

## Avances de Investigación

# Caracterización del sistema agroforestal maíz con árboles dispersos en la cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador<sup>1</sup>

Ricardo Limongi Andrade<sup>2</sup>; Celia A. Harvey<sup>3</sup>; Francisco Jiménez<sup>3</sup>; Tamara Benjamin<sup>3</sup>

**Palabras claves:** diversidad de especies; regeneración natural, usos y manejo del componente arbóreo; *Zea mays*.

### RESUMEN

Se caracterizó el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos en la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador, el cual presenta bajas densidades de árboles (11 árboles ha<sup>-1</sup>), con una baja cobertura arbórea (3,5 % del área de la parcela), baja área basal (0,6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) y pocas especies por parcela (6,5 ± 2,7). Aunque se encontró un total de 58 especies arbóreas en las fincas, el sistema está dominado por seis especies arbóreas nativas (*Guazuma ulmifolia*, *Prosopis pallida*, *Prosopis affinis*, *Cordia alliodora*, *Albizia guachapele* y *Leucaena trichodes*), que representan el 72% del total de individuos con dap > 5 cm. El 62% de los árboles muestreados eran manejados por podas y desrames. Las especies usadas para leña, alimento para ganado y que poseen copas densas fueron manejadas con podas, mientras que aquellas especies útiles para madera o construcciones rurales, o con copas ralas, fueron desramadas. Los productores mencionaron 11 aspectos positivos de tener árboles en sus parcelas, incluyendo la producción de madera (68% de los productores), leña (60%), alimento para ganado (24%), sombra para personas (28%) y animales (23%). Además, señalaron que los árboles dispersos ofrecen limitantes para la producción de maíz porque compiten con este por agua y luz. Mencionaron 10 especies arbóreas que son buenas para combinar con maíz, de las cuales las principales fueron *C. alliodora*, *A. guachapele* y *Prosopis* spp.

**Characterization of the agroforestry system of dispersed trees in corn fields in the Río Carrizal watershed, Manabí, Ecuador**

**Key words:** natural regeneration; species diversity; tree use and management; *Zea mays*.

### ABSTRACT

An agroforestry system of dispersed trees in corn fields was characterized in the Río Carrizal watershed, in Manabí, Ecuador. Low tree densities (11 trees ha<sup>-1</sup>), little tree cover (3.5% of field area), small basal area (0.6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) and few tree species per field (6.5 ± 2.7) were observed. Although a total of 58 tree species were found in the farms, the system was dominated by six native tree species (*Guazuma ulmifolia*, *Prosopis pallida*, *Prosopis affinis*, *Cordia alliodora*, *Albizia guachapele* and *Leucaena trichodes*), which represented 72% of the individuals with dap > 5 cm. Sixty-two percent of the trees sampled were managed by pollarding and pruning. Tree species used for firewood or livestock fodder, or that have dense canopies, were managed by pollarding, whereas species used for timber or rural construction, or that had thin canopies, were managed by pruning. Farmers mentioned 11 positive aspects of having trees in their fields, including timber production (68% of the farmers), firewood production (60%), fodder for livestock (24%), and shade for people (28%) and animals (23%). The main drawback of the dispersed trees, recognized by farmers, is that they compete with the corn for water and light. The producers mentioned 10 tree species that are suitable for combining with corn production, of which the most frequently mentioned were *C. alliodora*, *A. guachapele* and *Prosopis* spp.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades de los pequeños y medianos agricultores en América Latina es la producción de granos básicos, especialmente maíz (*Zea mays*), en áreas pequeñas para satisfacer sus requerimientos de carbohidratos y proteínas (Leakey y Sánchez 1997). En algunas zonas, los productores cultivan el maíz en combinación con árboles dispersos. Estos árboles pueden

servir como fuente de madera, leña y forraje, para reducir la erosión y aumentar la fertilidad del suelo a través de sus aportes de materia orgánica, lo cual también contribuye a aumentar la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, y son importantes para la conservación de muchas especies vegetales y animales (Martínez 1989, Harvey y Haber 2000, Schroth y Sinclair 2003).

