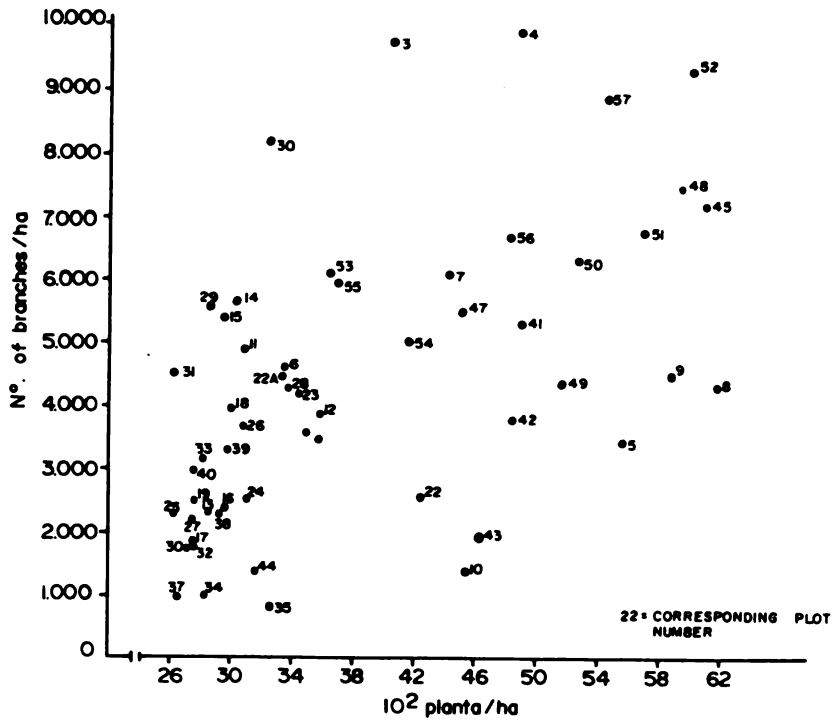


Figure 7. Number of coffee plants per hectare and number of pruned branches per hectare in the coffee plantations of CATIE, Turrialba, Costa Rica (1981)

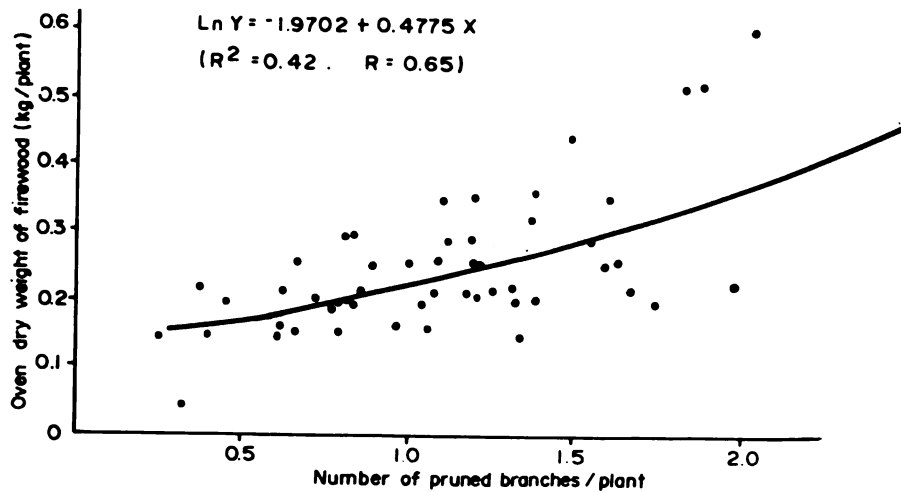


Figure 8 Number of pruned branches per plant and coffee firewood production per plant. Coffe plantations of CATIE, Turrialba, Costa Rica (1981)

Figure 9 was made to check if a relation existed between area per plot and number of coffee plants per hectare. In case a relation existed (i.e. the coffee plant density was influenced by the area per plot) the calculated plant density should have been corrected for the plot area. However, no correlation could be found.

### Stump data

In some parts of the coffee plantations of CATIE a replacement of the coffee variety typica by the variety caturra was carried out. This resulted in a large amount of stumps for firewood. The lengths and weights of 30 stumps were measured. The average green weight per stump was 6.35 kg with a wide range from 2.95 to 11.82 kg, equivalent to an oven-dry weight of 3.65 kg, assuming the same moisture content as the branches (43%). The average length was 63 cm with a range from 45 to 85 cm.

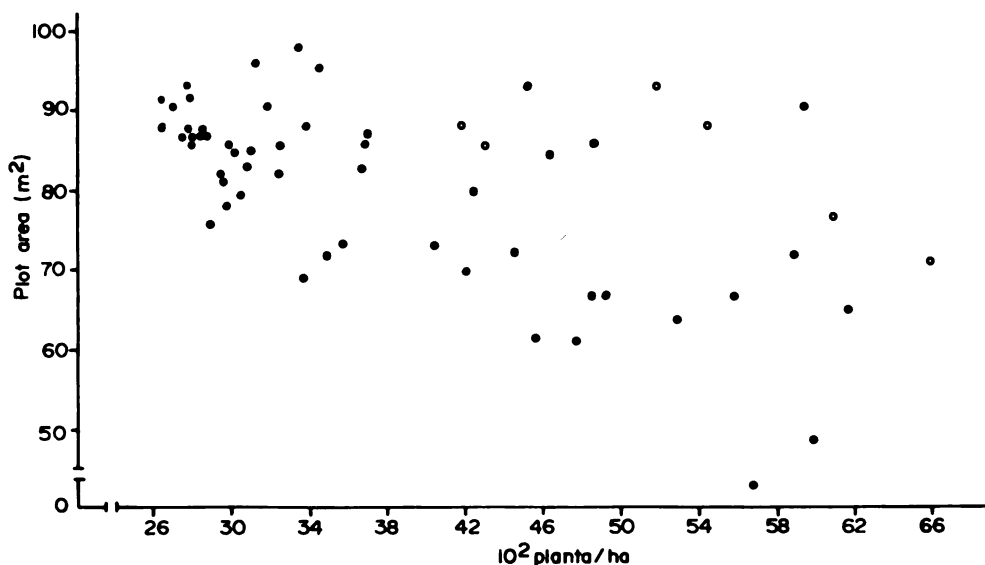


Figure 9. Number of coffee plant per hectare and Plot area (m<sup>2</sup>) in the coffee plantations of CATIE, Turrialba, Costa Rica (1981)

### **Coffee plantation in La Suiza**

The data are presented in Table 2. The average oven-dry weight of firewood produced per coffee plant in plot A (coffee + poró) was 0.68 kg with a standard deviation of 0.462 and a range from 0 - 1.63. The average oven-dry weight of firewood produced per coffee plant in plot B (coffee + poró + laurel) was 0.53 kg with a similar standard deviation of 0.459 and a range from 0 to 1.54. Oven-dry weight of firewood of coffee plantation was 2360 kg (unweighed average from plots A and B). Moisture content ranged between 38-42%, wood density ranged between 0.55-0.61 g/cm<sup>3</sup>.

**Table 2. Results of coffee firewood measurements Delgado's Farm, La Suiza, Turrialba, 1981**

Plot	A	B
Number of sampled coffee bushes	28	28
Coffee density (plants/ha)	4101	3643
Ovendry firewood weight (kg/ha)	2789	1931
Ovendry firewood kg/plant	0.68	0.53
Poró density (trees/ha)	238	222
Laurel density (trees/ha)	-	242
Coffee variety	caturra	caturra

## DISCUSSION

### Firewood production from coffee prunings

An average ovendry firewood production of 1111 kg/ha was estimated. However, the range was from 121 to 2904 kg/ha. The plots that were subject of this study showed a wide range of plant densities, different coffee varieties and ages. A correlation between firewood production and the number of coffee plants per hectare could not be found. Even within groups of plots with the same age, coffee varieties and presence of laurel and poró trees, no stronger correlation between coffee plant density and firewood production could be determined.

Apparently other factors play an important role. In the La Suiza plots the high firewood production (2360 kg ovendry / ha / year) was the result of the heavy pruning of the coffee bushes in order to reduce a fungus disease. It seems that the management applied by the farmer is a determining factor in the production of firewood from coffee plantations. If the farmer renovates or replaces his coffee plantation, the firewood production also increases considerably, because of the fact that not only a larger amount of pruned branches is produced but also stumps, highly preferred as firewood, can be extracted. Furthermore the periodicity in coffee production might induce a periodicity in pruning intensity.

The results of a nation-wide firewood survey\* carried out in Costa Rica in the second half of 1980 showed that families who relied on firewood production from their own coffee farm, consumed an average of 11.6 "carretadas"\*\* per year. The firewood consisted of coffee prunings and prunings from shade trees. One "manzana"\*\*\* of coffee plantation plus firewood-producing shade trees

\* José J. Campos, personal communication.

\*\* 1 carretada = 1.5 m<sup>3</sup> stacked

1 m<sup>3</sup> stacked = 0.65 m<sup>3</sup> solid

1 m<sup>3</sup> solid = 660 kg ovendry coffee firewood

\*\*\* 1 manzana = 0.67 ha

yields approximately 3.7 "carretadas" of firewood per year. After converting these data, the annual firewood consumption of a six-person family was estimated to yield 3350 kg/year of dry firewood (coffee pruning and shade trees). This leads to the conclusion that a family with 2 - 2.5 ha of coffee plantation with firewood-producing shade trees can be self-sufficient in its domestic energy needs for cooking.

According to the study at CATIE, where no firewood-producing shade trees were present and the average oven-dry coffee firewood yield reached a value of 1111 kg/ha a six-person family would need 7 ha of coffee plantation in order to be self-sufficient. Due to the different methods used for calculations of firewood production in the two studies (for example, the use of the two fairly different wood densities: 0.66 and 0.58) care should be taken in the comparison of absolute figures.

Nevertheless the figures correspond remarkably well with published data (15) in which an estimate of 2 kg/person/day of firewood consumption, corresponding to 4380 kg per six-person family per year, is presented. For Costa Rica, Lemckert (11) suggested an annual consumption of 2 m<sup>3</sup> stacked per person, corresponding to 4524 kg per six-person family per year assuming a wood-density of 0.58 g/cm<sup>3</sup> and a stack factor of 0.65. Knowland and Ulinsky (10) mention a general firewood consumption of 1.13 m<sup>3</sup> solid firewood per person per year, without specifying the type of firewood. Because of the lack of more detailed information these figures are somewhat difficult to compare but they seem to vary in a fairly narrow range.

### **Shade trees in coffee plantations as a fuelwood source**

In the Turrialba Valley where this study has been carried out, the predominant tree species associated with coffee are poró and laurel. The former is mainly used as shade-regulator through intensive pruning and the latter produces lumber. The pruned poró branches are not used for firewood and only when the laurel trees are harvested for sawtimber they do produce firewood from the unmerchantable branches and parts of the trunks. On the Central Plateau however, *Inga* species (guabas) are often used as shade trees. Like poró, the guaba is a leguminous tree and fixes nitrogen. The guaba firewood, available as a result of prunings, is preferred to the coffee firewood, but both are superior to laurel firewood (17). The use of coffee firewood is widespread in Costa Rica since it is readily available, easy to handle and it has good burning characteristics.

It was noticed that not all the firewood was extracted from the CATIE coffee plantations. This indicates that there is apparently sufficient firewood in the surroundings of Turrialba for those people who rely on this energy source. High costs of labour for the collection of the branches and high costs of transport may further hamper the complete utilization of this product. This situation may change if the coffee processing industry increases the use of firewood in order to reduce consumption of fossil fuels.

## Caloric Values

Caloric values from different studies. First of all the caloric value calculated in this study by using a formula developed by Doat (6) gives only an approximation of the real caloric value since it is based only on the wood density although the chemical composition of the wood (for example the presence of resin) determines the caloric value for a great deal (Table 3). All the values given by Dijkman (5) are considerably lower than the values presented in the "Balance Energético Nacional" (15). The latter publication indicated that only the 'superior' caloric values could be measured in their tests and that 4300 kcal/kg was estimated as a mean for the 'inferior' caloric values of firewood, within the group of 23 species for which caloric values were given in that publication; coffee firewood has a caloric value of 4541 kcal/kg which is a low value since the mean value for the species tested was 4730 kcal/kg. Apparently the caloric value alone can not be considered as an indicator for firewood species selection. This seems to confirm what has been mentioned above, where availability was mentioned as one of the most important factors for firewood species selection.

Table 3. Caloric values of some common firewood species

Species	Caloric value (kcal/kg)	Moisture content %	Reference
Coffea arabica	4766	ovendry	this study
Coffea arabica	4541	11	15
Coffea robusta	3915	9	5
Coffee hulls	4250	-	-
Coffee hulls	3885	11	5
Inga spp.	4882	11	15
Psidium guajava	4659	11	15
Quercus spp.	4653-4769	10	15
Leucaena leucocephala	4200-4600	-	12
Leucaena leucocephala	3895	11	5
Tropical species	4770	ovendry	

## CONCLUSIONS

Commercial coffee plantations in CATIE, Turrialba, yielded an average weight of 1111 kg/ha of ovendry firewood from annual pruning of coffee bushes. The yield ranged from 121 to 1644 kg/ha for plantations with less than 3800 bushes/ha; for plantation with more than 3800 coffee bushes/ha the range was wider and covered 288 to 2904 kg/ha. The amount of firewood produced has no strong correlation with the plant density. Indications exist that coffee fuelwood yield is more strongly correlated with pruning intensity, which on its turn depends on management practices applied by the farmer.

The methodology used in this study was simple, fast and accurate, but care should be taken with the selection of sample plots (limit to only one coffee variety, subject to equal management practices and limit to a smaller range of plant densities). Since coffee production is prone to a certain periodicity the study should be carried out in the same sample plots over a period of at least three years.

## REFERENCES

1. BEER, J. 1980. CATIE-UNU Project annual report 1980. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 17 p. (mimeo).
2. BEER, J. W.; K.L. CLARKIN; G. DE LAS SALAS; N.L. GLOVER. 1979. A case study of traditional agro-forestry practices in a wet tropical zone: the La Suiza Project. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Proyecto UNU-CATIE. 28 p.
3. BERMUDEZ MENDEZ, M.M. 1980. Erosión hídrica y escorrentía 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 Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 74 p.
4. CATIE. 1980. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, Informe Trimestral 4/80. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Institucional, Informe de Progreso No.8. 122 p.
5. DIJKMAN, M.J. 1950. *Leucaena* - A promising soil-erosion control plant. *Economic Botany* 4 (4):337-349.
6. DOAT, J. 1977. Le pouvoir calorifique des bois tropicaux. *Bois et Forets des Tropiques* 172 (2):33-55.
7. GONZALEZ, L.E. 1980. Efecto de la asociación de laurel (*Cordia alliodora*) sobre producción de café (*Coffea arabica*) con y sin sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 110 p.
8. HAMILTON, G.J. 1975. *Forest mensuration handbook*. London, Great Britain, Her Majesty's Stationary Office. Forestry Commission Booklet No.39. 244 p.
9. KININMONTH, J.A.; D.H., WILLIAMS. 1972. Measuring the moisture content of wood. Information Series, New Zealand Forest Service No.60. 12 p.
10. KNOWLAND, B.; C. ULINSKI. 1979. Traditional fuels: present data, past experience and possible strategies. Prepared for the Agency for International Development. 41 p.



11. LEMCKERT, A. 1981. El uso doméstico de la leña en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No.9. 27 p.
12. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Firewood crops; shrubs and tree species for energy production. Washington, D.C., USA. 237 p.
13. OFICINA DEL CAFE. Informe de labores 1978. 1979. Oficina del Café, San José, Costa Rica. 58 p.
14. OFICINA DEL CAFE. Informe de labores 1980. 1981. Oficina del Café, San José, Costa Rica.
15. PROGRAMA ENERGETICO DEL ISTMO CENTROAMERICANO. PEICA/PNUD. 1980. Balance Energético Nacional; Proyecto RLA/76/012. Costa Rica, Serie Histórica 1965-1979.
16. ROCAP. 1979. Fuelwood and alternative energy sources. Washington, D.C., USA. ROCAP project paper No. 596-0089. 129 p.
17. RODRIGUEZ, H.H.; SEVILLA, E.L.; TORRES, A.S. 1981. Análisis de las especies más usadas y preferidas para leña en las diferentes regiones de Costa Rica. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 27 p.
18. SCHLICH, W. 1905. Manual of Forestry. Vol. III, Forestry Management, London, Great Britain. Bradbury, Agnew & Co. Ld. 405 p.



