

Caracterización del sistema agroforestal "Maíz con árboles dispersos" en la cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador

JIMMY RICARDO FRANCISCO LIMONGI ANDRADE

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



**"CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL "MAÍZ CON ÁRBOLES
DISPERSOS" EN LA CUENCA DEL RÍO CARRIZAL, MANABÍ, ECUADOR**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgraduados, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae

Por

Jimmy Ricardo Francisco [✓]Limongi Andrade

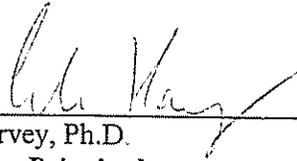
Turrialba, Costa Rica

2002

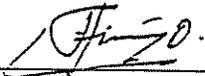
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

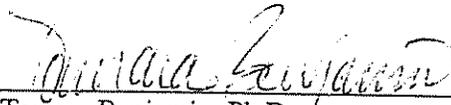
FIRMANTES:



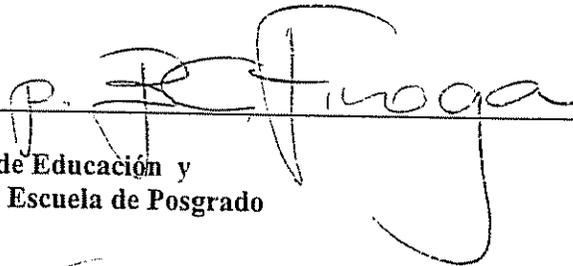
Celia Harvey, Ph.D.
Consejero Principal



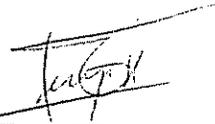
Francisco Jiménez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Tamara Benjamin, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Ali Moslemi, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Jimmy Ricardo Limongi Andrade
Candidato

DEDICATORIA

A **JUDITH**, símbolo de la unidad familiar.

A **MARÍA TERESA** con todo mi amor, por estos dos años de apoyo constante y sacrificio para que mis metas e ideales se materialicen.

A **MARÍA CECILIA, MARÍA CRISTINA Y RICARDO ARTURO** ...tres razones para seguir esforzándome y que en el futuro sean buenas personas.

A mis hermanas y sobrinos que la persistencia, el valor y perseverancia hace caminos...hace historia.

A mi padre y hermano que desde el cielo guían mi vida.

AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso por estar presente en mi vida ayudándome a superar los obstáculos que la vida presenta.

A Celia Harvey, quién fungió como asesor principal, por su amistad, paciencia, tenacidad y gran visión de futuro.

A Tamara Benjamín y Francisco Jiménez miembros del comité asesor por sus oportunas sugerencias para un mejor desarrollo de la presente investigación.

A Nelson Motato codirector en Ecuador, Diego Delgado, Hugo Brenes y Gustavo López por su alto grado de colaboración.

Al PROMSA (Programa de Modernización de Servicios Agropecuarios), BIRF – 4075 – EC. por otorgarme la beca de estudios en CATIE.

A la UEFC (Unidad Ejecutora de Fondos Competitivos).

Al NRI (Natural Resources International Ltd) administradora técnica y financiera de la beca, representada por Jonnathan Woolley.

Al INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias), Estación Experimental Portoviejo representada por Marat Rodríguez.

Al CATIE por haberme legado en estos dos años de conocimientos académicos y espirituales.

A los productores de las comunidades de la Cuenca del Río Carrizal por su contribución durante la fase de campo de la presente investigación.

A mis amigos multinacionales de las promociones 2000, 2001 y 2002 (la lista es infinita) por estos dos años de compartir grandes momentos y hacer que mi paso por CATIE sea agradable....resultaron ser una gran experiencia en lo personal y profesional.

Limongi Andrade, R. 2002. Caracterización del sistema agroforestal maíz con árboles dispersos en la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Palabras claves: Árboles dispersos, diversidad de especies, usos y manejo del componente arbóreo, análisis de componentes principales, diagnóstico, tipologías, *Zea mays*.