<sup>1</sup> Basado en: Limongi A, JRF. 2002. Caracterización del sistema agroforestal "maíz con árboles dispersos" en la cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador. Tesis Mag.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>2</sup> M.Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 2002. Correo electrónico: rlimongi2002@yahoo.com (autor para correspondencia).

<sup>3</sup> Departamento de Agricultura y Agroforestería, CATIE, Sede Central. Correos electrónicos: charvey@catie.ac.cr; fjimenez@catie.ac.cr; tamara@catie.ac.cr

En Manabí, Ecuador, se cultiva el maíz durante la época lluviosa, bajo condiciones de cero labranza. En estas parcelas de maíz existe una variedad de especies arbóreas con diferentes usos, las cuales pueden estar distribuidas o agrupadas y con densidades muy variables. A pesar de que este sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos (SAFMAD) es común, existe poca información documentada sobre las especies de árboles presentes, su abundancia, procedencia y manejo, y las razones por las cuales los agricultores no talan estos árboles.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) caracterizar la riqueza, abundancia, diversidad y composición de los árboles en el SAFMAD en la cuenca del Río Carrizal, en Manabí, Ecuador; 2) describir el manejo y uso de los árboles que se encuentran dispersos en SAFMAD; y 3) evaluar las percepciones de los productores de este sistema agroforestal.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de enero a junio de 2001 en la cuenca del Río Carrizal, Manabí, cantones de Junín y Tosagua (0°40' a 0°58'S y 80°07' a 80°20'O; ppt 825,4 mm año<sup>-1</sup>; 25,7 °C promedio anual). Predominan las áreas con laderas y elevaciones alrededor de los 800 msnm (PIACCH 1996). Se seleccionaron ocho comunidades que poseían el SAFMAD, con base en la predominancia de productores de maíz y la presencia del sistema agroforestal en sus fincas. Entre las ocho comunidades se seleccionó un total de 54 fincas al azar. El número de fincas por comunidad fue proporcional al número de productores.

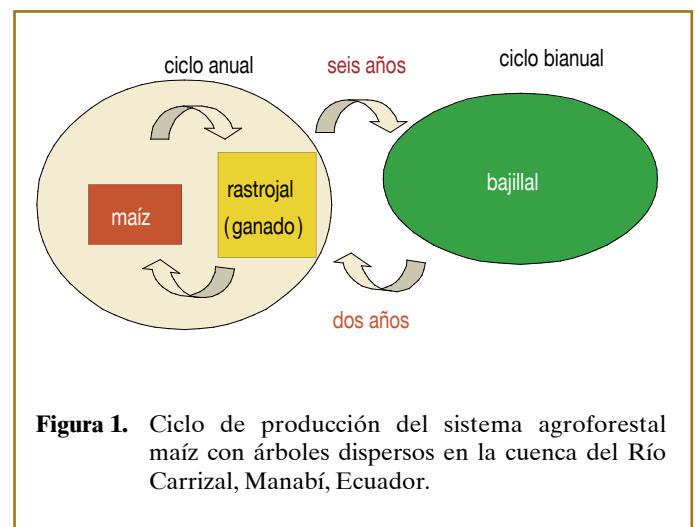
Para caracterizar la riqueza, abundancia, diversidad y composición del componente arbóreo se seleccionó al azar una parcela de maíz en cada finca, en la cual se registraron todos los árboles presentes con dap > 5 cm. Las parcelas estudiadas varían en tamaño (promedio de 2,5 ± 1,9 ha; área total muestreada de 137,8 ha). Además, en cada parcela se estableció una subparcela (de 50 x 50 m), donde se contó el número de árboles por especie con dap < 5 cm. Asimismo, en cada finca se realizó una encuesta agrosocioeconómica semiestructurada para documentar cómo los productores manejan y perciben su sistema agroforestal, cuáles especies utilizan en el sistema, cómo seleccionan los árboles, y cuáles factores influyen en su manejo del sistema agroforestal. Los datos de la riqueza, abundancia y diversidad de árboles fueron analizados con estadísticas descriptivas, prueba de pseudo *T*,  $\chi^2$ , ANDEVAS y pruebas de Duncan.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Descripción de las fincas maiceras y el sistema de producción

Las fincas tuvieron un área promedio de 12,5 (± 10,1 ha). En promedio, el 47% (5,9 ha) de la superficie estaba dedicado al cultivo de maíz con árboles dispersos. Otros usos del suelo por finca fueron pastos (2,4 ha), rastrojal (2,3 ha) y bosque secundario (0,3 ha). El resto del suelo (promedio de 0,7 ha finca<sup>-1</sup>) estuvo ocupado por otros cultivos anuales, como *Arachis hipogaea*, *Oriza sativa*, *Manihot esculenta* y musáceas, sembrados en monocultivos en pequeñas áreas.