**CASTILLO DIAZ, G.; BEER, J.W. 1983. Utilización del bosque y de los sistemas agroforestales en la región Gardi, Kuna Yala (San Blas), Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 45 p.**

[Utilization of natural forest resources and agroforestry systems in the Gardi Region, Kuna Yala (San Blas), Panama]

### **Abstract**

Based on a survey of 63 Kuna farmers from the region of Gardi, Kuna Yala (San Blas), Panama, a description is given of the most commonly cultivated tree and crop species, their uses, and management. In total, 72 agroforestry combinations were named, within which 48 tree and 16 crop (annuals and perennials) species are involved. The most common combination is "masi" (Musa spp.) - "ogob" (Cocos nucifera) and "masi - asue" (Persea americana). For the construction of "cayucos" 36 tree species are used of which "pinnu-uala" (Anacardium excelsum) and "muscu - uala" (unidentified) are presently the most important. In total, 32 species are used for firewood, of which "aili-uala" (Rhizophora spp.) and "sapuraili" (Byrsonima sp.) are preferred. House construction poles are made from the wood of 40 species; the main species being "isper-uala" (Manilkara achras) and "usa-uala" (unidentified). Other tree products that were mentioned include: medicine, handicrafts, construction wood and food.

Intercropping is another dominant agricultural practice: the combinations of "oros" (Oryza sativa) - "masi" and "oba" (Zea mays) - "masi" being the most commonly reported. Slash-and-burn is the main land preparation technique (January-April). Because of the use of fire, many of the agroforestry combinations involve the cultivation of fruit trees along the borders of the cleared plots, rather than their intercropping with the annual crops in an homogeneous mixture.

## Compendio

Para caracterizar la utilización del bosque y los sistemas agroforestales existentes en la región Gardi, Kuna Yala, Panamá, se entrevistaron 63 finqueros, utilizando un formulario-encuesta elaborado específicamente para ese fin.

Se mencionaron las especies arbóreas y agrícolas más usadas, su aprovechamiento y manejo. Se encontraron 72 combinaciones agroforestales, en las cuales aparecen 48 especies de árboles y 16 cultivos (anuales y/o perennes). Las combinaciones más comunes son "masi" (Musa spp.) - "ogob" (Cocos nucifera) y masi-asue (Persea americana). Hay 36 especies utilizadas para fabricar cayucos (botes de madera), de los cuales "pinnu-uala" (Anacardium excelsum) y "mascua-uala" (no identificado) son actualmente las más importantes. Para leña utilizan 32 especies; las principales son: "aili-uala" (mangle) y "sapur-aili" (Byrsonima sp.). En la construcción de casas o chozas se utilizan 40 especies, principalmente "isper-uala" (Manilkara achras) y "usa-uala" (no identificada). Además, mencionaron otros usos de productos del bosque tales como medicinas, artesanía, construcción y alimento.

Los cultivos mixtos son comunes, entre los que se destacan "oros" (Oryza sativa) - "masi" y "oba" (Zea mays) - "masi". El sistema de roza-tumba-quema es la principal forma de preparación del terreno agrícola; esto se lleva a cabo durante los meses secos de enero a abril. Debido al uso del fuego, el componente forestal de muchas de las combinaciones agroforestales, se limita al cultivo de árboles frutales en los bordes de las parcelas (nainu) y no intercalados con los cultivos agrícolas.

## **INTRODUCCION**

El estudio de las técnicas agroforestales tradicionales de los Kuna de Panamá es parte de la primera fase del Proyecto Udirbi (20), en el cual los técnicos Kuna, con asesoramiento de instituciones nacionales e internacionales, llevarán a cabo un plan de manejo de los recursos naturales de la Comarca de San Blas (Kuna-Yala). Con el fin de llevar a cabo un reconocimiento preliminar para obtener información básica sobre el uso de los productos del bosque y los sistemas de cultivo, se hizo una encuesta en la zona de Gardi, Kuna Yala.

La fuente principal de la información recolectada se basó en el conocimiento tradicional de los agricultores. No fue posible verificar en el campo, en la mayoría de los casos, las especies mencionadas por los encuestados. Por lo tanto, en el presente informe se usan los nombres Kuna y estos van acompañados del nombre científico solamente para las especies más conocidas y cuando hubo cierta confianza de que un nombre Kuna correspondía a un nombre científico.

### **Objetivos**

- Obtener información general sobre el uso de la tierra, particularmente en la producción y manejo forestal/agroforestal de Kuna Yala, Panamá.
- Identificar los usos y manejo de árboles, plantas silvestres o cultivadas y los sistemas agrícolas y/o agroforestales existentes en el área de estudio.

## **REVISION DE LITERATURA SOBRE LA CULTURA KUNA**

### **Concepto ecológico**

En cualquier reunión o asamblea, en las diferentes comunidades Kuna, los ancianos hablan a través de cantos metafóricos de la naturaleza que provee a la nación. Dule de alimentos, medicina, materiales de construcción, etc. Howe (23) menciona que, durante las asambleas en la casa del Congreso, el Sayla<sup>1</sup> o cada especialista (Inadulet<sup>2</sup>, Nele<sup>3</sup> y otros) desarrolla seis cantos relacionándolos al "siga igar" (sendero del cacao, Theobroma sp.)<sup>4</sup> y al "purwa igar" (sendero del viento).

---

1 Jefe-dirigente máximo de la comunidad, tiene poder ejecutivo

2 Psico-médico

3 Vidente

4 Generalmente cuando se canta a las plantas es una canción fitotécnica-médica o histórica

En la medicina tradicional, el árbol de balsa (*Ochroma* sp.) juega un papel muy importante ya que con él se elaboran figuras de forma humanoide, las cuales representan al médico espiritual en los rituales. Otras dos plantas muy utilizadas son la ipecacuana y el ají (*Capsicum* spp.). Para cada enfermedad se utilizan plantas específicas, tales como *Clytostoma isthmicum*, *Bradburya plumieri*, *Salvia occidentalis* y *Brickellia diffusa*, las cuales son recolectadas en los campos de barbecho o de sucesión secundaria. También, se utilizan plantas herbáceas y árboles para el maquillaje femenino y para limpiar el cutis; para colorear la cara se usa el "nisar" (*Bixa orellana*), que también se ha utilizado desde antaño en la alimentación. Es delito patear las "palmas" (*Cocos nucifera*). Igual veneración se tiene a las plantas alimenticias, como la yuca (*Manihot* spp.), de la cual desde hace muchos siglos se utiliza su alcohol y/o veneno (32) en la chicha y en la medicina. Esta veneración por ciertas plantas tiene mucha similitud con el agricultor indígena rural del Caribe Taulipang y Arekuna (36) y otros como los Sanemá-Yanoama-venezolanos, quienes veneran el plátano (3).

### **Ubicación geográfica y recursos naturales**

No existe mucha información impresa sobre la Comarca Kuna; la mayoría de los documentos accesibles tratan asuntos antropológicos.

#### **Ubicación geográfica**

La comarca Kuna Yala se ubica al noreste de Panamá (29) y cuenta con una extensión aproximada de 5500 Km<sup>2</sup>, incluyendo la parte continental e islas. Desde Cabo Tiburón, limita con Colombia y colinda con el Parque Nacional Fronterizo Darién (Panamá). Según Holloman (21), se extiende desde 77°30' W, hasta el río Mandinga, subiendo por sus meandros desde la Playa Colorado (Punta de San Blas) a 79° W. La comarca se divide en dos regiones: la parte continental y la parte insular.

1) La parte continental (3500 Km<sup>2</sup>) se divide en dos zonas: la costera y la franja montañosa (35).

-La zona costera se caracteriza por un patrón complejo de bosques primarios y secundarios en todas las etapas de sucesión y pequeñas plantaciones y "nainus" (milpas) cambiantes, a lo largo de los ríos y en las zonas adyacentes a la costa, donde predominan los cocotales (21, 22). Desde el siglo XVII, exploradores escoceses mencionaron las selvas cerradas y amplias sabanas en la Costa Norte de la Bahía de Caledonia (San Blas) (24).

-La franja montañosa, cubierta por bosque primario, se encuentra a elevaciones entre 400-1350 m. Las áreas escarpadas son comunes, con pendientes  $\geq 40^\circ$ .

2) La parte insular incluye más de 360 islas coralinas pequeñas, a todo lo largo de la costa. Ocupa aproximadamente unos 2000 Km<sup>2</sup> (35). En estas islas vive la mayor parte de la población.

## Recursos forestales

Poco se sabe acerca de los recursos forestales de la región. La zona cubierta por bosques de la Comarca constituye el área prístina boscosa más extensa de Panamá (35). También existen terrenos abandonados por la agricultura migratoria, los cuales están compuestos por "barbecho de bosque" (sucesión secundaria temprana), rodales de *Cecropia* y "palmares". Se estima que un 30% de los bosques densos latifoliados ya fueron explotados (16). La vegetación más frecuente en la faja costera está compuesta de manglares, palmares y árboles frutales.

## Zonas de vida y condiciones edáficas

Según el sistema de zonas de vida de Holdridge (20) y el mapa ecológico de Panamá (33), en la Comarca se presentan las siguientes zonas de vida y condiciones edáficas:

- 1) Bosque Húmedo Tropical (bhT). Los suelos son típicamente latosólicos u oxisoles. Son profundos, excepto en laderas empinadas. Estos suelos se encuentran en un balance delicado, bajo cubierta forestal primaria o "virgen".
- 2) Bosque Muy Húmedo Tropical (bmhT), con transición a premontano. Se caracteriza por suelos muy pobres, de baja fertilidad, de drenaje deficiente en los sitios altos y zonales.
- 3) Bosque Muy Húmedo Premontano (bmhP), con transición a tropical; también, con suelos esencialmente pobres.
- 4) Bosque Pluvial Premontano (bpP), que cubre regiones más elevadas, muy empinadas y poco accesibles.

No existen estudios sobre los suelos de la Comarca (1). En las costas, predominan suelos arcillosos o arenosos (21, 22).

## Clima

La temperatura media anual varía entre 24<sup>0</sup>C-27<sup>0</sup>C. La precipitación varía entre 2600 - > 4000 mm/año, dependiendo de la elevación. La humedad relativa es alta debido a la presencia de los vientos alisios del norte y del este.

## Agricultura

Las comunidades ubicadas en la parte continental siempre tienen huertas caseras (6). El Kuna practica la agricultura rotativa y siembra cultivos intercalados, a veces con árboles (p. e. frutales) (8, 22).

Para el establecimiento de parcelas pequeñas (nainumar), durante la estación seca se tala el bosque y se quema. En algunas regiones, se hace la tala pero no se quema (8). La parcela se utiliza por uno o dos años, mientras dura la fertilidad del suelo. Luego, se abandona por algunos años, quedando libre la parcela a la regeneración natural. Generalmente, esta práctica no daña ni deja huellas serias en los suelos (15). La poca densidad de la población posibilita esta forma de agricultura de subsistencia suplementada por la caza y la pesca (5, 7, 15).

La mayor fuente económica es el "ogob" (coco) (Cocos nucifera) (21, 22, 32) variedad "San Blas" (17, 27). En 1949, la exportación anual de coco a Colombia era estimada en casi 180 millones. Pero, en 1964, esa exportación sólo alcanzó 40 millones (21).

Otros de los cultivos comerciales que nuevamente están tomando auge, son: el "masi" (plátano o banano) (Musa spp.) y el "ause" (aguacate) (Persea americana, Mill). Entre los cultivos básicos se destaca "oba" (maíz) (Zea mays L.) que es parte de la cultura de nuestro continente (34); en Panamá, data por lo menos desde 1500 A.C. (7). También se cultiva "mama" (yuca o mandioca) (Manihot esculenta, Crantz); este cultivo es muy antiguo en la dieta Kuna (32), como también lo es la leche de coco (desde el siglo XIX). Otros son el "oros de secano" (arroz - Oryza sativa L.), "oros quinnit" (arroz rojo o macho - O. rufipogon), "kay" (caña de azúcar - Saccharum officinarum L.), "ga" (Chile picante - Capsicum spp.), "dargua" (taro u otoa - Xanthosoma sagittifolium, Schott), "wagub" (ñame Dioscorea spp.), "wagub ochi" (ñampí dulce - Dioscorea spp.), "pugkua" (22), (ñampí blanco - Dioscorea spp.), "gualu" (camote o batata - Ipomoea batatas L.), "moe" (Cucurbitaceae) y diversos frutales. El bosque también ofrece muchas plantas silvestres a la dieta del Kuna, así como árboles para madera, caucho (32), frutas, semillas, resinas, medicinas, etc.

Entre los árboles aprovechables existen: Dendropanax sessiliflorus (Araliaceae), Gyranthera darienensis (Bombacaceae), Lecythis ampla y Eschweilera panamensis (Lecythidaceae), Lonchocarpus pentaphyllus (Papilionaceae), Brosimum guianense y B. utile (Moraceae), Heisteria longipes (Olacaceae), Trichospermum mexicanum, Apeiba Tibourbou (Tiliaceae) y Compsonera sprucei (Myristicaceae) (25). Según Duke (14), también se encuentran Quararibea sanblasensis (Bombacaceae), Guarea multiflora (Meliaceae) y Cassia maxonii (Caesalpinaceae).

## METODOLOGIA

### Selección y descripción del área de estudio

Se seleccionó la región de Gardi o Cartí (fig. 1) porque:

- a) Aquí se iniciará el Proyecto Udirbi\*
- b) Aceptabilidad de una encuesta por los habitantes de la región, quienes están enterados sobre las actividades del Proyecto Udirbi

---

\*Proyecto de Estudio para el Manejo de Areas Silvestres de Kuna Yala, (PEMASKY)



- c) Es una de las regiones más tradicionales (culturalmente hablando) de la Comarca Kuna Yala
- d) Su topografía y clima tienen aptitud forestal y agroforestal
- e) La zona estará afectada inmediatamente y cada día en mayor grado, por la construcción del nuevo camino LLano-Cartí (11, 26).

El sector Cartí pertenece al Corregimiento N<sup>o</sup> 1 de Kuna Yala (Comarca de San Blas). Al Oeste colinda con la provincia de Colón y al Norte, con el mar Caribe. Al Sur, colinda con la provincia de Panamá y la provincia de Darién.

El área de la encuesta se ubica dentro del Golfo de San Blas y/o Mandinga. Se compone de 21 comunidades insulares y 3 continentales (la planicie de Mandinga y Gangandi). La faja costera de esta planicie abarca una faja de 2-6 km de ancho en el sector noroccidental. De allí comienza las zonas montañosas, de 400-700 de elevación y escarpadas con pendientes de 40 - 45<sup>o</sup>. Los estudios provisionales de FAO indican que la única área extensa de suelos agrícolas, aptos para uso intensivo y capaces de dar elevada producción con cultivos permanentes son los ubicados en la planicie y laderas suaves, alrededor de Gangandi y Mandinga (1, 16, 30).

## **Elaboración del cuestionario**

### **Antecedentes y preparación del cuestionario borrador**

El cuestionario usado para la encuesta, fue adaptado de un cuestionario agroforestal preparado para la zona de Puriscal, Costa Rica. Para modificarlo, se tomaron en cuenta las diferencias fundamentales entre las dos zonas agrícolas y el uso de recursos naturales. El cuestionario borrador se elaboró en español y no se tradujo al idioma Kuna debido a que éste aún no tiene escritura homogénea.

### **Prueba del cuestionario y encuestadores**

Se hizo una prueba del cuestionario para conocer el grado de aceptación de la encuesta por los habitantes y para detectar si la traducción directa (en el momento de la entrevista) del español al idioma Kuna era factible. Se trató de evaluar la estructura de las preguntas para identificar posibles errores y palabras que podrían crear confusión a los encuestadores y encuestados. Además, la prueba sirvió para calificar la capacidad, actitudes y aptitudes de los potenciales encuestadores. En esta etapa se llenaron seis cuestionarios. Hubo una buena aceptación de parte de los agricultores de la región. Como resultado de la prueba, se agregaron algunas palabras en Kuna, para su mejor interpretación. Además, esta prueba nos impulsó a preparar un "manual" de uso del cuestionario para los encuestadores.

Antes de seguir adelante con la encuesta, se llevó a cabo un seminario con los cinco encuestadores. Sólo dos de ellos eran del primer grupo de encuestadores que hicieron la prueba del cuestionario. Todos los encuestadores eran de la Comarca, pero sólo uno de ellos era de la región de Gardi. Los encuestadores

eran jóvenes estudiantes universitarios de diferentes disciplinas. En el seminario se dio énfasis a la explicación de los objetivos del Proyecto, la terminología popular, la descripción del trabajo, la confidencialidad de la información y la explicación del cuestionario. Se simuló una entrevista entre los encuestadores para así lograr la traducción más correcta, más directa, de cada pregunta del cuestionario en español al Kuna (la entrevista se realizó en Kuna). Se preparó psicológicamente a los encuestadores. Se le indicó al encuestador, que para ser mejor aceptado por el entrevistado, debería asumir una actitud de respeto e interés hacia el ámbito privado del agricultor y sus opiniones.

Cabe mencionar que durante tres días, se recibió la asistencia de algunos maestros de las escuelas locales. Ellos por la experiencia que tienen en manejar encuestas para el Gobierno, por su conocimiento de las comunidades y del idioma Kuna, resultaron ser más eficientes que nuestros encuestadores.