RESUMEN

El objeto del estudio fue caracterizar el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos en la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador. En 54 fincas, se caracterizó la riqueza, abundancia, diversidad y composición de los árboles dispersos en parcelas de maíz. Además se describió el manejo y uso de los árboles dispersos y se evaluó las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal, mediante encuestas individuales semiestructuradas que incluían aspectos sociales, agrícolas y forestales. Para ver si había diferencias entre los tipos de productores y sus sistemas agroforestal, se realizó una tipología de productores mediante el análisis de variancia mínima de Ward y prueba de pseudo "T" y se comparó la cobertura arbórea presente y su manejo entre los diferentes grupos.

El sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos forma parte importante del ciclo productivo. Las fincas tenían en promedio 12,5 ha con una diversidad de usos del suelo, donde el maíz ocupaba el 50% de la superficie de la finca con 5,9 ha en promedio. El ciclo de producción del maíz se realizó en ocho años: seis años de maíz y posteriormente dos años de descanso en charral donde se produce el establecimiento de las especies arbóreas vía regeneración natural. En cada ciclo de cosecha de maíz, el ganado entra en la parcela, consumiendo el rastrojo y ramoneando hojas y frutos de los árboles.

El sistema agroforestal se caracteriza por tener bajas densidades de árboles (11 árboles ha⁻¹), distribuidos en distancias promedio de 18 m, con una baja cobertura arbórea (0,6 m² ha⁻¹) y pocas especies por parcelas (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 proceden de tres familias arbóreas y representan el 72,1% del total de individuos. Los árboles estaban concentrados en clases diamétricas <30 cm y altura <6 m, lo cual refleja en parte su aprovechamiento y uso.

El manejo de los árboles dispersos consiste básicamente en tres actividades: poda, desrame y poda y desrame. Un total de 61,6% de los árboles muestreados eran manejados. Aquellas 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 con copas ralas fueron desramadas. Los productores cuidan a los árboles de las quemas y solamente el 13,1% del total de árboles muestreados mostraban señales de quemas. *Guazuma ulmifolia* fue la especie más quemada (con el 38,2% de sus árboles quemados) principalmente cuando los árboles tenían fustes muy gruesos y muchos ejes.

Los productores reconocían que los árboles dispersos ofrecen beneficios y limitantes para la producción de maíz. En total mencionaron 11 aspectos positivos de tener árboles en sus parcelas; incluyendo la producción de madera (67,9% de los productores), la producción de leña (60,3%), alimento para ganado (24,5%), y sombra a personas (28,3%) y animales (22,6%). El 39,6% de los agricultores no veían ningún aspecto negativo entre el maíz y los árboles dispersos; los demás productores mencionaron cuatro aspectos negativos que incluyen plantas pequeñas cerca de los árboles y la competencia por agua. Los productores mencionaron 10 especies arbóreas que son buenas para combinar con maíz, de las cuales los más mencionados fueron: *Cordia alliodora*, *Albizia guachapele* y *Prosopis* spp. Los atributos que distinguen a estas especies son las buenas producciones del maíz cerca del árbol, la poca sombra que producen y su capacidad para mantener la humedad del suelo.

Se encontraron tres tipos de productores que tuvieron diferentes características sociales y orientación productiva, pero el sistema agroforestal era similar en todas las fincas. Los productores del grupo 1 eran los más jóvenes, con menor tiempo en la zona y mejor nivel de educación, dueños de sus tierras y con mayor superficie de siembra de maíz. Los productores del grupo 2 eran dueños de sus tierras, de mayor edad y tiempo en la zona, de menor nivel de educación y de menos área dedicada al cultivo de maíz. Los productores del grupo 3 tenían características muy similares al grupo 1 en cuanto a edad, tiempo en la zona y área dedicada al maíz, pero presentaban bajo nivel de escolaridad y estaban cuidando o alquilando las propiedades.

La densidad, diversidad, abundancia arbórea y área basal de los SAF fueron similares entre los tres tipos de productores. Sin embargo, hubieron diferencias en como los productores utilizaban los árboles. Los productores del grupo 1 y 2 aprovechaban los árboles para leña, madera; el grupo 1 además aprovechaba a los árboles para forraje. En cambio el grupo 3 no aprovechaba los árboles (ni para forraje, leña o madera) porque no tenían derecho a estos productos porque las parcelas no son de ellos.

Limongi, R. 2002. Characterization of the agroforestry system of dispersed trees in corn fields in the Rio Carrizal watershed, Manabí, Ecuador. Mag. Sc. Thesis. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

Key words: dispersed trees, species diversity, use and management of the tree component, principal component analysis, diagnostic, typologies, *Zea mays*.