La mayoría de los productores cultivan la parcela de maíz durante cinco a seis años seguidos; después la dejan en descanso por dos años (charral o bajillal) para ser sembrada de nuevo con maíz (Fig. 1). La mayoría de los árboles se establecen durante la fase de charral; cuando el charral es eliminado, los productores seleccionan (y retienen) aquellas especies arbóreas que son de su interés, pero en bajas densidades. Algunas especies también se establecen durante la siembra del cultivo por medio de la dispersión de semillas a través del ganado, aves o viento. Durante la producción del cultivo, los productores manejan los árboles eliminando las copas o ramas bajas. Sin embargo, las especies que no son útiles (y también algunas que sí lo son) son eliminadas durante el manejo del cultivo, la limpieza de la parcela, el ingreso del ganado o la quema. Los productores eliminan los residuos de la cosecha alrededor de los árboles de su interés para evitar que sean quemados.



**Figura 1.** Ciclo de producción del sistema agroforestal maíz con árboles dispersos en la cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.

El manejo del SAFMAD consistió básicamente de ocho actividades: dos de acondicionamiento del lote de maíz por sembrar (ingreso de ganado y roza, amontona y que-

ma de rastrojo); cinco relacionadas con el manejo del maíz (siembra, manejo de malezas, manejo de insectos plagas, fertilización y cosecha); y una dirigida hacia los árboles (poda y desrame).

### Composición y manejo de los árboles dispersos

Se encontró un total de 1219 árboles con dap > 5 cm, distribuidos en 58 especies en 137,8 ha de maíz. La densidad arbórea promedio fue de 11,3 individuos ha<sup>-1</sup> (rango 2 a 80 árboles ha<sup>-1</sup>). El porcentaje de cobertura arbórea por parcela fue de 3,5% en promedio, con un área basal promedio de 0,6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

El sistema agroforestal fue dominando por seis especies de uso múltiple, que representaron el 72% de los árboles encontrados (Cuadro 1). Esta dominancia de árboles de uso múltiple se debe a que la mayoría de los productores están interesados en aquellas especies que proveen madera para la venta (68%), leña para autoconsumo (60%) y alimento para el ganado (24%). Otros criterios de selección son rápido crecimiento, calidad de la madera y compatibilidad con el cultivo. Las especies utilizadas para leña reciben un manejo más frecuente, con podas y desramas y, generalmente, presentan alturas de 1-3 m; en cambio, los árboles maderables generalmente no son intervenidos y alcanzan alturas mayores.

Las especies no maderables que no permiten el paso de mucha luz, como *Guazuma ulmifolia* (4,6 m ± 2,8) y *Leucaena trichodes* (5,5 m ± 2,6), son mantenidas a bajas alturas por los productores, mientras que a las especies con copas ralas, preferidas por los productores (*Cordia*

*alliodora*, *Prosopis pallida*, *Prosopis affinis*, *Albizia guachapele* y *Muntingia calabura*), se les permite crecer más alto.