### **Implementación de la encuesta**

La región fue estratificada provisionalmente con base en la calidad de sus suelos, según conocimientos locales. En cada estrato, se eligieron 2-3 comunidades de las cuales se entrevistó a algunos de sus habitantes. Por falta de un censo adecuado, no fue posible hacer una selección al azar de las personas a encuestar en cada comunidad. Se hizo un "muestreo accidental", o bien, se eligieron aquellas personas que mostraron buen espíritu de cooperación y con más conocimientos tradicionales ("Purposive sampling"). La meta fue completar más de 120 cuestionarios (30 por estrato), pero, sólo fue posible completar 63 (4). En total, se incluyeron siete comunidades (Cuadro 1). Debido al número reducido de encuestas que se completaron y en vista de que no se puede definir cual parte de la población es representada por los resultados, las encuestas se analizaron en conjunto, sin tratar de diferenciar entre "estratos" y sin hacer análisis estadísticos.

**Cuadro 1. Distribución de la muestra por comunidades**

Comunidades	Número de encuestas
Wichub-Huala (W/H)	11
Nalunega (N)	9
Mandi Ubigandup (M/U)	22
Ailidup (AI)	6
Aridup (AR)	8
Gardi Sugdub y Gardi Yandup (GS/Y)	7
TOTAL	63

Antes de aplicar la encuesta, en cada comunidad en su respectivo congreso (reunión de los habitantes), se dio la explicación de los motivos objetivos y contenido de la encuesta. Además de la información solicitada en el formulario,

se anotó aparte, información adicional recogida por medio de la observación directa, visitas al campo con los agricultores y conversaciones informales.

Cada entrevista duró entre 1 y 2 horas. Los encuestadores pudieron visitar de dos a tres agricultores por día (en las casas, no en los "nainus"). Dos supervisores revisaron diariamente cada respuesta y discutieron con el encuestador cualquier resultado anormal.

Los mejores encuestadores resultaron ser aquellos que vivían en la zona y no los graduados universitarios, quienes habían perdido el contacto directo con la agricultura tradicional. Hubo problemas por la traducción imprecisa de algunas de las preguntas por parte de los encuestadores. La colaboración de los agricultores fue muy buena; solo unos cuantos estuvieron reacios.

No es práctica común entre los Kunas el uso de medidas de superficie; por tal razón las respuestas a las preguntas sobre áreas bajo diferentes usos de la tierra no son confiables. En muchas ocasiones el agricultor no contestó algunas preguntas del cuestionario, quizá porque no entendía lo que se le preguntaba o por ser algo no muy común en la región; otros, por falta de experiencia. Se notó la resistencia a responder a algunas preguntas, como por ejemplo, especificar cuántos "nainus" (parcelas) tienen y la ubicación de las mismas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Aspectos generales de un "nainu"\*

#### Tenencia de la tierra

No hubo una pregunta específica sobre la "tenencia de la tierra" debido a la resistencia contra este tipo de información. Sin embargo, en la región encuestada, la tenencia de la tierra presenta seis categorías: tierra heredada, tierra propia, tierra familiar, tierra comunal, tierra de asociados o grupos y tierra prestada

Tierra heredada: los hijos, en el momento de casarse o poco antes, reciben de sus padres un "nainu" la cual tendrán que trabajar y se convertirá en propiedad personal heredada. La mujer no hereda "nainu" de su esposo y viceversa. Los únicos que pueden heredar son sus hijos, pero si no han tenido hijos, las parcelas vuelven de nuevo a los familiares del cónyuge muerto. En este caso, al marido que trabajó la tierra de su esposa se le indemniza; el esposo solo administra las parcelas de su esposa, sin tener derecho de propiedad o capacidad para venderlas.

Tierra propia o individual: es obtenida del esfuerzo propio del individuo, trabajada a partir de "tierras vírgenes" (neg serret).

---

\*Semánticamente, "nainu" significa "tierra propia" o parcela de siembra

El manejo y la obtención de productos de la tierra familiar, son funciones de la herencia familiar o representan un trabajo en conjunto; son acciones rotativas, entre los miembros de la familia. Por ejemplo, si en un rodal de "ogob" (Cocos nucifera, L.) hay cuatro miembros en el grupo familiar, a cada uno le toca el turno de cuidar y de aprovechar los productos mensualmente o bien durante tres meses del año.

Tierra comunal es la que pertenece a una comunidad y es dirigida por el "nekuebur nainu dummat" o "nalnu sayla" (jefe de la parcela comunal). El manejo lo realizan los propios habitantes de la comunidad. Cada comunidad de la región tiene esta forma de tenencia de la tierra. Cada cierto tiempo hay labranza de terrenos, como también de manejo de la cosecha. Los productos se reparten entre los trabajadores (y aún entre los que no trabajaron). En algunos casos, una parte de la cosecha se comercializa. La propiedad comunal está cediendo paso a las formas de organización en grupos o de individuos.

En casi todas las comunidades existe una porción de tierra que se trabaja en asociaciones o grupos. Por ejemplo, una asociación agrícola (tipo cooperativa) puede tener 30 miembros; el manejo es conjunto. Los productos se reparten equitativamente entre sus miembros o se comercializa. En cada comunidad, pueden haber varios grupos que son asociaciones.

La tierra prestada es manejada por un agricultor que no es su dueño sino que es un administrador. En este sistema, las ganancias se comparten con el dueño en un porcentaje convenido previamente.

Existen cultivos comerciales de "ogob" (Cocos nucifera); "masi" (Musa spp.); y de subsistencia "oba" (Zea mays); "oros" (Oryza spp.); "mama" (Manihot esculenta), y otros, en tierras propias, familiares, comunales y de asociaciones. En este último, el propósito de la producción es más comercial que de subsistencia. Las categorías de tenencia más comunes (en orden descendente de ocurrencia) son: las "propias", "familiares" y "comunales". Muchos encuestados dieron datos sobre terreno familiar, pero no de manera específica. También, estas categorías funcionan en las parcelas localizadas en las islas del archipiélago ("nainu dup"). En la región encuestada se encontró poca tenencia de "nainu dup". Estas islas están compuestas en su mayoría de cocotales puros.

Lo mínimo que un agricultor de esa región puede tener es de 1-3 "nainu"; lo máximo sería de 4-8, incluyendo la familiar, comunal y la del grupo. Los tipos de "nainu" que existen son los siguientes (ver apéndice II): 1. "nainu serret" (bosque secundario viejo); 2. "nainu serret nuchukua" (bosque secundario joven); 3. "nainu matuled" (rastros); 4. "nainu" (cultivada) y 5. "nainu dup" (parcela isla). Además, hay "nainu" especializados según el suelo apropiado para un tipo de cultivo (monocultivo), p.e., "oros nainu" (parcela de arroz), "masi nainu" (banano/plátano), "ob nainu" (de maíz), "ogob nainu" (coco). Se puede comprar o vender el "nainu", o los derechos de cultivar un "nainu".

El manejo y la obtención de productos de la tierra familiar, son funciones de la herencia familiar o representan un trabajo en conjunto; son acciones rotativas, entre los miembros de la familia. Por ejemplo, si en un rodal de "ogob" (Cocos nucifera, L.) hay cuatro miembros en el grupo familiar, a cada uno le toca el turno de cuidar y de aprovechar los productos mensualmente o bien durante tres meses del año.

Tierra comunal es la que pertenece a una comunidad y es dirigida por el "nekuebur nainu dummat" o "nalnu sayla" (jefe de la parcela comunal). El manejo lo realizan los propios habitantes de la comunidad. Cada comunidad de la región tiene esta forma de tenencia de la tierra. Cada cierto tiempo hay labranza de terrenos, como también de manejo de la cosecha. Los productos se reparten entre los trabajadores (y aún entre los que no trabajaron). En algunos casos, una parte de la cosecha se comercializa. La propiedad comunal está cediendo paso a las formas de organización en grupos o de individuos.

En casi todas las comunidades existe una porción de tierra que se trabaja en asociaciones o grupos. Por ejemplo, una asociación agrícola (tipo cooperativa) puede tener 30 miembros; el manejo es conjunto. Los productos se reparten equitativamente entre sus miembros o se comercializa. En cada comunidad, pueden haber varios grupos que son asociaciones.

La tierra prestada es manejada por un agricultor que no es su dueño sino que es un administrador. En este sistema, las ganancias se comparten con el dueño en un porcentaje convenido previamente.

Existen cultivos comerciales de "ogob" (Cocos nucifera); "masi" (Musa spp.); y de subsistencia "oba" (Zea mays); "oros" (Oryza spp.); "mama" (Manihot esculenta), y otros, en tierras propias, familiares, comunales y de asociaciones. En este último, el propósito de la producción es más comercial que de subsistencia. Las categorías de tenencia más comunes (en orden descendente de ocurrencia) son: las "propias", "familiares" y "comunales". Muchos encuestados dieron datos sobre terreno familiar, pero no de manera específica. También, estas categorías funcionan en las parcelas localizadas en las islas del archipiélago ("nainu dup"). En la región encuestada se encontró poca tenencia de "nainu dup". Estas islas están compuestas en su mayoría de cocotales puros.

Lo mínimo que un agricultor de esa región puede tener es de 1-3 "nainu"; lo máximo sería de 4-8, incluyendo la familiar, comunal y la del grupo. Los tipos de "nainu" que existen son los siguientes (ver apéndice II): 1. "nainu serret" (bosque secundario viejo); 2. "nainu serret nuchukua" (bosque secundario joven); 3. "nainu matuled" (rastros); 4. "nainu" (cultivada) y 5. "nainu dup" (parcela isla). Además, hay "nainu" especializados según el suelo apropiado para un tipo de cultivo (monocultivo), p.e., "oros nainu" (parcela de arroz), "masi nainu" (banano/plátano), "ob nainu" (de maíz), "ogob nainu" (coco). Se puede comprar o vender el "nainu", o los derechos de cultivar un "nainu".

## **Bosque primario ("Neg serret") y Bosque secundario viejo ("Nainu serret")**

El 11% de los encuestados dijeron tener bosque primario ("neg serret") (Cuadro 2). Los encuestados de las comunidades de Wichub-Huala, Nalunega, Mandi Ubigandup y Gardi Sugdub/Yandup mencionaron tener "neg serret". Sin embargo, es dudoso que esa información sea correcta debido a que: a) el término "neg serret" quizás no fue usado correctamente por los encuestadores y en la encuesta muchas veces el encuestador o el entrevistado lo utilizaron para referirse al "nainu serret" (bosque secundario viejo) sin uso por más de 15 años; b) en la Punta de San Blas (que está cerca de las tres primeras comunidades mencionadas) es casi imposible que exista "neg serret", pues en la región operó una base militar de los Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial. Además, en las planicies de Mandinga las cuales se unen con la Punta de San Blas, operó una compañía estadounidense explotadora de bananos (21). c) normalmente en la sociedad Kuna no se puede ser dueño del "neg serret". Para ser dueño del "neg serret", primero debe establecer su "nainu" en parte del terreno y en lo que queda de bosque, este se delimita de inmediato. Ese "nainu" ya será suyo para el resto de su vida. En la zona de influencia de la nueva carretera Llano-Cartí puede que hayan dueños o propietarios de "neg serret", pero sólo un entrevistado contestó que sí tenía una parcela en ese sitio.

En la región de Gardi-Sugdub, la colonización de tierras vírgenes en las regiones altas y con pendientes muy marcadas, se realiza a través de la carretera en construcción (Llano-Cartí), debido a que toda la tierra agrícola cercana a la costa ya está ocupada por "nainus". Muchos de los colonos son jóvenes que, idealizados por la educación agrícola recibida, desean demostrar y poner en práctica sus conocimientos y experiencias de otros lugares haciendo sus "nainus" con técnicas "mejoradas".

De acuerdo al Cuadro 2, el 89% de los propietarios tenían "nainu serret". Fue principalmente en Wichub-Huala y Nalunega en donde se mencionó que había menos "nainu serret" debido a que estas zonas es donde hay poco terreno disponible para trabajo y por lo tanto, no lo pueden dejar en "nainu serret". Una razón por la cual una persona es propietaria de un "nainu serret", es porque ya no trabaja el terreno (jubilado, comerciante o empleado del gobierno).

En general, para la siembra de cultivos anuales y perennes mixtos, el 48% de los encuestados utilizó terreno no cultivado en el año anterior (Cuadro 3), pero para el establecimiento de una combinación agroforestal, el 71% de los campesinos encuestados limpió el terreno no cultivado. Quizás, en el último caso, hay menos rotación entre barbecho y cultivo debido a la presencia de especies perennes y por lo tanto, restricciones en el uso del fuego.

**Cuadro 2. Propietarios de bosque primario y bosque secundario viejo, por comunidad (%)**

Comunidades	W/H	N	M/U	I	AR	GS/Y	TOTAL
Bosque Primario	27	22	5	0	0	14	11
Bosque Secundario	82	56	100	100	100	86	89

**Cuadro 3. Uso de la tierra, antes de su uso actual, por comunidad (%)**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y
<u>Agrícola</u>						
Cultivado	27	22	14	0	0	14
No cultivado*	27	33	55	67	63	43
<u>Agroforestal</u>						
Cultivado	36	22	14	0	0	0
No cultivado*	45	44	82	100	63	100

\* Barbecho o bosque

En los "nainu" la mayoría de los campesinos (49%) practican cultivos continuos de 1 a 6 años (Cuadro 4). La mayoría (60%) deja el terreno en descanso por 4-14 años (nainu nuchukua) y sólo el 8% permite que un "nainu serret" desarrolle. Lógicamente, cuando hay cultivos mixtos, hay una tendencia a extender el tiempo de cultivo.

**Cuadro 4. Uso de terreno (% de encuestados): período en cultivo y en descanso (años)**

Duración	Cultivo	Descanso
1-3	36	19
4-6	13	40
7-9	5	3
10-14	8	17
15-20	-	6
> 21	-	2
Sin respuesta	38	13

## Actividad agropecuaria\*

Los porcentajes de encuestados para cada comunidad, que afirmaron tener cultivos mixtos (anuales y/o perennes), fueron los siguientes: Wichub Huala 36%, Nalunega 67%, Mandi Ubigandup 68%, Ailidup 67%, Aridup 88% y Gardi Sugdub/Yandup 57%. En promedio, el 63% de los encuestados manifestó tener por lo menos una combinación de cultivos mixtos, los cuales siempre se encuentran en tierra firme. La práctica ganadera no existe en esta región.

La encuesta detectó 38 combinaciones de cultivos mixtos (Cuadro 5). Los cultivos de mayor importancia son: Oros sipu (*Oryza sativa*, L.), oros kinnit (*O. rufipogon* Griff.), oba (*Zea mays*, L.) y kay (*Saccharum officinarum*, L.). Masi (*Musa* spp.) es el cultivo que tenía más combinación, apareciendo en 23 combinaciones. Le sigue *Manihot esculenta*, la cual aparece en 17 combinaciones. Entre otras verduras, en menor escala, están el dargua (*Xanthosoma* spp.), wagub (*Dioscorea* spp.), wari (*Dioscorea* sp.) y gualu (*Ipomoea batatas*, L.). Las hortalizas que producen son: osi (*Ananas comosus*, L. Merr.), ga (*Capsicum* spp.), uarsuit (*Nicotiana tabacum*) y moe (*Cucurbita* spp.). No se detectó diferencia entre comunidades. Es posible que muchos encuestados no mencionaran todas las especies que cultivan, sino solamente las más importantes. Los cultivos anuales mencionados por los encuestados fueron los más usados en sus dietas.

**Cuadro 5. Combinaciones de cultivos en un "nainu"**

Combinaciones	% encuestados
oros + masi ( <i>Oryza</i> + <i>Musa</i> )	21
oba + masi ( <i>Zea mays</i> + <i>Musa</i> )	14
oba + mama ( <i>Zea mays</i> + <i>Manihot esculenta</i> )	8
masi + osi ( <i>Musa</i> spp. + <i>Ananas comosus</i> )	6
oros + mama ( <i>Oryza</i> spp + <i>Manihot esculenta</i> )	6
oros + oba ( <i>Oryza</i> spp + <i>Zea mays</i> )	5
mama + wagub ( <i>Manihot esculenta</i> + <i>Dioscorea</i> spp.)	3
masi + kay ( <i>Musa</i> spp. + <i>Saccharum officinarum</i> )	3
masi + dargua ( <i>Musa</i> spp. + <i>Xanthosoma</i> spp.)	3

\*Nombres comunes en español de las principales especies mencionadas en el texto:

OB-DUDU : maíz tierno o nuevo      SIA : cacao  
DARGUA : otos, taro      GABI : café  
OROS SIPU : arroz (blanco) de secano      WAGUB : ñame  
OROS KINNIT : arroz colorado o macho      OBA : maíz  
MAMA : yuca o mandioca      WARI : ñampí  
GUALU : batata o camote      MOE : zapallo  
MASI : plátano, banano      OSI : piña  
GA : chile picante      UARSUIT : tabaco  
KAY : caña de azúcar



También se registraron combinaciones más complicadas; como por ejemplo:

1) masi (Musa spp.) + mama (Manihot esculenta) + wagub (Dioscorea spp.) + osi (Ananas comusus) [2%],

2) masi (Musa spp.) + mama (Manihot esculenta) + gabi<sup>1</sup> (No identificado) + wari (Dioscorea spp.) + wagub (Dioscorea spp.) + moe (Cucurbita spp.) [2%],

3) mama (Manihot esculenta) + gabi (No identificado) + papaya (Carica papaya) + gualu (Ipomoea batatas) + moe (Cucurbita spp.) [2%].