ABSTRACT

The objective of the study was to characterize the dispersed trees in corn fields in the Rio Carrizal basin, Manabí, Ecuador. The richness, abundance, diversity and composition of dispersed trees in corn fields were characterized in 54 farms. The management and use of the trees were described and the perceptions of the farmers towards the agroforestry system were evaluated through semi-structured interviews that included social, agricultural and forestry aspects. In order to see if there were differences among the types of farmers and their agroforestry systems, a typology of the farmers was produced using Ward's minimal variance analysis and a pseudo "T" test, and the tree component and its management were compared among the different groups of farmers.

The agroforestry system of dispersed trees in corn fields is an important part of the productive cycle. The average area of the farms was 12.5 ha, with corn representing 50% of farm's area (mean area of 5.9 ha per farm). The corn productive cycle consists of 8 years: 6 years of corn production and 2 years of rest in charral, during which time the trees establish through natural regeneration. At the end of the annual productive cycle, the livestock enter the fields, feeding on corn stubble and browsing leaves and fruits from the trees.

The agroforestry system was characterized by having low tree densities (an average of 11 trees per ha) distributed an average distance of 18 m, with low tree crown coverage (an average of 0.6m² per ha) and few trees species per field (6.5 + 2.7). Although a total of 58 trees species were found in the corn fields in the farms, the system was dominated by 6 tree native species (*Guzman ulmifolia*, *Prosopis pallida*, *Prosopis affinis*, *Cordia alliodora*, *Albizia guachapele* and *Leucaena trichodes*), which represented 72,1% of the individuals. Trees were concentrated in diametric classes of <30cm and heights >6 m, reflecting the frequent harvesting and use of the trees.

The management of the dispersed trees consisted of three main activities: pollarding, pruning branches, and a combination of pollarding and pruning. Sixty one percent of the evaluated trees were managed in some form. Trees species that are used for firewood or livestock feeding, or that have dense canopies, were generally managed by pollarding, whereas species used for timber or rural constructions or that

had light canopies were managed by pruning. The farmers protect the trees from fire and only 13.1% of the evaluated trees showed signs of fire damage. *Guazuma ulmifolia* was the species with most fire damage (38.3% of the individuals were burned), reflecting the fact that farmers intentionally burn this tree when it developed thick braches and a heavy crown, to prevent shading of the crop.

The farmers recognized that benefits and limitations of having dispersed trees in their corn fields. They mentioned 11 positive aspects of having trees in their fields, of which the most important were timber production (mentioned by 67 % of the farmers), firewood production (60.3%), food for livestock (24.5%), and shade for people (28.3%) and animals (22.6%). Thirty-nine percent of the farmers did not see any negative interactions between corn and dispersed trees; the remaining farmers mentioned four negative aspects that included reduced corn growth next to trees and competition for water. The producers mentioned 10 tree species that are suitable for combining with corn production, of which the most frequently mentioned species were *Cordia alliodora*, *Albizia guacchipele* and *Prosopis* spp. The attributes that distinguish these species are the good corn yields close to the tree, their minimal shade and their capacity to maintain soil humidity.

Three types of farmers with different social characteristics and productive orientations were found, but the agroforestry system was similar in all farms. Farmers in group 1 were the youngest, with less time living in the area, a better level of education and less area dedicated to corn production. Group 2 farmers were the owners of their lands, older and with more time living on the area. Farmers in group 3 had very similar characteristics to group 1 in terms of on age and time living on the area, but had a lower level of education and rented their farms or looked after other people's farms.