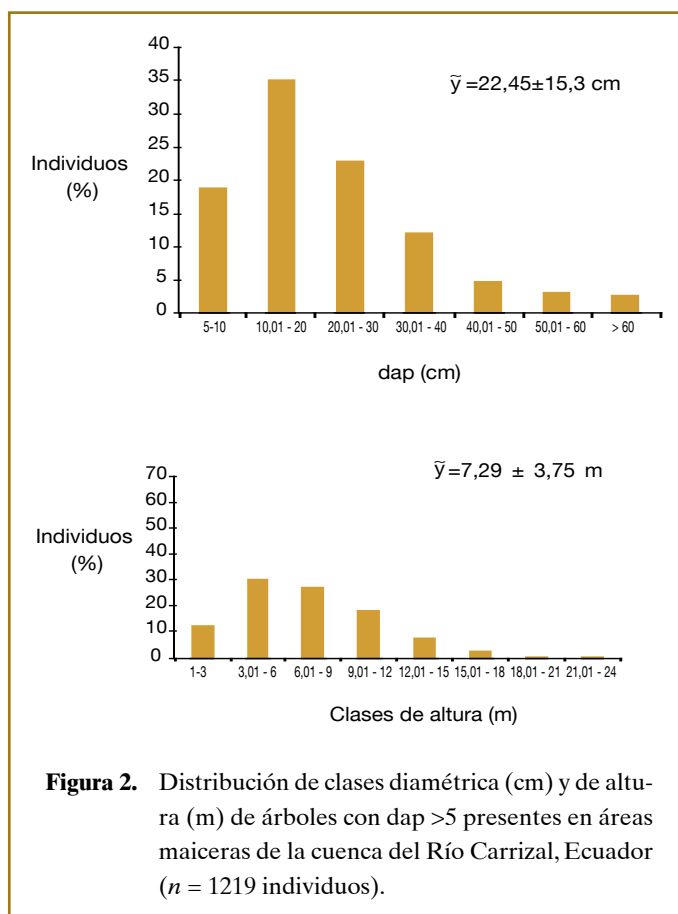
### La regeneración natural

La mayoría de los árboles con dap > 5 cm eran pequeños, el 89% tenía diámetros < 40 cm, y el 43% de los árboles tenían alturas < 6 m. Si se incluyen los latizales (2644 latizales bajos y 2557 latizales), el porcentaje de árboles con alturas < 6 m alcanza el 70% (Fig. 2). En las parcelas de maíz hubo buena capacidad de regeneración natural de árboles, aunque esta varió mucho entre parcelas. En promedio, hubo 197 ± 255 árboles ha<sup>-1</sup> < 50 cm de altura y 191 ± 208 árboles ha<sup>-1</sup> con altura > 50 cm y dap < 5 cm. Se encontró un total de 46 especies en estas dos categorías. Las especies con mayor regeneración (> 50 cm de altura) fueron *Prosopis* spp., *G. ulmifolia*, *Machaerium millei*, *Cordia lutea* y *L. trichodes*.

Además de factores exógenos como el suelo, clima y agentes bióticos (herbívoros, enfermedades) que afectan el vigor y establecimiento de los árboles, la regeneración depende del manejo y uso de la parcela, especialmente quemas, uso de herbicidas, deshierbas con machete, uso del suelo e ingreso de ganado. La permanencia de cada especie dependerá también de los usos y beneficios que proporcione al productor. La regeneración natural puede ser influenciada por el ingreso de ganado a la parcela, donde puede consumir los frutos y diseminar las semillas de especies como *G. ulmifolia* y *Prosopis* spp.

**Cuadro 1.** Especies más comunes y sus principales usos en el sistema agroforestal maíz con árboles dispersos en la cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador

Nombre		Familia	Frecuencia (%)	Principales usos		
Científico	Común			Madera	Leña	Alimento para ganado
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	Sterculiaceae	22	—	✓	✓
<i>Prosopis pallida</i>	Algarrobo amarillo	Mimosaceae	20	—	✓	✓
<i>Prosopis affinis</i>	Algarrobo negro	Mimosaceae	10	—	✓	✓
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	Boraginaceae	8	✓	✓	—
<i>Albizia guachapele</i>	Guachapelí prieto	Mimosaceae	7	✓	✓	—
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	Mimosaceae	5	—	✓	✓



Algunas especies presentes en la regeneración natural, como *Acacia farnesiana*, *Acrocomia* sp., *Coccoloba* sp., *Croton fraseri*, *Gallesia integrifolia*, *Grias lecythis*, *Mauria heterophylla*, *Pithecellobium dulce*, *Poulsenia armata*, *Rauvolfia littoralis* y *Trema micrantha*, no se encontraban en el sistema agroforestal como adultas, indicando quizás que los productores eliminan algunas especies cuando son pequeñas o que estas no pueden crecer en las condiciones de la parcela. Su presencia como plántulas probablemente se debe a la cercanía de bosques secundarios, cercas vivas o los bajillales desde donde procede la lluvia de semilla, ya sea dispersada por el viento o por frugívoros (Martínez 1995, Guariguata 1999). La alta densidad de árboles de regeneración natural, comparada con la baja densidad de árboles adultos, sugiere que el manejo actual de las fincas disminuye el componente arbóreo en las parcelas.