4) mama (Manihot esculenta) + asi (Ananas comusus) + masi (Musa spp.) + kay (Saccharum officinarum) [2%].

Comúnmente, estos cultivos no están en hileras, sino en mezclas, dispersos y frecuentemente dentro del bosque de ogob (Cocos nucifera) de más de 20 años (con excepción de Zea mays y Oryza spp., los cuales generalmente no se cultivan bajo C. nucifera).

**Cuadro 6. Cultivos anuales preferidos, por comunidad (% de encuestados)**

Cultivo	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	TOTAL
oba ( <u>Zea mays</u> )	64	56	77	100	100	100	79
oros ( <u>Oryza spp.</u> )	27	56	86	100	100	71	73
mama ( <u>Manihot esculenta</u> )	9	11	5	17	0	29	10
moe ( <u>Cucurbita spp.</u> )	18	11	5	0	0	0	6

De las combinaciones de cultivos mixtos, masi (Musa spp.), aparece en un 22% y kay (Saccharum officinarum) en 13%. De menor frecuencia en las combinaciones, le sigue Theobroma sp. y el gabi\*.

Los encuestados manifestaron que los cultivos mixtos, comparados con los monocultivos, favorecen una mayor producción (48%), principalmente porque se obtienen varios productos diferentes en un solo "nainu". Un 5% de los agricultores contestó que el cultivo mixto los perjudicaba. Algunos de los argumentos dados: "hay cultivos como el wagub (Dioscorea spp.), y wari (Dioscorea spp.) que son enredaderas que impiden crecer a otros"; "hay muchas hormigas arrieras"; "nacen gusanos e insectos que atacan a las plantas sanas", etc. Para saber si el asocio de cultivos favorecía o perjudicaba se incluyeron dos preguntas en el cuestionario. Varios mencionaron que los pájaros perjudicaban más cuando hay asociación. Pero, "el perjuicio es menor, por haber bastante

\*Café, pero además de Coffea spp. utilizan otro género; todos se llaman "gabi"

comida para los pájaros y para nosotros". Pero estas preguntas no recibieron mucha importancia por parte del encuestado. Muchos de los encuestados no entendieron bien la idea de comparar sus cultivos mixtos con monocultivos debido a que no practicaban el último sistema y por lo tanto, no tuvieron un criterio definido para juzgar las preguntas.

En la región, es común el uso continuo de la parcela por 1-5 años, o aún más. Esta situación se presenta con el maíz y el arroz. Pocos agricultores practican la rotación anual de cultivos. Ejemplos de rotación:

A) Oryza spp dos años continuos; Zea mays, dos años más y finalmente Manihot esculenta;

B) Oryza spp y Zea mays durante un año; luego dargua (Xanthosoma) y Dioscorea spp. otro año; descanso un año; Manihot esculenta un año y luego se deja la parcela en descanso;

C) Musa spp. y moe Cucurbita spp. por un año; (Musa spp. y dargua Xanthosoma y Dioscorea spp. durante otro año; Musa spp. por dos años y luego descanso;

D) Musa spp. y Zea mays un año; Musa spp. y Cucurbita y Xanthosoma un año y finalmente, Musa spp. por varios años.

El calendario agrícola (tala, quema, siembra, labores de cultivo y cosecha) se presenta en el cuadro 7. Los cultivos mencionados en el resto de los cuadros, son los principales entre las varias especies que manejan los agricultores. Es bien claro que el agricultor de esta región aprovecha el verano para talar y quemar (enero-febrero y marzo-abril, respectivamente), pero algunos no queman debido a que quizás empiezan tarde la preparación de la parcela, cuando ya ha entrado el invierno o bien, porque no acostumbran esta práctica. La siembra se hace al principio del invierno, especialmente en mayo. El cuidado del cultivo se hace principalmente en los tres primeros meses después de la siembra, pero algunos agricultores no lo practican o lo hacen irregularmente. Por ejemplo, se cortan las malezas, arbustos y árboles delgados en un bosque e inmediatamente después se siembra. Al día siguiente o en el mismo día de la siembra, se tumban los árboles grandes y el campo sembrado se deja sin hacer otra labor hasta la cosecha. Esto se practica con Zea mays y Musa spp. De las gramíneas mencionadas, algunas tienen maduración temprana (hasta de tres meses, como Oryza rufipogon, y otras maduración tardía, como S. officinarum que dura más de un año para su corta. Musa spp.; da la primera cosecha al año y tres meses.

**Cuadro 7. Calendario agrícola. Número de veces mencionadas, cada mes, para cada actividad**

	Cosecha (Zea mays)											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Corte	30	16	4							1		6
Quema	1	11	25	16								1
Siembra		1	3	16	32							2
Limpia de malezas			1	2	8	9	8		1			
Cosecha				1	4	2	1	15	19	15	1	
Otras												1
Corte	31	16	3		1							3
Quema	1	10	24	14		1						
Siembra	1		4	14	30	1						
Limpia			1	2	7	10	7	1				
Cosecha				1	2	4	2	19	18	10	1	1
Otras												
Corte	2	5	1									
Quema		1	2	3								
Siembra		1	1	2	3							
Limpia					1	1	2	1				
Cosecha		1	2	2	1							
Otras												
Corte	3		1									
Quema			2	2								
Siembra				2	2							
Limpia												
Cosecha			1	1	2			1				
Otras												
Corte	6	6	1									
Quema		3	6	6								
Siembra			3	3	8							
Limpia						3	3	2		1		
Cosecha		1		3	3	1	1		2	1		3
Otras												
Corte	7											
Quema	1	3	5									
Siembra			1	6								
Limpia												
Cosecha			4						3	1		
Otras												

## Actividad agroforestal

El 87% de los encuestados dijeron que tienen cultivos asociados con árboles (Cuadro 8). Sin embargo, no quedó claro si los árboles mencionados estaban en el perímetro de la parcela (principalmente, frutales) o mezclados con los cultivos.

La inclusión de árboles dentro de un "nainu" no es muy frecuente, debido al uso del fuego. A pesar de esta restricción, la práctica del asocio de cultivos con árboles maderables comienza a incrementarse en la región.

**Cuadro 8. Presencia de árboles dentro o en los linderos de las parcelas (% encuestados), por comunidad**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	(%)
Mezclados	82	89	91	83	75	100	87
Solo árboles	73	56	64	100	25	57	62
Linderos	91	100	95	100	100	86	95

La modalidad de "nainu" manejado con sistemas agroforestales tradicionales, es característica del área continental. Por ejemplo, la siembra de cultivos anuales entre árboles de Cocos nucifera de más de 20 años, es bastante común en el continente, pero no ocurre en la "parcela isla".

Se presentaron 72 combinaciones o asociaciones de árboles con cultivos que contienen hasta 15 especies mezcladas (entre árboles y cultivos). Los cultivos agrícolas están dispersos en los espacios entre los árboles. Las asociaciones de árboles con cultivos que predominan son: Musa spp. - Cocos nucifera (22%); Musa spp. - Persea americana (21%) y S. officinarum - C. nucifera (8%). También, se presentaron ocho asociaciones de árboles sin cultivos. Por ejemplo, C. nucifera - P. americana; Mangifera indica - Anacardium occidentale; P. americana - Pouteria sp.; M. indica - C. nucifera; C. nucifera - Crescentia cujete; Cocos nucifera - Citrus spp.

El componente agrícola más común es Musa spp. El 60% de las 72 combinaciones tiene Musa spp., como un componente y el 14% tiene S. officinarum. Mama (Manihot esculenta) aparece en 17% de las 72 combinaciones. También, se presentaron combinaciones de árboles con las Poaceas, las cuales, en teoría, necesitan más luz solar, p.e. Oryza spp. Zea mays.

En las 72 combinaciones registradas, las especies de árboles más comunes son: Persea americana, C. nucifera, Mangifera indica e Inga spp. La presencia de estas especies, en el total de las combinaciones, fue de 38%, 33%, 18% y 24%, respectivamente. Se registraron 48 especies arbóreas, la mitad de ellas maderables de poco uso. Este sistema de producción se ha desarrollado

desde hace mucho tiempo, en forma natural. Por ejemplo, el agricultor aprovecha la regeneración natural de C. nucifera para transportarlas a otros sitios del "nainu" y les da un distanciamiento adecuado. Con nalup (Bactris gasipaes) ocurre lo mismo.

El 72% de los agricultores contestó que les favorece el asocio de cultivos con árboles. Por otro lado, el 65% contestó que no les perjudicaba la combinación. Al analizar la información dada por los agricultores sobre ventajas y desventajas de combinar árboles con cultivos, se pueden identificar las características que deben tener prioridad en la búsqueda para establecer asociaciones agroforestales nuevas, que sean aceptables por los agricultores.

## **Ventajas**

Para el agricultor de la región de Gardi o Cartí, la principal ventaja que presenta el sistema es el hecho de hacer un uso más intensivo del suelo: "obtiene varios productos del mismo lugar..."; "...se aprovecha el espacio entre árboles..."; "la finalidad es establecer una productividad sostenida del suelo"; "mejor producción de los cultivos..."; "se aprovechan los árboles frutales asociados con cultivos como fuente de sombra"; "mejora el microambiente...". Se obtienen productos alimenticios (frutas principalmente) y de las ramas secas se corta leña. Los árboles frutales sirven como indicadores de límites y, dentro de la cultura Kuna, dan la bienvenida al visitante y a la fauna silvestre para detenerse a tomar una fruta y descansar. Algunos producen materia orgánica por la gran cantidad de hojas que cae al suelo: "...fertiliza la tierra..."; "...da sombra y abono a los cultivos...". Estos, a su vez, impiden el crecimiento de las malas hierbas: "...poca mala hierba...". Son una fuente de aporte de nitrógeno al suelo (leguminosas): "...son amigos de los cultivos". También, dan protección a los cultivos: "...esconde los cultivos de los pájaros..."; "...protege del viento...".

## **Desventajas**

Cuando hay una alta densidad de árboles asociados con cultivos, se presentan algunos problemas como "exceso de sombra para el kay, (S. officinarum), oros (Oryza spp.), oba (Z. mays) y masi (Musa spp.). "competencia por luz y alimento...". La competencia por agua y/o nutrimentos ha sido observada; "...suelo caliente..."; "...daña al suelo...". Es posible que este resultado se debe al efecto alelopático (es decir, la producción de sustancias fitotóxicas por los árboles). También, los árboles pueden atraer animales o insectos dañinos: "...hospedero de hormigas..."; "...hospedero de gusanos, animales, pájaros, etc.".

## **Características deseables**

Para promover la inclusión de árboles con los cultivos, con base en los párrafos anteriores, podemos deducir que las especies arbóreas deben tener las siguientes características:

1. Uso múltiple, especialmente, deben producir frutas comestibles tanto por humanos como por animales

2. Vida larga, para que sirva para delimitar las parcelas
3. Resistentes al fuego

### **Características no deseables**

1. Dar sombra excesiva
2. Competir con el cultivo por agua y nutrimentos
3. Ser hospedero "alterno" de insectos o animales dañinos

Estos árboles pueden tener otras ventajas, como mejoramiento del suelo y del microambiente de los cultivos, pero, para poder "vender" su aceptación por los agricultores, tienen que cumplir con las características mencionadas.

### **Manejo del componente arbóreo**

El 37% de los encuestados manifestó practicar "corta de ramas bajas". El 32% practica la "entresaca". El 13% hace la "poda" y el 5% hace "descumbre completo". Del 22% que tienen otros tipos de manejo, el 5% y el 14% deja los árboles tal como están (es decir, no los cortan cuando limpian un "nainu"). Individualmente, algunos entrevistados indicaron lo siguiente: "que el corte de raíces en algunos árboles acelera la floración y/o mejora la planta; "para el ogob (*C. nucifera*) utilizan la quema controlada cuando no crece bien el árbol"; "para aumentar las ramificaciones, se corta la rama principal en un árbol".

### **Arboles de delimitación**

Los agricultores siembran árboles como indicadores de los límites del "nainu" y para la producción de frutos. También, utilizan árboles silvestres para los mismos propósitos, dejados sin tumbiar al establecerse un "nainu". No solamente utilizan árboles, sino también especies sobresalientes de cultivos anuales o perennes, en hileras, en los límites. El 95% de los encuestados tiene delimitaciones vivas (Cuadro 8), pero, la mayoría no tiene cercos vivos, setos vivos, barreras cercas, alambradas, etc.

El árbol frutal y los cultivos de delimitación, también sirven secundariamente para atraer animales silvestres, para la caza. Dentro de la cultura Kuna el animal, como ser viviente, tiene todo el derecho al alimento y el "ganado silvestre" (fauna silvestre) que se alimente dentro del "nainu", pertenece al dueño de ese "nainu".

Se mencionaron 27 especies vegetales como limitadoras de "nainu" (Cuadro 9). Los árboles frutales son los más comunes, entre ellos se destacan seis especies. El mango (*M. indica*) (40%), asue (*P. americana*) (38%), nalup (*Bactris gasipaes*) (27%), ogob (*C. nucifera*) (24%), naba (*Crescentia cujete*) (21%) y marya (*Inga spp.*) (17%). En menor grado, también se encuentran las maderables como las especies: nuinu-uala (*Bombacopsis sessilis*), isper-uala

(Manilkara achras) igsi-uala (Bombacopsis quinatum) igua-uala (Dipteryx panamensis).

**Cuadro 9. Principales especies arbóreas de delimitación  
(en % de entrevistados que las tienen)**

----- Especies -----	Cantidad (%)
ogob ( <u>Cocos nucifera</u> )	24
asue ( <u>Persea americana</u> )	38
mango ( <u>Mangifera indica</u> )	40
nalup ( <u>Bactris gasipaes</u> )	27
naba ( <u>Crescentia cujete</u> )	21
marya ( <u>Inga spp</u> )	17
sia* ( <u>Theobroma cacao</u> )	11
wag-pinnu ( <u>Anacardium occidentale</u> )	10
Kuilup ( <u>Inga spp.</u> )	6
suiti ( <u>Annona muricata</u> )	6
osi** ( <u>Ananas comosus</u> )	6
-----	

\*Cultivo perenne

\*\*Cultivo anual hortícola (fruta)

Los árboles de delimitación son establecidos por medio de semillas (75%), por estacas (27%) y por plantitas (25%) (las cifras indican el número de encuestados quienes dijeron que sí a cada pregunta; por lo tanto, la suma es más de 100%). Las distancias entre árboles de delimitación fueron de 3-4 m (40%), 2-3 (14%) o variables (19%). Las distancias de plantación dependen de las especies usadas, variando desde 1 m hasta 10-20 m para mango (M. indica) y asue (P. americana). Los árboles de delimitación de un "nainu" se usan principalmente para alimento humano, como medicina y leña (Cuadro 10).

### **Plantación de árboles sin asociación**

El 62% de los entrevistados siembran en sus "nainu", árboles frutales y/o maderables en rodales puros (Cuadro 11). A pesar de que algunos mencionaron la siembra de árboles maderables (p.e. Anacardium excelsum), la mayoría se refirió a frutales como el mango (Mangifera indica), asue (Persea americana) y ogob (Cocos nucifera). Hasta la fecha, la falta de productos forestales no es muy seria y no existe mucho interés en plantar especies maderables. Sin embargo, algunos agricultores han tomado conciencia de la necesidad de anticipar una escasez de estos recursos para algunos usos, como para construir cayucos (botes de madera), y han empezado a sembrar pinnu-

uala (A. excelsum) y Kaoban-uala (Swietenia macrophylla). Otra práctica adoptada, por aún más personas, es la de dejar árboles valiosos cuando se está tumbando el bosque. Algunos practican el sistema Taungya en el establecimiento de árboles frutales, como ogob (C. nucifera).