The density, diversity, and basal area of trees in the agroforestry system were similar among the three farmer groups, however, there were some differences in how the farmers used the trees. Farmers in groups 1 and 2 used the trees for firewood and wood (group 1 also used the trees as forage). In contrast, farmers in group did not use the trees (either for wood or firewood) because they didn't have the rights to use these products as the fields do not belong to them. These differences in tree use reflect both differences in livelihood strategies and land tenure.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| TABLA DE CONTENIDO | v |
| LISTAS DE CUADROS..... | vii |
| LISTAS DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xii |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. Definición del problema..... | 1 |
| 1.2. Justificación | 1 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 2 |
| 1.3.1. Objetivo general..... | 2 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 2 |
| 1.3.3. Hipótesis..... | 2 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1. Sistemas agroforestales..... | 3 |
| 2.2. Sistema agroforestales de árboles dispersos con cultivos agrícolas | 4 |
| 2.3. Estudios de casos de árboles dispersos con cultivos anuales | 4 |
| 2.4. Percepción de los productores sobre los sistemas agroforestales..... | 6 |
| 2.5. Factores que influyen en la adopción de sistemas agroforestales | 6 |
| 2.6. Competencia entre árboles y cultivos..... | 7 |
| 2.6.1. Competencia entre árboles y cultivos por radiación solar | 8 |
| 2.6.2. Competencia por agua..... | 9 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 10 |
| 3.1. Características generales de la zona de estudio..... | 10 |
| 3.1.1 Ubicación | 10 |
| 3.1.2. Topografía | 10 |
| 3.1.3. Hidrografía..... | 10 |
| 3.1.4. Socioeconomía | 10 |
| 3.1.5. Descripción del área de estudio | 12 |
| 3.2. Definición de la población y muestra..... | 13 |
| 3.2.1. Muestreo proporcional al número de productores que califican..... | 14 |
| 3.3. Recolección de datos | 15 |
| 3.3.1. Caracterizar la riqueza, abundancia y diversidad de los árboles dispersos con dap > 5 cm | 15 |
| 3.3.2. Caracterización del manejo y uso de los árboles dispersos y las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal..... | 17 |
| 3.5. Análisis de datos | 17 |
| 3.5.1. Estimación de la abundancia, riqueza y diversidad de los árboles dispersos cultivados con maíz por parcela..... | 17 |
| 3.5.2. Análisis del manejo y uso de los árboles dispersos y las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal..... | 18 |
| 3.5.3. Tipificación de fincas | 19 |
| 4. RESULTADOS | 20 |
| 4.1. Densidad y diversidad de árboles dispersos presentes en el cultivo de maíz | 20 |
| 4.1.1. Riqueza y abundancia relativa de especies con diámetro de altura de pecho > 5 cm.. | 20 |
| 4.1.2. Distribución de diámetros de altura de pecho en cm..... | 22 |
| 4.1.3. Distribuciones de altura total de árboles con dap >5 cm..... | 22 |
| 4.1.4. Usos de los árboles | 25 |
| 4.1.5. Manejo de los árboles | 25 |

| | |
|--|----|
| 4.1.6. Quema de especies arbóreas..... | 27 |
| 4.1.7. Cobertura arbórea y área basal..... | 28 |
| 4.1.8. Regeneración natural del componente arbóreo | 29 |
| 4.1.8.1 Regeneración natural de árboles con diámetro de altura de pecho < 5 cm y altura > 50 cm (Latizales) | 29 |
| 4.1.8.2. Regeneración natural en especies con altura menor a 50 cm (Latizales bajos)..... | 31 |
| 4.2. Análisis socioeconómico..... | 35 |
| 4.2.1. El productor y su familia..... | 35 |
| 4.2.2. Características de las fincas | 36 |
| 4.2.3. Cultivo de maíz..... | 37 |
| 4.2.4. Manejo de los maizales | 38 |
| 4.2.5. Componente arbóreo de las parcelas de maíz | 41 |
| 4.2.6. Beneficios y desventajas del sistema de maíz con árboles dispersos | 45 |
| 4.3. Tipología de los productores maiceros | 49 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 56 |
| 5.1. Descripción de las fincas maiceras y el sistema de producción | 56 |
| 5.2. Composición de los árboles dispersos..... | 57 |
| 5.3. Manejo de la especie..... | 58 |
| 5.4. La regeneración natural | 60 |
| 5.5. Percepciones de los agricultores del sistema agroforestal | 61 |
| 5.6. Comparación del SAF entre diferentes tipos de productores | 62 |
| 5.7. Comparación con otros SAF | 63 |
| 5.8. Futuro del Sistema Agroforestal..... | 64 |
| 6. CONCLUSIONES | 65 |
| 7. RECOMENDACIONES | 66 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 67 |
| Anexo 1. Lista de las comunidades y Nombre de los productores de cada finca | 73 |
| Continuación de Anexo 1..... | 74 |
| Anexo 2. Matriz de especies arbóreas con dap > a 5 cm presente en el cultivo de maíz..... | 75 |
| Anexo 3. Matriz de especies arbóreas en regeneración natural presentes en el cultivo de maíz. | 76 |
| Anexo 4. Formato de recolección de información..... | 77 |
| Anexo 5. Listas de especies forestales con dap > a 5 cm presentes en las ocho | 81 |
| localidades de la Cuenca del Río Carrizal | 81 |
| Continuación de Anexo 5..... | 82 |
| Anexo 6. Número de familias encontradas en individuos con dap > 5 cm, dap < 5 cm con altura > 50 cm de altura, e individuos con altura < a 50 cm | 83 |
| Anexo 7. Lista de las especies forestales con dap menor a 5 cm y mayores de 50 cm de altura en la Cuenca del Río Carrizal..... | 84 |
| Anexo 8. Lista de las especies forestales menores a 50 cm de altura en la Cuenca del Río Carrizal..... | 86 |
| Anexo 9. Prueba de Pseudo "T" | 87 |
| Anexo 10. Valores propios de los componentes principales y proporción de la variabilidad explicada para cada uno de ellos | 88 |