### Percepciones de los productores del sistema agroforestal maíz con árboles dispersos

La mayoría de los productores afirma que los árboles dispersos ofrecen tanto beneficios como limitantes para la producción de maíz. En total, enumeraron 11 aspectos positivos de tener árboles en fincas maiceras.

Las ventajas más mencionadas fueron la producción de madera, la provisión de sombra para los productores, la producción de leña y la provisión de sombra para los animales (Cuadro 2). Los productos de los árboles dispersos ayudan a los productores a cubrir sus necesidades económicas y tener suficiente leña y madera para el consumo propio. Las mayores desventajas mencionadas fueron que el maíz se queda pequeño cerca del árbol y que se produce competencia por agua.

Según los productores, hay algunas especies de árboles más compatibles con la producción de maíz que otras. Aunque no siempre hubo consenso entre los productores sobre cada especie, la preferida fue *Prosopis* spp., seguida por *C. alliodora* y *A. guachapele*. La preferencia por estas especies se debe a que requieren poco manejo; por ser especies deciduas, compiten poco con el maíz por luz durante el desarrollo del cultivo; brindan madera de buena calidad para aserrío y construcciones rurales; proporcionan carbón y leña de buena calidad y, con excepción de *C. alliodora*, forraje. En cambio, hay otras 26 especies arbóreas que los productores señalan como incompatibles con el maíz (las de mayores restricciones incluyen *G. ulmifolia*, *L. trichodes*, *Centrolobium paraense* y *Caesalpinia* spp.) porque arrojan una sombra excesiva sobre el cultivo, resecan el suelo, reducen el rendimiento del maíz y crecen muy rápidamente. Otras especies exóticas y promisorias están comenzando a aparecer en los campos de cultivos de maíz (p. ej., *Schizolobium parahyba*), introducidas recientemente a la zona por productores y ONG.

Para estimular a los productores a aumentar la densidad de los árboles dispersos en las parcelas, es importante determinar las densidades y espaciamientos (arreglos) óptimos entre árboles y cultivo para minimizar la competencia entre ambos componentes por agua, luz, espacio y nutrientes. Además, urge evaluar el potencial de regeneración natural que tiene cada especie arbórea y la posibilidad de manejar la regeneración natural como un mecanismo para aumentar la densidad de árboles.

### Comparación con otros SAF con maíz

Aunque el SAFMAD parece existir en otras regiones de América Latina, hay poca información al respecto. Hubo estudios en El Salvador (García *et al.* 2001) y en Honduras (Hellin *et al.* 1999). En El Salvador, los productores producen granos básicos en pequeñas áreas (< 5 ha) y retienen árboles dispersos con densidades de

**Cuadro 2.** Aspectos positivos y negativos de los árboles dispersos dentro del cultivo de maíz según opinión de los productores ( $n = 53$ )

Aspectos positivos <sup>(2)</sup>	% del total de productores	Aspectos negativos	% del total de productores
<b>Provisión de servicios</b>			
Sombra a personas	28,3	Ninguno	39,6
Sombra a animales	22,6	Planta pequeña cerca del árbol	30,1
Poca competencia	15,0	Competencia por agua	22,6
Mejoran el ambiente	13,2	Pierde espacio	5,6
Abonan el suelo	9,4	Hospedera de insectos plagas	1,8
Evitan la erosión del suelo	7,5		
Protección del viento	5,6		
<b>Provisión de productos</b>			
Producción de madera	67,9		
Producción de leña	60,3		
Alimento de ganado	24,5		
Producción de frutas	1,8		

<sup>(2)</sup> Los porcentajes no suman 100% porque los productores informaban más de un aspecto positivo.