**Cuadro 10. Usos de los productos obtenidos de "árboles de delimitación", región Gardi**

Especies	Número de respuestas afirmativas				
	Leña	Estaca	Alimento humano	Alimento animal	Medicina
Mango ( <i>Mangifera indica</i> )	6	1	26	2	0
Naba ( <i>Crescentia cujete</i> )	1	1	0	0	7
Nalup ( <i>Bactris gasipaes</i> )	1	0	19	0	1
Kuilup ( <i>Inga spp.</i> )	1	0	4	0	0
Mammi ( <i>Pouteria mammosa</i> )	0	0	6	0	1
Asue ( <i>Persea americana</i> )	5	2	26	2	4
Igua ( <i>Dipteryx panamensis</i> )	0	0	2	0	0
Marya ( <i>Inga spp.</i> )	2	1	12	0	2
Osi ( <i>Ananas comosus</i> )	0	0	4	0	0
Suiti ( <i>Annona muricata</i> )	1	0	5	0	0
Obob ( <i>Cocos nucifera</i> )	3	0	17	1	5
Naras dumma ( <i>Citrus sinensis</i> )	1	0	4	0	0
Suua ( <i>Spondias mombin</i> )	0	0	1	0	1
Sichi ( <i>Genipa americana</i> )	0	0	0	0	1
Sirwer ( <i>Spondias purpurea</i> )	0	0	1	0	0
Naras sole ( <i>Citrus aurantiifolia</i> )	0	0	1	0	0
Nulu ( <i>Psidium guajava</i> )	0	0	1	0	0
Sia ( <i>Theobroma cacao</i> )	0	0	7	1	6
Pinnu ( <i>Anacardium excelsum</i> )	1	1	6	0	0
Tapa	1	1	0	0	0
Nuinu-uala ( <i>Bombacopsis sessilis</i> )	1	0	0	0	0
Niigla ( <i>Cecropia spp.</i> )	1	1	0	0	0
Igsi-uala ( <i>Bombacopsis guinatum</i> )	0	0	0	0	1
Isper-uala ( <i>Manilkara achras</i> )	0	0	0	0	1
Wichub ( <i>Chrysobalanussi</i> )	0	0	1	0	0
Gula	0	0	0	0	1

**Cuadro 11. Encuestados (%) que actualmente siembran árboles en sus terrenos**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	Zona
Plantan árboles	73	56	64	100	25	57	62



Un total de 17 de las especies frutales son sembradas sin asocio con cultivos. Entre ellas se destacan el ogob (C. nucifera), asue (P. americana) y mango (M. indica) (Cuadro 12). El ogob (C. nucifera) como monocultivo, es común en la parcela insular porque en estos suelos arenoso-salinos, no se pueden sembrar muchas otras especies.

La cantidad de árboles que tienen en los "nainu" es variable. Por ejemplo, el número del ogob (C. nucifera) en un "nainu" propio, puede variar entre 50 y 500 árboles. Los "nainu" familiares, comunales o de grupos, pueden tener hasta más de 8000 ogob (C. nucifera) con edades superiores a los 90 años.

En los casos de otros frutales como asue, mango y nalup (P. americana, M. indica y Bactris gasipaes, respectivamente), el número total de árboles en un "nainu" varía entre 2 y 50, con edades de uno hasta 30 años. Los árboles más viejos son generalmente mango (M. indica), marya (Inga spp.) y mammi (Pouteria mammosa). La razón que algunos tengan tantos ogob (C. nucifera) y tan poco de otras especies se debe a que el ogob (C. nucifera) es el único cultivo comercial para la mayoría de los productores.

Cuadro 12. Principales especies\* arbóreas sin asocio (% de encuestados que tienen cada especie)

Especies	Ogob	Asue	Mango	Marya	Sia	Nalup
	Cocos nucifera	Persea americana	Mangifera indica	Inga spp.	Theobroma cacao	Bactris gasipaes
	60	30	21	11	13	10

Especies	Manni	Narag Duma	Naras Sole	Uai Pinnu	Suiti
	Pouteria mamosum	Citrus sinensis	Citrus aurantifolia	Anacardium occidentale	Annona nuricara
	10	8	6	5	5 gabi

\*También fueron mencionados los siguientes: ixi-uala, sama (Corozo oleifera) (palmae), eslo (Chrysophyllum cainito), marya y kuilup (Inga spp.), (Coffea y otros), nula (Psidium guajava), y tupu (?).

## Especies forestales más usadas del bosque primario ("neg serret") y del bosque secundario ("nainu serret")

El agricultor de la región obtiene materiales y/o productos de diversas especies de árboles y plantas. La mayoría de esos productos los provee el bosque primario y el bosque secundario. Los resultados indican que los productos más importantes del bosque son árboles para fabricar cayucos (56%), postes de choza (38%), leña (30%) y remo (30%) (Cuadro 13). Sin embargo, consideramos que los resultados de la encuesta no indican la importancia real del bosque como fuente de estos productos. La mayoría de las familias tienen cayucos y remos. Si ellos mismos no consiguieron estos productos del bosque, es probable que los compraran de otras personas. En el caso de la leña, sabemos por la encuesta que el 94% cocina con leña que ellos mismos consiguen. La explicación de la contradicción aparente entre estos dos resultados (30% y 94%) es que no consideran "aili" (los manglares) como "nainu serret" o "neg serret" por lo tanto, pocos indicaron que "el bosque" es una fuente de leña. En los casos de los postes de cerca y de materia prima para artesanía, son pocos los que utilizan estos productos y por lo tanto, su porcentaje es bajo. La pregunta sobre madera para construcción y postes de muelles fue mal entendida.

En esta encuesta, los productos naturales de la medicina (árboles y plantas herbáceas) no se tomaron en cuenta. Estos productos son principalmente utilizados por los "inatuled" (médicos), en la medicina tradicional o psicomedicina.

Cuadro 13. Utilización de los productos del "neg serret" y "nainu serret", por comunidad (%)

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	Zona Carti %
Poste de choza	55	44	18	33	13	100	38
Postes de cerca	9	0	0	0	0	14	3
Leña	36	67	18	17	25	29	30
Cayuco	18	56	59	50	88	71	56
Remo	36	11	32	33	0	71	30
Artesanía	9	22	36	0	25	29	24
Otros	36	22	14	33	0	14	19

\* Se incluye: medicina (14%), materiales para herramientas y ritos religiosos.

Cuando preguntamos cuáles son las especies que más se utilizan, se destacaron: pinnu-uala (*A. excelsum*), isper-uala (*Manilkara achras*), siler-uala (*Phytelephas seemai*), satte-uala (*Triplaris* spp.) y sapauala (Cuadro 14). Las respuestas a esta pregunta incluyeron 51 especies. No se puede determinar si éstas son las más utilizadas por preferencia o por disponibilidad.

**Cuadro 14. Especies más utilizadas (%) por comunidad**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	Zona Carti
Anacardium excelsum	9	11	59	0	50	51	31
Manilkara achras	55	33	14	17	13	71	30
Phytelephas seemanii	27	33	14	0	25	14	19
Triplaris spp	9	0	27	33	25	0	17
Sapa-uala	0	0	23	50	13		16
Usa-uala	27	11	5	33	13	14	14
Sapidal-le	27	11	9	17	13	14	14
Calophyllum brasiliense	9	0	18	0	25	14	13
Muscua-uala	9	11	23	0	13	0	13
Myroxylon pereirae	0	0	9	0	13	29	8

Otras especies mencionadas; ur-uala (Cedrela spp.), yambina-uala, sapor aili (Byrsonima sp.), naki-uala (Tabebuia guayacan), igsii-uala (Bombacopsis quinatum).

Además de tumbar el bosque para establecer un "nainu", algunos agricultores utilizan la madera. Esta la obtienen por medio de corta de ramas, entresacas selectivas y por el uso de madera muerta o seca (Cuadro 15). En esta región no se tala un bosque solamente para obtener productos maderables; por lo tanto, cuando el 35% que dijeron que sí hacen una explotación total, creímos que se referían a la tala para hacer "nainu". Como no se practica el pastoreo de ganado, esa no puede ser una explicación lógica para la tala del bosque.

**Cuadro 15. Utilización del bosque (%) por comunidad**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	Zona Carti
Arboles muertos	0	0	14	17	0	43	11
Corta de ramas	45	22	23	0	38	29	27
Entresaca selectiva	9	11	18	17	13	29	16
Explotación total	27	44	41	67	0	29	35
Preparación agrícola	45	56	50	83	50	86	57
Entresaca para sombra	18	11	5	0	13	0	8

No fue posible identificar cuáles especies se consideran en el área de estudio las mejores para los ocho usos específicos en la encuesta, debido a que varios de los encuestados respondieron con base en la disponibilidad de las especies y no porque fueran las mejores (Cuadros 16 y 17). Se mencionaron 40 especies arbóreas para "postes de choza"; 32 para "postes resistentes a la sal marina" y 36 para "cayucos". Entre las más mencionadas, están pinnu-uala (A. excelsum), isper-uala (Manilkara achras), narba-uala (Calophyllum brasiliense) y sapi-siler (Phytelephas seemanii) (Cuadro 16).

Podemos concluir que, al nombrarse tantas especies, puede ser que no haya mucha diferencia en cuanto a las características buscadas en cada una de ellas, o bien, que las especies más adecuadas han ido desapareciendo y se estén usando varios sustitutos. Por ejemplo, un cayuco de buena calidad es hecho de ur-uala (*Cedrela* sp.), Kaoban-uala (*Swietenia* sp.), o Hura crepitans. Pero, según los comentarios de los encuestados, hay pocos árboles apropiados de estas especies, accesibles en la región. Por eso se usa el pinnu-uala (*Anacardium excelsum*) (73%), que es bastante abundante en la región a pesar de que no es lo mejor para fabricar cayucos.

El número de las especies mencionadas indica el rango de uso del bosque y el enorme conocimiento de como utilizar los productos naturales de que disponen los Kunas. Con una gama tan amplia de preferencias, especies y usos, el establecimiento de plantaciones artificiales, para proveer todos estos materiales no parece ser una alternativa factible. También es bastante clara la importancia, que para conservar la vida tradicional de los Kunas, representa la conservación de los bosques.

**Cuadro 16. Importancia relativa de las diferentes especies para construcción, postes de choza, postes resistentes a la sal marina y para cayucos (% de encuestados)**

E s p e c i e	Construcción	Postes de choza	Postes resistentes	Cayucos
Isper-uala ( <i>M. achras</i> )	35	43	14	0
Sapidal-le	19	16	0	0
Narba-uala ( <i>C. brasiliense</i> )	17	17	2	41
Ur-uala ( <i>Cedrela</i> sp.)	16	0	-	22
Yambina	13	14	5	0
Usa-uala	11	29	5	0
Aili-uala ( <i>Rhizophora</i> sp.)	10	19	29	0
Sapisiler ( <i>P. seemanii</i> )	10	13	2	0
Aili-gordikit ( <i>R. mangle</i> )	10	17	38	0
Iles-soo ( <i>Clethra lanata</i> )	33	10	24	0
Oluca-uala	0	0	22	0
Norgui-uala	0	0	19	0
Durgab-uala	3	0	22	14
Pinnu-uala ( <i>A. excelsum</i> )	10	0	0	73
Muscua-uala	2	0	0	63
Usguar-uala	5	0	0	32
Soila-uala ( <i>P. copaifera</i> )	5	2	0	25

Las casas o chozas son construidas con materiales provenientes del bosque. La encuesta demuestra que casi todos los techos de las chozas están hechos de weruk (*Sabal allenii*) (98%) y ya se está iniciando su cultivo por falta de material silvestre. Para hacer paredes, se utiliza masar-uar (*Gynerium sagittatum*) (94%) y le sigue ila (*Socreatea durissima*) (84%). No se detectaron diferencias entre comunidades. Se nombraron 15 especies que pueden ser sustitutos del weruk (*Sabal allenii*) y 17 especies para paredes. Para la artesanía, se utilizan 57 especies. Entre ellas, se encuentran sapa-uala (?) (59%) para remo, satte-uala (*Triplaris* sp.), satte-ua-ua (*Triplaris* sp.) (de olor perfumado) y muscua uala (?), (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Importancia relativa de las diferentes especies de plantas y/o árboles para techos, paredes y artesanía (% de encuestados)**

Especie	Techos	Paredes	Especie	Artesanía
Weruk ( <i>S. allenii</i> )	98	0	Sapa-uala	59
Wannuk ( <i>Scheelea</i> sp.)	51	0	Satte-uala ( <i>Triplaris</i> sp.)	25
Sanga ( <i>Palmaceae</i> )	49	0	Satte-ua-ua ( <i>Triplaris</i> sp.)	24
Nai-uar-gan ( <i>C. palmata</i> )	37	0	Muscua-uala	19
Sama ( <i>C. oleifera</i> )	14	0	Ur-uala ( <i>Cedrela</i> sp.)	17
Sab-ga	13	0	Iko-uala ( <i>Palmaceae</i> )	19
Sargui o siler*	5	0	Ukur-uala ( <i>Ochroma</i> sp.)	14
Masar-uar ( <i>G. sagittatum</i> )	0	94	Wag-ulu ( <i>T. pentaphylla</i> )	13
Ila <i>S. durissima</i> )	0	84	Sapisiler ( <i>P. seemanii</i> )	14
Siler-uar ( <i>P. seemanii</i> )	0	13	Uar	11
Nala o bambu ( <i>B. arundinacea</i> )	0	12	Isper-uala ( <i>M. achras</i> )	10
Aili-uala (e-buba)				
( <i>Rhizophora</i> sp.)	0	8	Aili-uala ( <i>Rhizophora</i> sp.)	10
			Soila-uala ( <i>P. copaifera</i> )	8
Soska ( <i>X. caeroleum</i> )	30	0	Katte-uala	6
			Baila-uala ( <i>M. pereirae</i> )	5

\*Bejuco (lianas) que sirve para amarrar

### Especies que hacen falta y especies que indican la fertilidad del suelo

El 78% de los agricultores entrevistados, manifestó que sí les hacían falta árboles para un uso u otro (Wichub-Huala 82%, Nalunega 89%, Mandi Ubigandup 73%, Ailidup 67%, Aridup 100% y G. Sugdub/Yandup 57%). El porcentaje más bajo en GS/Y puede estar relacionado con la apertura del nuevo camino que da mejor acceso al bosque. Aridup es una comunidad-isla que se encuentra bastante lejana de la costa, lo cual dificulta la obtención de productos maderables y puede ser parte de la razón que el 100% de los agricultores de esta comunidad necesiten de árboles apropiados accesibles.

Se han nombrado 66 especies faltantes entre árboles y plantas. Algunas de las especies que hacen falta son: sapa-uala (?), igua-uala (Dipteryx panamensis), kaoban-uala (Swietenia macrophylla), isper-uala (Manilkara achras), ur-uala (Cedrela sp.) y wag-ulu (Tabebuia pentaphylla) (Cuadro 18). Especificaron estas especies, por la falta de disponibilidad de árboles de tamaños apropiados y no porque no existen estas especies en la zona. La ausencia de un acuerdo sobre cuáles especies hacen falta (16% para la especie más mencionada) indican que, hasta ahora, no hubo una sobreexplotación de ninguna especie. El bajo porcentaje de personas vendiendo o comprando productos del bosque, indica lo mismo.

En general, no estuvo bien especificado para cuales usos hacen falta árboles, con la excepción de la fabricación de cayucos. Para este uso necesitan: kaoban-uala (S. macrophylla), ur-uala (Cedrela sp.) y pinnu-uala (Anacardium excelsum). Como los Kunas ya tienen un interés especial en estas especies, éstas deben recibir prioridad en un programa de establecimiento de árboles en plantaciones o combinaciones agroforestales. Entre las leguminosas mencionadas tenemos: soila-uala (Prioria copaifera), baila-uala (Myroxylon spp.), parsu-uala (Erythrina berteroaana), marya (Inga spp.) y kuilip (Inga spp.) y amargo (Vatairea spp.).

Los agricultores mencionaron 66 especies de árboles y plantas considerados como indicadores de terreno fértil. Consideran que el mejor terreno fértil está en el bosque primario, el cual se juzga por el tamaño de los árboles y por ello, hay tantas especies nombradas. Entre los agricultores, hay quienes no se guían por los árboles o plantas, sino por el tipo del suelo, por la presencia de insectos, etc. Entre las plantas herbáceas o arbustivas más nombradas están guabargan (?), naiuargan\* (Carludovica palmata) y samaga

**Cuadro 18. Especies de árboles y plantas que hacen falta (% de encuestados)\***

Especies**	(%)	Especies	(%)
Sapa-uala	16	Suar-kinnit	6
Igua-uala (D. panamensis)	13	Pinnu-(uai-pinnu) (A. occidentale)	5
Kaoban-uala (S. macrophylla)	11	Pinnu-uala (A. excelsum)	6
Isper-uala (M. achras)	8	Ur-uala (Cedrela sp)	6
Ila (S. durissima)	6	Sapi-siler (P. seemanii)	5
Narba-uala (C. brasiliense)	6	Koibir-uala (D. retusa)	5

\*19% no contestaron

\*\*Otras especies: weruk-(Sabal allenii), wag-ulu (Tabebuia pentaphylla), sattu-uala (Triplaris spp.), sabdur, muscua-uala, taner-uala, soila-uala (Prioria copaifera), nugnu-uala (Bombacopsis sessilis), baila-uala (Myroxylon pereirae), kuilip (Inga spp.), etc.

(Corozo oleifera). Entre los árboles están: pachar\*\*, isper (*M. achras*), igua (*D. panamensis*), suua (*Spondias mombin*), uar, dup-sip, ukur-uár (*Ochroma sp.*) y niigla (*Cecropia sp.*) (Cuadro 19). Entre las especies mencionadas que son indicadoras de terreno fértil, está ila o ilagan (*Socreata durissima*) (35%), pinagan (en bosque secundario), sapidalle y sapisiler (*Phytelephas seemanii*). En total se nombraron 35 especies.