LISTAS DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Algunas variables climáticas de Junín y Tosagua, Manabí, Ecuador..... | 10 |
| Cuadro 2. Población rural de los cantones y parroquias en estudio. Manabí, Ecuador..... | 11 |
| Cuadro 3. Población económicamente activa (PEA) de hombres en Junín y Tosagua..... | 11 |
| Cuadro 4. Población económicamente activa (PEA) de mujeres en Junín y Tosagua..... | 11 |
| Cuadro 5. Comunidades seleccionadas que presentaban el sistema de maíz con árboles..... | 15 |
| Cuadro 6. Número, densidad y rango de individuos, promedio de especies/parcela y comunidad, número de familias arbóreas, área promedio/parcela y comunidad, en árboles con dap > 5 cm presentes en el cultivo de maíz en 54 fincas (137,8 ha) de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador..... | 20 |
| Cuadro 7. Especies más comunes con más de 50 árboles con dap >5cm, nombre común, familia arbórea, total de individuos, procedencia y número de fincas con la especie..... | 21 |
| Cuadro 8. Número de individuos y porcentaje de los árboles total de los principales usos de las especies arbóreas con dap > 5 cm presentes en el cultivo de maíz en cada comunidad, según opinión de los productores..... | 25 |
| Cuadro 9. Número de individuos que han recibido alguna practica de manejo en cada localidad y los principales usos dados en función del manejo, según la opinión de los productores, n= 1219, (X ² = 105,5; P<0,0001). | 26 |
| Cuadro 10. Manejo por podas, desrame o poda y desrame de las seis especies más comunes con dap > 5 cm. | 27 |
| Cuadro 11. Total de árboles quemados por comunidad y porcentaje del total de árboles encontrados en fincas maiceras con dap > 5 cm. | 27 |
| Cuadro 12. Número y porcentaje de individuos quemados en las seis especies arbóreas más comunes con dap > 5 cm presente en el cultivo de maíz en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador..... | 28 |
| Cuadro 13. Cobertura de copa (%) por parcela y área basal en m ² /ha de los árboles presentes con maíz en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. | 28 |
| Cuadro 14. Densidad promedio/ha, rangos de densidades, # de especies y familias arbóreas con dap < 5 cm y altura >50 cm presentes en maizales de la Cuenca del río Carrizal, Manabí, Ecuador. Los datos representan 54 parcelas, con un área de 0,25 ha por parcela (en orden de abundancia). | 29 |
| Cuadro 15. Especies más comunes con dap <5 cm y altura > 50 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador (en 13,5 ha) en orden de abundancia..... | 30 |
| Cuadro 16. Promedios y desviación estandar de los índices de diversidad de Shannon y Simpson de latizales en ocho comunidades. Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencia estadística. | 31 |
| Cuadro 17. Número de fincas, total de individuos/comunidad, densidad promedio, rango de densidades, número de especies y familias total/comunidad en latizales bajos presentes en el cultivo de maíz en ocho comunidades de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.... | 31 |
| Cuadro 18. Especies más comunes encontradas con altura <50 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. En orden a su abundancia. | 33 |
| Cuadro 19. Promedio y desviación estándar de los índices de diversidad de Shannon y Simpson para las especies < 50 cm de altura. | 33 |
| Cuadro 20. Riqueza y densidad de árboles en latizal bajo, latizal y fustales presentes en áreas maiceras. | 34 |
| Cuadro 21. Especies más comunes en base a su abundancia en latizal bajo, latizal y fustales | 34 |
| Cuadro 22. Actividad principal y secundaria de los agricultores, según la opinión de los productores de la zona de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador (n=54 productores). | 35 |