50 a 630 árboles  $ha^{-1}$  (promedio de 5,6 especies arbóreas en 0,1 ha). Este sistema es dominado por la presencia de un maderable, *C. alliodora* (promedio de 86 árboles  $ha^{-1}$ ). En Honduras, los productores producen granos básicos en un sistema denominado “quezungal”, en el cual mantienen una alta densidad de árboles (promedio de 419 árboles  $ha^{-1}$ ), dominados por frutales (como *Byrsonima crassifolia* y *Psidium guajava*) y maderables (como *C. alliodora*, *Diphysa robinoides* y *Swietenia* spp.). Estos productores podan los árboles a 1,5 m y utilizan su biomasa para la conservación de suelo, mantenimiento de fertilidad y manejo de humedad (Hellin *et al.* 1999).

Existen muchas similitudes entre el SAFMAD de Ecuador con los sistemas en El Salvador y Honduras: todos tienen árboles que proceden de la regeneración natural; todos se caracterizan por tener pocas especies; todos incluyen a *C. alliodora*; y todos son dominados por especies que generan productos como madera, leña o frutos. Sin embargo, el SAFMAD en Ecuador tuvo densidades de árboles (11 árboles  $ha^{-1}$ ) mucho más bajas que los encontrados en El Salvador (192 árboles  $ha^{-1}$ ) y Honduras (419 árboles  $ha^{-1}$ ). Otra diferencia es

que los árboles en Ecuador son manejados para reducir la competencia con el maíz y los productores queman los residuos de la cosecha antes de la siembra, mientras que en El Salvador y Honduras podan los árboles para incorporar biomasa al suelo y no queman sus parcelas.

## CONCLUSIONES

- En Manabí, Ecuador, el SAFMAD se caracteriza por tener bajas densidades de árboles y pocas especies por parcela, lo cual refleja que los productores están manejando los árboles en función de minimizar la competencia con el cultivo del maíz.
- Aunque se encontró un total de 58 especies arbóreas, la mayoría de los árboles pertenecieron a seis especies (*A. guachapele*, *C. alliodora*, *G. ulmifolia*, *L. trichodes*, *P. pallida* y *P. affinis*), que representan el 72% del total de individuos con  $dap > 5$  cm. La mayoría de los árboles son de regeneración natural y se establecen principalmente durante la fase de charral.
- Los productores manejan las densidades de árboles y someten los árboles a podas intensas o desrames. Seleccionan cuáles especies arbóreas son retenidas y en qué densidades. Tienden a retener especies que

tienen importancia como fuente de madera, leña, construcciones rurales, forraje para ganado y por su compatibilidad con el cultivo.

- Los productores reconocen el valor de los árboles en sus fincas, y las ventajas y desventajas de combinar árboles con el maíz; además, conocen cuáles especies son más compatibles con el maíz y cuáles son menos compatibles.

### **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo fue apoyado por el PROMSA (Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios), la UEFC (Unidad Ejecutora de Fondos Competitivos) y el NRI (National Resources International).

### **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

Guariguata, M. 1999. Biología de semillas y plántulas de nueve especies arbóreas comunes en bosques secundarios de bajura en Costa Rica; implicaciones en el manejo forestal basado en la regeneración natural. CATIE, UMBT, ST-IT 309. Publicación No 16. 17 p.

Harvey, C; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44: 37-68.

Hellin, J; Welchez, LA; Cherrett, I. 1999. The Quezungal System: an indigenous agroforestry system from Western Honduras. *Agroforestry Systems* 46:229-237.

Leakey, RB; Sánchez, PA. 1997. ¿How many people use agroforestry products? *Agroforestry Today* 9(3): 4-5.

Martínez, H. 1989. El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores. Serie Técnica de CATIE. CATIE, Turrialba, Costa Rica. No. 19, 79 p.

Martínez, M. 1995. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. Centro de Ecología, UNAM, México. p. 27-79.

PIACCH (Proyecto Integral Agrícola Carrizal Chone, EC). 1996. Diagnóstico Agrosocioeconómico del Proyecto Integral Agrícola Carrizal Chone. CRM-INIAP-GTZ. Manabí, Ecuador. 85 p.

Schroth, G; Sinclair, FL. 2003. Trees, crops and soil fertility: concepts and research methods. CABI Publishing. 437 p.