Cuadro 19. Encuestados (%) que indicaron especies de árboles y plantas indicadoras de terreno fértil o infértil

FERTIL	(%)	INFERTIL	(%)
Guabargan	11	Ilagan ( <i>S. durissima</i> )	35
Isper-uala ( <i>M. achras</i> )	10	Silergan ( <i>P. seemanii</i> )	33
Igua-uala ( <i>D. panamensis</i> )	10	Pinagan	19
Pachar	10	Sapidal-le	14
Naiuargan ( <i>C. palmata</i> )	8		
Uar	8	Isper-uala ( <i>M. achras</i> )	8
Dupsip	6	Igua-uala ( <i>D. panamensis</i> )	5
Suua-uala ( <i>S. mombim</i> )	5	Gagan serret	6
Ukur-uala ( <i>Ochroma sp.</i> )	5	Sapur-aili ( <i>Byrsonima sp.</i> )	3
Niigla ( <i>Cecropia sp.</i> )	3	Naibe ibia	3

Hubo más acuerdo en la identificación de especies indicadoras de infertilidad que sobre las que indican terreno fértil. Notamos que los encuestados indicaron tantas especies que crecen en terrenos infértiles, como las que hacen un terreno infértil por competencia, efectos alelopáticos, etc. Un encuestado especificó que isper-uala (*Manilkara achras*) y *Dipteryx panamensis* son ejemplos de árboles que se encuentran en terrenos fértiles pero que tienen efectos negativos sobre los cultivos asociados. Por eso, estos árboles aparecen en las dos listas.

### Consumo de leña: especies principales y más usadas

La leña es el combustible más importante para el consumo doméstico. El uso de electricidad y carbón es mínimo. La estopa de coco es muy utilizada como combustible para ahumar pescados (Cuadro 20).

\*La terminación "gan" significa especie que más sobresale en un terreno, o los que más hay.

\*\*Pachar = *Luffa operculata* (estropajo) o *Piper spp.* (cañotillo)



**Cuadro 20. Tipo de combustible\* usado en los hogares (%) por comunidad**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	Zona Carti
Leña	91	89	95	83	100	100	94
Carbón**	0	0	0	0	0	14	2
Gas	9	0	0	17	13	0	5
Electricidad	0	0	0	0	0	0	0
Kerosen	9	0	0	0	0	0	2
Estopa	73	44	14	17	38	0	30

\*Los porcentajes fueron obtenidos para combustibles individuales o cuando son utilizados en combinaciones, de manera que en algunos casos el total sobrepasa el 100%

\*\*Leñas quemadas el día anterior.

El tipo de cocina más común es la de fuego abierto sobre el suelo. Esta cocina es construida colocando de 3 ó 4 troncos de 1.5 - 2 m de largo, con 20-30 cm de diámetro, uno frente a otro, formando un pequeño círculo en el centro donde se ponen las ollas para cocinar. Entre los troncos grandes se pone leña astillada.

La leña no se comercializa y es recolectada en la mayoría de los casos por el hombre; los hijos y las mujeres ayudan en menor grado. Los encuestados mencionaron 32 especies preferidas para leña pero sólo están usando 15 especies. Las características principales que quieren son: "que ardan bien", "que no se gaste rápidamente" (durante 24 horas o más) y que "den mejor sabor a las comidas" (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Porcentajes de hogares que recolectan leña por comunidad**

	W/H	N	M/U	AI	AR	GS/Y	Zona Cartí
Recolección	91	89	95	83	100	100	94
Sin contestar	9	11	5	17	0	0	6

Las especies más utilizadas para leña son: aili-uala (varias especies de mangle) (65%), sapor aili (*Byrsonima crassifolia*) (40%), aili kinnit (*Rhizophora* spp.) (25%), y aili sip (*Laguncularia racemosa*) (10%), pero, las preferidas son escasas (Cuadro 22). El propio agricultor no indicó el problema



de la escasez, porque aún no es muy serio. Las especies de mangle son preferidas para leña y no hay mucha diferencia entre comunidades. Sin embargo, en la comunidad de Ailidup, aparentemente nadie usa sapur-aili (*B. crassifolia*) a pesar de que es muy usado en otras comunidades. Quizás, se deba a la escasez de esa especie en la zona.

**Cuadro 22. Especies usadas y preferidas para leña (%)**

Nombre Kuna	Nombre científico	Mas	
		Usadas	Preferidas
Aili-uala	Varias especies	65	67
Sapur aili	Byrsonima sp.	40	57
Aili kinnit	Rhizophora mangle	25	45
A. gordikit	Rhizophora brevistyla		
Aili sip	Laguncularia racemosa	10	41
Iles soo	-	5	14
Ingua	Inga sp.	2	10
Sapidal-le	-	2	8
Isper-uala*	Manilkara achras	0	5

### Beneficios del componente arbóreo

Los componentes arbóreos en su mayoría son frutales, para consumo familiar y ocasionalmente, para la venta. La encuesta indica que, solo el 27% de los encuestados venden la pulpa del ogob (*C. nucifera*). Con respecto a otras frutas, la venta para alimento es aún más bajo (8%).

La encuesta muestra que la mayoría de los agricultores no compran (90%) ni venden (90%) madera ni árboles (Cuadro 23). La producción de la madera siempre es en escala menor, para uso familiar y comunal y las compras/ventas ocasionales son de excedentes. Quienes realizan negocios en esta materia son generalmente los pequeños comerciantes, maestros o empleados del gobierno. Mucha gente compra cayucos producidos en la región pero aparentemente no consideran eso como "la compra de madera".

**Cuadro 23. Compra y venta de madera para construcción por comunidad (%)**

	W/H	N	M/W	AI	AR	GS/Y	Zona Carti
Compra	18	11	9	17	0	0	10
Vende	9	0	9	33	0	0	8

Sobre los productos arbóreos de combinaciones agroforestales, o de plantaciones no asociadas con cultivos, el objetivo principal es la producción de alimento (Cuadros 24 y 25). En la combinación agroforestal no se toma mucho en cuenta el beneficio del árbol en la estabilización del suelo. Los árboles sirven básicamente para delimitar los "nainus" (Cuadro 24). El interés del agricultor se centra sobre la pulpa ogob (C. nucifera) y sobre los productos aplicables en la medicina tradicional, pero no así sobre la madera.

**Cuadro 24. Productos y beneficios de los árboles en combinaciones agroforestales**

Beneficio	Veces mencionados
Mejora el rendimiento del cultivo	16
Alimento humano	181
Alimento animal	16
Sombra	40
Madera (construcción)	11
Leña	25
Delimitación	79
Estabilización del suelo	4
Otros*	31

**\*Jaula (lhuali)**

Fibra para amarrar: garba ogob tuba. (C. nucifera)

Vasija para agua: naba (Crescentia cujete)

Para lavar (jabón): morgauk

Maquillaje: baila, nisar (Bixa orellana)

Pintura para la ceremonia de pubertad: Genipa americana

Medicina: Ina

Kerosene: Kuinnu

**Cuadro 25. Productos y beneficios de los árboles en plantaciones sin asocio con cultivos**

Producción	Veces mencionados
Madera	1
Leña	19
Postes	2
Pulpa de ogob ( <u>C. nucifera</u> )	3
Cayuco	1
Remo	1
Artesanía	2
Alimento	116
Medicina	27
Otros*	3

\*Techos, sombra, aceite y leche de coco

## CONCLUSIONES

1. En Kuna Yala (Comarca de San Blas) hay limitaciones sociales y logísticas en el uso de una encuesta, las cuales dificultan la toma de muestras al azar. Por lo tanto, los resultados cuantitativos no son muy confiables y no se justifica un análisis estadístico o comparativo entre subzonas. Sin embargo, la información cualitativa obtenida sobre las técnicas agrícolas y agroforestales tradicionales, especies usadas (tanto silvestres como cultivadas), necesidades de productos naturales y creencias sobre las interacciones entre especies combinadas, tiene valor para orientar la investigación y el desarrollo de la zona (p.e. dar prioridades a los cultivos/sistemas agroforestales potenciales). La encuesta también sirvió para ilustrar la mentalidad de los beneficiarios de un proyecto de desarrollo de los recursos naturales y agricultura, que permita asegurar que los resultados del proyecto sean relevantes, aceptables y presentados en una forma asimilable.
2. Para hacer otra encuesta en el futuro en Kuna Yala, los encuestadores deben ser residentes de la zona (maestros de las escuelas). El formulario de la encuesta debe ser simple y escrito en los dos idiomas (kuna y español). Es esencial tener un "manual para encuestadores" que explique cada pregunta con ejemplos de los tipos de respuesta posibles. Es recomendable pasar tres días en cada comunidad; los primeros dos, para acostumbrar a los habitantes por medio de conversaciones informales. En el último día se puede hacer la encuesta formal.
3. La actividad agrícola de los "nainus" se concentra más en la producción de granos básicos, como arroz y maíz, asociados con "masi" (Musa spp.). En su mayoría, los cultivos son mezclados (anuales y perennes). Frecuentemente, los cultivos están distribuidos entre los espacios del ogob (C. nucifera).
4. Las combinaciones de árboles, principalmente frutales, con cultivos anuales o perennes son bastantes frecuentes. En muchos casos, la combinación se hace en la forma de árboles de delimitación alrededor de un "nainu" (0.5 - 2 ha). En total, fueron mencionadas 72 combinaciones, de las cuales masi (Musa spp.) - ogob (C. nucifera) y masi (Musa spp.) - asue (P. americana) son los más comunes. Nombraron 48 especies arbóreas y 15 especies de cultivos que se mantienen combinados.

Una de las principales razones para mantener tales combinaciones es para concentrar en un sólo lugar, la producción de varios productos que diariamente son necesarios en el hogar. Aparentemente, no existe mucho conocimiento sobre las ventajas y desventajas ecológicas de sistemas agroforestales comparados con monocultivos.

5. Los agricultores satisfacen mediante el componente arbóreo (bosque y sistemas agroforestales) muchas de sus necesidades de alimento, madera, leña, medicina y otros productos menores. Por ejemplo, para cayucos, mencionaron 36 especies de las cuales las principales (uso actual) son pinnu-uala (Anacardium excelsum) y muscua-uala. Sin embargo, en la zona de Cartí, quedan muy pocos árboles apropiados de las especies preferidas como kaoban-uala y ur-uala, (Swietenia y Cedrela spp.). Por lo tanto, compran cayucos que son traídos de la parte oriental de la Comarca y desde Colombia. Para postes de construcción utilizan más la especie insper-uala (Manilkara achras) y usa-uala, de las 40 especies mencionadas. Algunas otras especies que dan importantes productos están desapareciendo. Ejemplos son el weruk (Sabal allenii) (techos) y masaruar (Gynerium sagittatum) (paredes). Hasta ahora, muy pocas personas están sembrando estas especies u otros árboles maderables para preservar la disponibilidad de las mismas para utilizarlas en años futuros.
6. Casi todos cocinan con leña utilizando fuego abierto. La mayoría de la leña se saca de los manglares. Otra especie importante es sapuraili (Byrsonima crassifolia).

## RECOMENDACIONES

1. Hacer una encuesta en otras zonas de la Comarca utilizando un formulario simplificado y contratando, durante vacaciones escolares, a maestros como encuestadores. Con anterioridad a la encuesta, será necesario hacer un censo de población, en las regiones que se van a encuestar.
2. Establecer ensayos con pinnu uala (Anacardium excelsum) y kaoban-uala (Swietenia macrophylla) en combinaciones con los cultivos principales como masí (Musa spp.). Estudiar la factibilidad de cultivar weruk (Sabal allenii) y masaruar (Gynerium sagittatum).
3. Investigar las ventajas/desventajas del cultivo del plátano/banano bajo sombra arbórea, para dar recomendaciones sobre el manejo de esta especie, la cual va aumentando en importancia. También, a nivel experimental, hacer combinaciones con cacao y coco.
4. Discutir la aceptabilidad de una producción agrícola comercial con los líderes de la Comarca y que éstos den recomendaciones sobre cuáles especies quieren promover. Hasta que ellos indiquen claramente cuáles líneas de desarrollo quieren seguir, no se pueden adelantar proyectos agrícolas o forestales. El mejoramiento que se debe hacer en los cultivos de subsistencia no se debe entender como un cambio, sino que los conocimientos técnicos tradicionales se refuercen con los conocimientos científicos y tecnológicos compatibles con la cultura del pueblo Kuna.
5. Preparar planes de manejo de los manglares para adecuar su explotación.

6. Evaluar en forma experimental el uso de árboles o arbustos leguminosos como sombra (p.e., para plátano) y en el barbecho.
7. Promover el cultivo de especies proteínicas, como frijoles (*Phaseolus* spp.), nalup (*Bactris gasipaes*) tanto en plantaciones puras como en combinaciones agroforestales.
8. Hacer una clasificación de suelos y un mapeo de uso potencial del suelo lo más pronto posible, para que se pueda determinar el área apropiada para cultivos, solos o mezclados, y para agroforestería.

## REFERENCIAS

1. ARMUELLES BOUTET, R.A. 1969. La zonificación agrícola de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA. 229 p.
2. ARCHIBOLD, G. 1982. Proyecto Udirbi: Lucha de un pueblo indígena. Presentado al 44<sup>th</sup> International Congress of Americanists Manchester, England. (sin publicar).
3. BARANDIARAN, D. 1967. Agricultura y recolección entre los indios Sanemá Yanoama o el hacha de piedra y la psicología paleolítica de los mismos. *Antropológica* 19: 24-56.
4. BEER, J.; CASTILLO, G. 1983. Reporte de viajes a la Comarca de San Blas (Kuna Yala), Panamá 1-13/5/83. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 6 p. (Reporte interno RNR-1397, sin publicar).
5. BENNETT, C. F. 1962. The Bayano Cuna Indians, Panama: an ecological study of livelihood and diet. *Annals. Assoc. Amer. Geograph.* 52: 32-50.
6. BENNETT, C.F. 1967. The houses of the Bayano Cuna Indians of Panama. *Antropológica* 20: 37-52.
7. BENNETT, C.F. 1968. Human influences on the zoogeography of Panama. *Iberoamericana*: 51. Los Angeles. University of California Press. 112 p.
8. CASTILLO, D., G. 1982. Breve visión a la economía natural en la Comarca Dule. Proyecto Udirbi, U. T. K. República de Panamá. 21 p. (sin publicar).
9. CASTILLO, D., G.. 1982. Una Kuna Yala Verde: imprescindible para su desarrollo. Proyecto Udirbi, U. T. K. República de Panamá. 21 p. (sin publicar).
10. CARRASQUILLA, R., L. G. 1980. Plantas silvestres de Panamá que pueden cultivarse como ornamentales. Panamá. Impresiones Múltiples. 232 p.

11. CHAPIN, M. 1980. Comments on the social and environmental consequences of the El Llano-Carti road. República de Panamá. Washington, D.C., U. S. Agency for International Development (USAID). 17 p. (sin publicar).
12. CONKLIN, H. 1963. The study of shifting cultivation. Washington, D.C. OEA. 185 p.
13. DUKE, J. A. 1968. Darien Ethnobotanical Dictionary. Columbus, Ohio. Battelle Memorial Institute. 131 p.
14. DUKE, J. A.; PORTER, D.M. 1970. Darien Phytosociological Dictionary. Columbus, Ohio. Battelle Memorial Institute. 70 p.
15. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 1971. Inventariación y Demostraciones Forestales. Panamá. Zonas de vida; una base ecológica para investigación silvícolas e inventariación forestal en la República de Panamá. Roma. 123 p.
16. FAO. 1981. Proyecto de evaluación de los recursos forestales tropicales (en el marco del Sistema Mundial de Vigilancia del Medio Ambiente - SIMUVIMA). Los recursos forestales de América Tropical. 343 p.
17. FREMOND, Y.; ZILLER, R.; M. de Nucé de LAMOTHE. 1966. Le cocotier. Maisonneuve, París. 267 p.
18. HOLDRIDGE, L. R.; BUDOWSKI, G. 1957. Informe sobre un levantamiento ecológico de la República de Panamá. Caribbean Forester 18. 12-32.
19. HOLDRIDGE, L. R. 1970. Inventariación y demostraciones forestales Panamá: manual dendrológico para 1000 especies arbóreas en la República de Panamá. Roma, FAO. 325 p.
20. HOLDRIDGE, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. de la 1° ed. inglesa por Humberto Jiménez-Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
21. HOLLOWMAN, R. 1969. Developmental Change in San Blas. Ph.D. Thesis, Evanston, Illinois, Northwestern University. 532 p.
22. HOWE, J. 1975. Notes on the environmental and subsistence practices of the San Blas Cuna. 81 p. (s. l., sin publicar).
23. HOWE, J. 1980. Introduction to a volume on chanting and speaking in the Kuna Congress. 52 p. (s.l., sin publicar).
24. JAEN SUAREZ, O. 1981. Hombres y Ecología de Panamá. Panamá Universitaria, Smithsonian Tropical Research Institute. 157 p.
25. MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 1951. Flora de Panamá.

26. PANAMA. MINISTERIO DE PLANIFICACION Y POLITICA ECONOMICA. 1978. Estrategia para el Desarrollo Nacional 1970-80: visión y realización nueve años después. Panamá. 179 p.
27. PURSEGLOVE, J.W. 1972. Tropical Crops. Monocotyledons. Longman. 607 p.
28. PURSEGLOVE, J.W. 1968. Tropical Crops. Dicotyledons. Longman. 719 p.
29. RUBIO, A. 1961. Esquema Geográfico de Panamá, Río de Janeiro. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 87 p.
30. SLUIS, A.J. van der. 1965. Mapa sobre el "Uso potencial de la tierra" de la República de Panamá. San José, Costa Rica, IICA. Escala 1: 1.000,000.
31. SLUIS, A. J. van der. 1967. Uso potencial de la tierra. VI Panamá. Roma, FAO. 31 p.
32. STOUT, D. B. 1963. The Cuna. In: Handbook of South American Indians. The Circum-Caribbeans Tribes. Steward, J. H., ed. New York, Cooper. v.4 pp. 257-292.
33. TOSI, J. A. Mapa Ecológico de la República de Panamá. Roma, Italia, FAO. Esc. 1: 500000.
34. VALLADARES, L. A. 1957. El hombre y el maíz: etnografía y etnopsicología de Colotenango. Editorial B. Costa-Amic. México, D.F. 299 p.
35. UNION DE TRABAJADORES KUNA. 1983. Plantación y manejo de los recursos naturales renovables para la conservación y ecodesarrollo de La Cuna Yala (Una Propuesta a la Fundación Interamericana). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 54 p. (sin publicar).
36. WASSEN, S. H. 1977. Apuntes sobre Mu-igala un texto curativo médico-psicológico de los Indios Cuna de Panamá. In: Simposio Internazionale Sulla Medicina Indígena e Popolare dell' America Latina. Instituto Italo Latino Americano, Roma. pp. 455-463.





# **COMPENDIOS**



SOMARRIBA, E. 1985. Árboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales: 1. Producción de fruta y potencial de dispersión de semillas. Turrialba 35(3): 289-296.

[Guava (Psidium guajava L.) in pastures: fruit production and potential for seed dispersal].

### Abstract

Fruit production and the potential for seed dispersal of the fruits of guava (Psidium guajava L.) trees growing in pastures were measured in 1983. Guavas established naturally from seeds. Stand density was 109 trees/ha, tree ages were unknown, and stem diameters (10 cm above ground) ranged from 9 to 32 cm.

Total fresh fruit production was 12.8 ton/ha/year. The mean dry matter content of whole fruits was 13% of fresh weight. Guava fruits were available to cow consumption during 5.6 months/year. An average production of 63 kg/year/tree was measured, but some trees produced as much as 245 kg/year. No consistent relationship between tree size and fruit production was detected.

The seed dispersion index (seed number/fruit weight) decreased as fruit weight increased ( $r = -0.41$ ). Therefore, the eradication of trees producing fruits with an average fresh weight  $< 40$  g is recommended. Selection of desirable trees can reduce the mean dispersion index from the actual value of 5.4 to a minimum of 2.7 seeds/g of fresh fruit produced.

### Compendio

Se midieron la producción de frutas y el potencial de dispersión de semillas de árboles de guayaba (Psidium guajava L.) establecidos naturalmente en pastizales. La densidad de los rodales de guayaba fue de 109 árboles/ha, con diámetros (10 cm sobre el suelo) que oscilan entre 9-32 cm. Las edades de los árboles no fueron determinadas.

La producción de frutas frescas fue de 12.8 ton/ha/año (materia seca = 13%). Un total de 5.6 meses/año hay frutas disponibles para el consumo del ganado. La producción promedio de fruta fresca por árbol fue de 63 kg/año, aunque algunos árboles produjeron hasta 245 kg/año. No se detectó ningún tipo de relación consistente entre las dimensiones del árbol y su producción anual de frutas.

El índice de dispersión de semillas (número de semillas/peso del fruto) decrece a medida que aumenta el peso del fruto ( $r = -0.41$ ). Por lo tanto, es conveniente erradicar de los pastizales los árboles que producen frutos con un peso fresco promedio  $< 40$  g. La selección de los árboles con menor índice de dispersión podría reducir la cantidad de semillas dispersadas por el ganado, desde el promedio actual de 5.4 semillas/g de fruta, hasta un mínimo de 2.7.

SOMARRIBA, E. 1985. **Arboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales: 2. Consumo de frutas y dispersión de semillas.** Turrialba 35(4): 329-332.

[Guava (Psidium guajava L.) in pastures. 2. Fruit consumption by cattle and seed dispersal].

### **Abstract**

Cows eat guava (Psidium guajava L.) fruits that fall off the trees growing in many tropical pasture lands. Guava seeds travel un-harmed through the gut of livestock and are readily established in the pasture. In this paper an estimate is made of both the maximum daily fruit consumption by cows and of the number of seeds dispersed. Based on 101 samples of fresh cow dung collected on five consecutive days in the middle of the fruiting season it is estimated that cows disperse 49500 seeds/cow/day during the period of maximum fruit availability. Based on this figure cows are estimated to eat 11 kg/cow/day of fresh guava fruits.

### **Compendio**

El ganado vacuno consume las frutas maduras caídas de los árboles de guayaba (Psidium guajava L.) presentes en los pastizales. Las semillas de guayaba no son destruidas al pasar por el tracto digestivo del ganado, germinan y se establecen rápidamente en la pastura. En este trabajo se hace una estimación del consumo diario de frutas por parte del ganado y del número de semillas dispersadas. Un total de 101 muestras de estiércol fresco, tomadas durante cinco días consecutivos en la parte central del período de fructificación, indican que el ganado dispersa unas 49500 semillas/animal/día. El consumo de fruta fresca se ha estimado en 11 kg/animal/día.

SOMARRIBA, E.; BEER, J.W. 1985. Arboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales: 3. Producción de leña. Turrialba 35(4): 333-338.

[Guava (*Psidium guajava* L.) in pastures. 3. Firewood production and growth].

### Abstract

A case study of *Psidium guajava* fuelwood volume and increments was made in a naturally regenerated stand (264 trees/ha) associated with natural pasture at an elevation of 1200 m in a premontane humid forest zone.

The average dimensions of the trees were: stem basal diameter at 10 cm from the soil surface 20 cm; fuelwood volume to a minimum diameter of 2.5 cm, 0.12 m<sup>3</sup>; dry weight of fuelwood, 69 kg. This represents 65 m<sup>3</sup>/ha fuelwood (solid volume) equivalent to a stacked volume of 148 m<sup>3</sup>/ha which has a value (1984) of \$595/ha. Volume increments were calculated to be 4.3 m<sup>3</sup>/ha/year.

Standing volumes (V) can best be predicted from the sum of the basal area of the branches at the first fork (ABR) using the relation  $\ln(V) = 2.64 + 1.264 \ln(ABR)$  [ $R^2 = 0.90$ ]. A simpler but less accurate method of predicting volumes, based on the stem basal diameter, has been used to prepare a volume table. A method of predicting fuelwood volumes from crown diameters measured from aerial photographs is also suggested.

### Compendio

En este trabajo se presenta un estudio de caso sobre la cantidad de leña disponible y el crecimiento leñoso de árboles de guayaba (*Psidium guajava*) en un rodal de regeneración natural (264 árboles/ha) en pastizales naturales, a una elevación de 1200 m (zona de vida de bosque premontano húmedo). Las dimensiones promedios de los árboles fueron: diámetro del tronco a 10 cm sobre el suelo = 20 cm; volumen de leña hasta ramas con un diámetro mínimo de 2.5 cm = 0.12 m<sup>3</sup> árbol; peso seco de leña por árbol = 69 kg. Esto representa 65 m<sup>3</sup>/ha de leña sólida, equivalente a 148 m<sup>3</sup> estereos/ha, el cual tiene un valor (1984) de \$595/ha. Se estima que el incremento en volumen es de 4.3 m<sup>3</sup>/ha/año.

Los volúmenes en pie (V) de árboles individuales pueden estimarse con base en la suma del área basal de todas las ramas a la altura de la primer ramificación (ABR) usando el modelo  $\ln(V) = 2.64 + 1.264 \ln(ABR)$  [ $R^2 = 0.90$ ]. Se ha preparado una tabla de volumen usando un método más simple, pero menos exacto, basado en el diámetro basal del tronco. También se presenta una ecuación para predecir V, basada en el diámetro de copas, que podría utilizarse con fotografías aéreas.

BEER, J.; SOMARRIBA, E. 1986. **Dimensions, volumes and growth of Cordia alliodora (R&P) Oken in agroforestry systems.** *Forest Ecology & Management* 17 (In press).

[Dimensiones, volúmenes y crecimiento de Cordia alliodora en sistemas agroforestales].

### Abstract

In Central America, combinations of the timber tree laurel (Cordia alliodora) (R&P) Oken) with coffee (Coffea arabica L.), cacao (Theobroma cacao L.) or pastures, are amongst the best examples of traditional agroforestry. Growth data, taken annually for 5-8 years in 12 permanent agroforestry sample plots, together with annual ring counts of basal discs and stem volume measurements of felled C. alliodora, were analyzed to determine whether the factors of site and associated crop affect laurel growth rates as well as the following relationships: diameter at breast height (D)-total height (H); D-age (A). These two factors had no influence on the D-H relationship. The permanent plot measurements indicated that D growth rates increased in this order: pasture, sugar cane (Saccharum cvs L.), coffee, cacao, but the ring growth analysis did not detect any significant differences. On average predicted growth rates are 3 cm/year to age five, 2 cm/year between ages 5 and 10, and a D of 55 cm after 34 years, which was calculated to be the optimal biological rotation.

The real commercial volume ( $V_{cr}$ ) obtained by farmers is only 64% of the total overbark stem volume (V), but if silviculture were improved the  $V_{cr}$  could be considerably increased. A predictive equation for V is presented as well as the average form factors for V (0.425) and  $V_{cr}$  (0.272). Considering the average C. alliodora densities reported in this study (68-290 trees/ha), a 34-year rotation would give a V of 298-690 m<sup>3</sup>/ha and a  $V_{cr}$  of 191-442 m<sup>3</sup>/ha.

### Compendio

En Centroamérica, las combinaciones de laurel (Cordia alliodora (R&P) Oken) con café (Coffea arabica L.), cacao (Theobroma cacao L.) o pastos, están entre los mejores ejemplos de agroforestería tradicional. En este estudio se analizaron: 1) datos de crecimiento de laurel, tomados anualmente durante 5-8 años en 12 parcelas agroforestales permanentes, 2) conteos de anillos de crecimiento de discos basales, y 3) mediciones de volúmenes de árboles tumbados. Estos análisis pretendían determinar si los factores de sitio y cultivo asociado afectan las tasas de crecimiento del laurel, así como las siguientes relaciones: diámetro a la altura del pecho (D)-altura total (H); D-edad (A). Se encontró que estos factores no afectan la relación D-H. Las mediciones en las parcelas permanentes indicaron que el crecimiento en D aumenta en el siguiente orden: pasto, caña de azúcar (Saccharum cvs L.), café y cacao. Sin embargo, las mediciones de crecimiento en discos no mostraron diferencias significativas. En promedio, se predice que las tasas de crecimiento en D serán de 3 cm/año hasta la edad de cinco años, 2 cm/año entre 5-10 años y un D de 55 cm después de 34 años, la cual se estima que es la rotación biológica óptima del laurel.

El volumen comercial real ( $V_{cr}$ ) obtenidos por los agricultores es solo un 64% del volumen total con corteza ( $V$ ). Sin embargo, si se adoptan algunas prácticas silviculturas mejoradas el  $V_{cr}$  se podría incrementar considerablemente. En este trabajo se presenta una ecuación para la predicción de  $V$  así como los factores de forma promedio para  $V$  (0.425) y para  $V_{cr}$  (0.272). Considerando las densidades promedio de C. alliodora citadas en este estudio (68-290 árboles/ha), una rotación de 34 años produciría un  $V$  entre 298-690  $m^3/ha$  y un  $V_{cr}$  entre 191-442  $m^3/ha$ .

**SOMARRIBA, E. 1986. Effects of livestock on seed germination of guava (Psidium guajava L.). Agroforestry Systems 4(3):233-238.**

[Efectos del ganado sobre la germinación de las semillas de guayaba (Psidium guajava L.)]

#### **Abstract**

This paper reports on the effects that livestock have on seed germination of guava (Psidium guajava L.) Experiments here reported were intended to simulate gastric scarification using different soaking periods in a 0.01 N HCl solution alone or combined with rumen treatments. Additional experiments evaluated germination of defecated and nondefecated seeds germinated in petri dishes and in cow dung.

Passage through the digestive tract of cattle did not affect seed germination of guava. Lowered germination was obtained for seeds germinated in cow dung as compared to laboratory germinated seeds. Nevertheless this difference may reflect an inadequate surface-volume ratio of the cow pat used. Large variations in germination between years were recorded. Nothing is known about the effects that this may have on the ecology of pasture invasion by guavas.

#### **Compendio**

Este artículo documenta los efectos del ganado sobre la germinación de las semillas de guayaba (Psidium guajava L.). Los experimentos aquí citados simulan la escarificación gástrica utilizando diferentes períodos de inmersión en una solución de HCl 0.01 N, solos o combinados con tratamientos ruminales. Experimentos adicionales evaluaron la germinación de semillas defecadas y no defecadas, en discos de petri y en estiércol de ganado vacuno.

El paso a través del tracto digestivo del ganado vacuno no afectó la germinación de las semillas de guayaba. Se encontraron menores porcentajes de germinación en estiércol en comparación a semillas germinadas en el laboratorio. Sin embargo, esta diferencia puede reflejar una relación superficie-volumen inadecuada en las camas de estiércol utilizadas. Se registraron fuertes variaciones anuales en la germinación. No se conoce nada sobre los efectos que esto puede tener sobre la ecología de invasión de las pasturas por los árboles de guayaba.

BEER J.; GLOVER, N. 1987. **Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems.** *Agroforestry Systems* 4: 77-87.

[Ciclaje de nutrimentos en dos sistemas agroforestales tradicionales de Centro América]

#### **Abstract**

A preliminary nutrient cycling study quantified total and temporal nutrient inputs via litterfall and pruning residues in two agroforestry systems: (1) Coffea arabica (perennial crop) - Erythrina poeppigiana (leguminous shade tree); and (2) C. arabica - E. poeppigiana - Cordia alliodora with emphasis on the effect of the timber tree C. alliodora. The total annual input of litterfall plus pruning residues was similar in both associations. Total annual input from E. poeppigiana was less than half in the association with C. alliodora than without, but the litterfall from this latter species compensated for the loss. Large differences in the total annual nutrient input of K, Ca and Mg was found between associations, but not for N or P. The amount of nutrients recycled by the associated trees reached the recommended level of fertilizer required for coffee production. The inclusion of C. alliodora within the C. arabica - E. poeppigiana association resulted in a more evenly distributed annual nutrient input.

#### **Compendio**

Este es un estudio preliminar de ciclaje de nutrimentos en el que se cuantificó la entrada total y la distribución temporal de nutrimentos contenidos en la hojarasca y en los residuos de podas en dos sistemas agroforestales: 1) Coffea arabica (cultivo perenne)- Erythrina poeppigiana (leguminosa arbórea de sombra); y 2) C. arabica - E. poeppigiana - Cordia alliodora (maderable). Se prestó especial atención la evaluación de los efectos del árbol maderable. La producción total anual de hojarasca y de residuos de podas fue similar en ambas asociaciones. La producción anual de biomasa de E. poeppigiana fue un 50% menor en la asociación con C. alliodora. Sin embargo, la hojarasca producida por esta última especie compensó esta



diferencia. Se encontraron fuertes diferencias en el ingreso total anual de K, Ca y Mg entre asociaciones, mas no en N y P. La cantidad de nutrimentos reciclados por los árboles alcanzó los niveles de fertilizantes recomendados para la producción de café. La inclusión de C. alliodora en la asociación C. arabica - E. poeppigiana resultó en un ingreso de nutrimentos temporalmente mejor distribuido a lo largo del año.

**BEER, J.W. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. Agroforestry Systems 5(1): 3-14.**

[Ventajas, desventajas y características deseables de los árboles de sombra para café, cacao y té]

#### **Abstract**

A review is made of the ecological interactions that occur between shade trees and the perennial crops: coffee (Coffea spp. L.), cacao (Theobroma cacao L.) and tea (Camellia sinensis L. Kuntze). These interactions are classified firstly as advantages or disadvantages, and secondly as: effects on crop management; effects on the hydrological cycle; effects on pathogens, insects and climatic conditions; and effects on soils. References are given for the 20 advantageous and 16 disadvantageous consequences of using shade trees, emphasizing publications that provide original data and useful methodologies. Finally a check list of desirable characteristics for perennial crop shade trees is presented.

#### **Compendio**

Se hace una revisión de las interacciones ecológicas que ocurren entre los árboles de sombra y los cultivos perennes: café (Coffea spp. L.), cacao (Theobroma cacao L.) y té (Camellia sinensis L. Kuntze). Estas interacciones fueron clasificadas en un primer nivel como ventajas o desventajas, y en un segundo nivel como : efectos sobre manejo de los cultivos, efectos sobre el ciclo hidrológico; efectos en los patógenos, insectos y condiciones climáticas; y efectos sobre los suelos. Se dan referencias para 20 consecuencias ventajosas y 16 consecuencias desventajosas que resultan de utilizar árboles de sombra. Se da especial énfasis a publicaciones que proveen datos originales y metodologías útiles. Finalmente, se presenta una lista de las características deseables de los árboles de sombra para cultivos perennes.

**QUESADA, F.; SOMARRIBA, E.; VARGAS, E. 1987. Modelo para la simulación de patrones de sombra de árboles. Turrialba, Costa Rica. CATIE Serie Técnica, Informe Técnico 118. 72 p.**

[A computer model for the simulation of shading patterns of trees]

### **Abstract**

In this paper we present in detail the formulation and the development of a mathematical model which allows the calculation of the number of hours of both absolute shade, and overlaps (optional) cast at each coordinate point in the study plot over a number of days specified by the user. The plot can be a horizontal or tilted plane of variable size, depending on the lattice chosen (minimum size of 0.5 m x 0.5 m). The plot can be located at any latitude. Any number of trees can be planted on this plot following any spatial arrangement, but crown shapes have to be one of the following types: spherical, hemispherical, ellipsoid, hemi-ellipsoid, and conical. Solar movement can be simulated at any daily and hourly interval depending on the accuracy needed and on computer time available. A computer programme was written in BASIC (BASICA MICROSOFT) to be run in microcomputers with a minimum RAM memory configuration of 256 Kb and a BASIC compiler.

### **Compendio**

En este trabajo se presentan en detalle, la formulación y el desarrollo de un modelo matemático que permite: 1) simular el movimiento solar con cualquier intervalo diario y horario, 2) simular la proyección de las sombras producidas por las copas de árboles plantados en una parcela, y 3) calcular el número de horas de sombra absoluta y de traslapos recibidos en cada punto coordinado de la parcela (opcional), en un período de tiempo especificado por el usuario. La parcela puede ser un plano horizontal o inclinado, localizado en cualquier latitud geográfica, de dimensiones variables dependiendo del tamaño de retícula escogido (un mínimo de 0.5 m x 0.5 m). La parcela puede orientarse en cualquier dirección y contener cualquier número de árboles, con o sin arreglos regulares de plantación. Los árboles deben poseer copas de cinco formas básicas: esféricas, cónicas, elipsoidales, semiesféricas o semielipsoidales. Se incluye un programa de cómputo escrito en BASIC (BASICA, MICROSOFT) para microcomputadores, con una configuración mínima de 256 Kb de memoria RAM y un compilador de BASIC.

SOMARRIBA, E. 1987. **Guava (Psidium guajava L.) trees in a pasture: population model, sensitivity analyses, and applications.** Agroforestry Systems 5 (In press).

[Arboles de guayaba (Psidium guajava L.) en una pastura: dinámica de población, análisis de sensibilidad y aplicaciones].

#### **Abstract**

A preliminary demographic model is presented for a population of guava (Psidium guajava L.) trees in a pasture. In this paper special attention is devoted to describing both the calculation and testing of the parameters of the model. Some applications of the model are described. It is predicted that the guava population will gradually decline; low seedling survival (due to chemical control of pasture weeds) seems to be the factor governing this trend. Preliminary analyses of total gross energy production and economic income, with and without the guavas, favours the presence of the trees in pastures.

#### **Compendio**

Se presenta un modelo preliminar que describe el comportamiento de una población de árboles de guayaba (Psidium guajava L.) en una pastura. Se presta especial atención a la descripción de los cálculos y a la evaluación de los parámetros del modelo. También se describen algunas aplicaciones. El modelo predice que la población de árboles de guayaba decrecerá gradualmente debido a la baja sobrevivencia de plántulas de guayaba, por la aplicación de herbicidas para el control de malezas en la pastura. Análisis preliminares de la producción total de energía y del ingreso económico esperado, con y sin árboles de guayaba, favorecen la presencia de los árboles en estas pasturas.

SOMARRIBA, E. 1987. **Pasture growth and floristic composition under the shade of guava (Psidium guajava L.) trees in Costa Rica.** Agroforestry Systems (Submitted).

[Crecimiento y composición botánica de pasturas naturalizadas bajo la sombra de árboles de guayaba (Psidium guajava L.) en Costa Rica].

#### **Abstract**

Guava (Psidium guajava L.) trees in naturalized, unimproved pastures produce valuable firewood, fruit, shade, and other benefits. The effects of guavas on pasture growth and floristic composition were evaluated: 1) shaded and non-shaded pastures are floristically very similar, and 2) total growth under shade is 49-63% of that in open sun. Axonopus compressus and

Paspalum conjugatum were the most prominent grasses in both sun and shade.

### Compendio

En pastizales naturalizados, los árboles de guayaba (Psidium guajava L.) producen leña, frutas, sombra y otros servicios. En este trabajo se presenta una evaluación de los efectos de los árboles sobre el crecimiento y la composición botánica de estas pasturas. Los resultados muestran que: 1) la composición florística de las pasturas a pleno sol o bajo la copa de los árboles de guayaba, es muy similar, y 2) el crecimiento del pasto bajo la copa de los árboles es 50-53% del obtenido a pleno sol. Axonopus compressus y Paspalum conjugatum fueron las especies de pasto mas comunes, tanto a pleno sol como bajo sombra.

**LISTA COMPLETA DE  
PUBLICACIONES DEL  
PROYECTO UNU/CATIE**



**Año 1979**

(11318)

a/ APOLO, B.W. 1979. Aceptabilidad y resistencia a la introducción de nuevas tecnologías de cultivo y manejo de suelos en la Cuenca Piloto de La Suiza, Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 32 p. (Special project report).

(11906)

a/ APOLO, B.W. 1979. Control de la escorrentía y erosión mediante sistemas silvopastoriles. In Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. G. de las Salas, editor. Actas. Turrialba, Costa Rica. UNU/CATIE. pp. 190-192.

(11908)

b/ BEER, J.W. 1979. Proyecto UNU-CATIE "La Suiza", estudio de caso agrosilvopastoril. In Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. G. de las Salas, editor. Actas. Turrialba, Costa Rica. UNU/CATIE. pp. 194-198. (Also published in English).

b/ BEER, J.W. 1979. Traditional agro-forestry practices in the wet tropics; The La Suiza case study. Bulletin of the Tropical Agricultural Research and Training Center. 7(3): 2-4.

(11907)

a/ BERMUDEZ, M., M. 1979. La erosión hídrica y la incidencia de malezas en sistemas agroforestales; el caso de un cafetal con Cordia alliodora en Florencia Sur, Costa Rica. In Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. G. de las Salas, editor. Actas. Turrialba, Costa Rica. UNU/CATIE. p. 193.

(11876-11916)

b/ SALAS, G., de las, Editor. 1979. Taller Sistemas Agroforestales en América Latina. Actas. Turrialba, Costa Rica. UNU/CATIE. 226 p.

(11642)

a/ UGALDE, A., L.A. 1979. Descripción y evaluación de las prácticas agroforestales en la Cuenca Piloto de La Suiza, Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p.

---

a/ Investigaciones con apoyo parcial del Proyecto UNU/CATIE

b/ Publicado en obras colectivas o como artículo de investigación en revistas científicas

c/ Publicación completa incluida en este documento

d/ Datos preliminares incluidos en otras publicaciones más rigurosas

## Año 1980

(11115)

<sup>a/</sup> APOLO, B.W. 1980. Evaluación de la escorrentía superficial y la erosión en un pastizal con árboles aislados en La Suiza, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 69 p.

(11118)

<sup>c/</sup> BEER, J.W. 1980. Alnus acuminata con pasto. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 6 p. (Also published in English).

(11119)

<sup>d/</sup> BEER, J.W. 1980. Cordia alliodora con Theobroma cacao: una combinación tradicional agroforestal en el trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 5 p. (Also published in English).

(11120)

<sup>c/</sup> BEER, J.W. 1980. Erythrina poeppigiana con pasto: Un estudio de caso. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 4 p. (Also published in English).

(11121)

<sup>c/</sup> BEER, J.W. 1980. The investigation of agroforestry systems: methodology utilized by CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.

(11122)

<sup>a/</sup> BERMUDEZ, M., M. 1980. Erosión hídrica en la Cuenca Piloto La Suiza, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.

(11123)

<sup>a/</sup> BERMUDEZ, M., M. 1980. 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 Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 74 p.

## Año 1981

(11330)

<sup>a/</sup> BEER, J.W.; CLARKIN, K.L.; DE LAS SALAS, G.; GLOVER, N. 1981. A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone: The La Suiza project. In M. Chavarría, editor. Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical. San José, Costa Rica, CONICIT/Interciencia/SCITEC. pp. 191-209. (También en español).

(11223)

<sup>a/</sup> CLARKIN, K. 1981. Inestabilidad geológica en la zona de La Suiza, Turrialba; Identificación de problemas y soluciones. Informe especial. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 16 p.



(12144)

<sup>c/</sup>GLOVER, N. 1981. Coffee yields in a plantation of *Coffea arabica* var. *caterra* shaded by *Erythrina poeppigiana* with and without *Cordia alliodora*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 17. 1981. 26 p.

\*

(11350)

<sup>a/</sup>ROMIJN, M.; WILDERINK, E. 1981. Fuelwood yield from coffee prunings in the Turrialba Valley. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 25 p.

#### Año 1982

(15193)

<sup>a/</sup>CLARKIN, K. 1982. Usted también puede tener árboles en su finca. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 14 p.

(15188)

<sup>d/</sup>SOMARRIBA, E. 1982. Guayabo (*Psidium guajava* L.) asociado con pastos. Métodos de análisis volumétrico y potencial de producción de leña. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 33 p.

#### Año 1983

(15543)

<sup>d/</sup>BEER, J.W. 1983. Advantages, disadvantages, and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao, and tea. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 14 p. (También en español).

(15477)

<sup>b/</sup>BEER, J.W. 1983. Land use development projects in Costa Rica: a critical appraisal of the role of the Tropical Agricultural Centre for Research and Training (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 4 p.

(15467)

<sup>b/</sup>BEER, J.W. 1983. Research and development work by Costa Rican farmers: Lessons for agroforesters. In Moeller, G. and Seal, D., editors. Technology, transfer in forestry. London. Her Majesty's stationery office. pp. 43-46. (Forestry Commission Bulletin No. 61).

(15415)

<sup>a/</sup>BELIARD, C.A. 1983. Resultados preliminares de biomasa de dos frecuencias de poda de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en Palmira, San Carlos, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 9 p.

(15331)

<sup>b/</sup>SABOGAL, C. 1983. Observaciones sobre la combinación de *Cedrela odorata* con café en Tabarcia - Palmichal (Cantón Puriscal) In *Ei componente arbóreo en Acosta y Puriscal*. Heuveldop, J. y Espinoza, L., Editores. Turrialba, Costa Rica, CATIE-GTZ. pp. 90-101.

## Año 1984

(11207)

b/ BEER, J.W. 1984. Estudio y promoción de sistemas agroforestales tradicionales en Centro y Sudamérica: Parte I. Planificación del proyecto. In Investigación de técnicas agroforestales tradicionales. J.W. Beer y E. Somarriba, Editores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 12. pp. 11-19.

(15157)

b/ BEER, J.W. 1984. Estudio y promoción de sistemas agroforestales tradicionales en Centro y Sudamérica: Parte II. Introducción al establecimiento de parcelas permanentes en asociaciones agroforestales tradicionales. In Investigación de técnicas agroforestales tradicionales. J.W. Beer y E. Somarriba, Editores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 12. pp. 52-65.

(15066)

b/ BEER, J.W.; SOMARRIBA, E., Editores. 1984. Investigación de técnicas agroforestales tradicionales: ejemplo de organización de cursos cortos. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico No. 12. 108 p.

(15623)

a/ BELIARD, C.A.; MORA, E. 1984. Preliminary fresh weight tables for Gliricidia sepium branches of live fence posts in the "La Francia" farm, Guapiles, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 5 p.

(12696)

a/ BELIARD, C.A. 1984. Producción de biomasa de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud, en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE-UCR. 97 p.

(15462)

a/ BELIARD, C.A. 1984. Tablas de rendimiento de rebrotes (leña y forraje) en cercos vivos de Gliricidia sepium en la zona de Siquirres, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 3 p.

(15436)

c/ CASTILLO, G.; BEER, J.W. 1984. Utilización del bosque y de los sistemas agroforestales en la región Gardi, Kuna Yala (San Blas), Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 55 p.

(15476)

d/ GLOVER, N.G.; BEER, J.W. 1984. Spatial and temporal fluctuations of litterfall in the agroforestry associations Coffea arabica var. Caturra - Erythrina poeppigiana and C. arabica var. caturra E. poeppigiana - Cordia alliodora. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 43 p.

(15066)

- b/SOMARRIBA, E. 1984. Guayabo (Psidium guajava) asociado con pasto. Dispersión de semillas y abastecimiento de forraje. In J. Beer & E. Somarriba, Editores. Investigación de técnicas agroforestales tradicionales: un ejemplo para la planificación de cursos cortos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico No. 12.

#### Año 1985

(15581)

- b/SOMARRIBA, E. 1985. Arboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales: 1. Producción de fruta y potencial de dispersión de semillas. Turrialba 35(3): 289-296.

(15582)

- b/SOMARRIBA, E. 1985. Arboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales: 2. Consumo de frutas y dispersión de semilla. Turrialba 35(4): 329-332.

(15583)

- b/SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1985. Arboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales: 3. Producción de leña. Turrialba 35(4): 333-338.

#### Año 1986

(15502)

- b/GLOVER, N.; BEER, J.W. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. Agroforestry Systems 4: 77-87.

(12768)

- b/SOMARRIBA, E. 1986. Effects of livestock on seed germination of guava (Psidium guajava L.). Agroforestry Systems 4(3): 233-238.

- b/SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1986. Dimensions, volumes, and growth of Cordia alliodora in agroforestry systems. Forest Ecology & Management 17 (in press).

(15632)

- b/SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1986. Dimensiones, volúmenes y crecimiento de Cordia alliodora en sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico No. 16. 23 p. ←

#### Año 1987

(15543)

- b/BEER, J.W. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. Agroforestry Systems 5(1): 3-14.

- b/ QUESADA, F., SOMARRIBA, E.; VARGAS, E. 1987. Modelo para la simulación de patrones de sombra de árboles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 118. 87 p. \$3.
- b/ SOMARRIBA, E. 1987. Population dynamics of guava (Psidium guajava L.) in pastures. In Advances in Agroforestry Research. J. Heuveldop, H.W. Fassbender; J.W. Beer, Editors. Proceedings. CATIE, Turrialba, Costa Rica. (In press).
- b/ SOMARRIBA, E. Efectos de la presión selectiva del ganado y del manejo de los pastizales sobre el componente arbóreo en sistemas agroforestales. In Investigación agroforestal en el Trópico Húmedo. Actas. E. Somarriba, Editor. Tokyo, Japón, United Nations University (UNU). (In press).
- b/ SOMARRIBA, E. Árboles de guayaba (Psidium guajava L.) en pastizales: Esquema de trabajo para la cuantificación. In Investigación agroforestal en el Trópico Húmedo. E. Somarriba, Editor. Actas. Tokyo, Japón, United Nations University (UNU). (In press).
- b/ SOMARRIBA, E., Editor. Investigación agroforestal en el Trópico Húmedo. Actas. Tokyo, Japón, United Nations University (UNU). (In press).
- b/ SOMARRIBA, E. Guava (Psidium guajava L.) trees in a pasture: population model, sensitivity analyses, and applications. Agroforestry Systems 5 (In press).
- b/ SOMARRIBA, E. Pasture growth and floristic composition under the shade of guava (Psidium guajava L.) trees in Costa Rica. (Submitted to Agroforestry Systems).

Nota: Las publicaciones precedidas por un número en la esquina superior izquierda pueden ser solicitadas a:

**INFORAT  
CATIE 7170  
Turrialba, Costa Rica**

Al hacer su solicitud, por favor incluya el número en mención.  
Costo: US\$0.20/página fotocopiada.

Este libro se terminó de imprimir en los Talleres de Servicios Litográficos Ltda.; en Abril de 1988. El tiraje de esta edición consta de 500 ejemplares.

**Editora técnica: Elizabeth Mora**

**Composición de texto: Ana Cristina von Marschall  
Ana Felicia Royo de Cisneros  
María Amable Rodríguez Brenes**

**Portada: Xinia Vega**

**Distribución: INFORAT  
7170 CATIE  
Turrialba, Costa Rica**