| | |
|---|-----------|
| Cuadro 23. Área promedio y total por finca y área total de los diferentes usos del suelo, en orden de importancia (n= 53 fincas) desviación estandar en paréntesis. | 36 |
| Cuadro 24. Híbridos y variedades de maíz sembrado con árboles dispersos, según opinión de los productores (n=53 productores) | 38 |
| Cuadro 25. Calendario de actividades en la parcela de maíz con árboles dispersos en..... | 39 |
| Cuadro 26. Especies arbóreas usadas para madera, leña, abono del suelo y alimento del ganado presentes en el cultivo de maíz, según los productores de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador. | 42 |
| Cuadro 27. Aspectos positivos y negativos de los árboles dispersos dentro del cultivo de maíz según opinión de los productores, valores en porcentaje (n=53)..... | 46 |
| Cuadro 28. Especies arbóreas y aspectos positivos al estar junto al maíz, según opinión de los productores. Los números representan el número de productores que informo del aspecto positivo de la especie (en base a 54 productores). | 47 |
| Cuadro 29. Especies arbóreas menos compatibles con el maíz, según opiniones de los productores. (n=53). Los valores representan el número de productores que informo del aspecto negativo. Las especies en negritas fueron mencionadas como compatibles al maíz. | 48 |
| Cuadro 30. Opinión de los productores de la producción del maíz con árboles y sin árboles en inviernos secos y lluviosos; y razones por las cuales tienen preferencias n=53..... | 50 |
| Cuadro 31. Descripción de las principales variables que diferencian las fincas y los productores en el sistema de maíz con árboles dispersos..... | 52 |
| Cuadro 32. Composición de las variables del componente arbóreo entre los tres conglomerados. | 53 |
| Cuadro 33. Densidad de las especies arbóreas más comunes presentes en áreas maiceras en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. | 53 |
| Cuadro 34. Promedio de árboles/parcela con dap > 5 cm desramados, podados, podados y desramados y sin manejo en maizales de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador n=53 fincas. | 54 |
| Cuadro 35. Percepciones de los productores del componente arbóreo. Valores en porcentajes con base en la opinión de los productores n=53. | 54 |

LISTAS DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación del área de estudio..... | 13 |
| Figura 2. Curva de acumulación de especies arbóreas en base al número total de árboles inventariados por cada comunidad. | 20 |
| Figura 3. Ranking de abundancia de especies en individuos con dap >5 cm en base de 137,8 ha. Los nombre científicos de cada especie se encuentran en Anexo 2. | 21 |
| Figura 4. Distribución de clases diamétrica de árboles en áreas maiceras en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador (n= 1219 individuos)..... | 22 |
| Figura 5. Distribución de clases diamétricas de las seis especies arbóreas más comunes, de árboles con dap > a 5 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. | 23 |
| Figura 6. Distribución de clases de altura (m) de árboles en áreas maiceras en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador (n= 1219 árboles). La barra encima de la clase hasta 3 m representa a los latizales..... | 23 |
| Figura 7. Distribuciones de clases de altura de las seis especies arbóreas más comunes con dap > a 5 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. <i>G. ulmifolia</i> y <i>L. trichodes</i> (leña), <i>C. alliodora</i> y <i>A. guachapele</i> (madera), <i>P. pallida</i> y <i>P. affinis</i> (construcción rural, horcón). | 24 |
| Figura 8. Curva de acumulación de especies arbóreas en árboles con dap < 5 cm y altura > 50 cm en base al área muestreada por comunidad. | 29 |
| Figura 9. Ranking de abundancia de las especies con dap < 5 cm y altura > 50 cm..... | 30 |
| Figura 10. Curva de acumulación de especies arbóreas en individuos con altura < 50 cm en base al área de muestreo por cada comunidad..... | 32 |
| Figura 11. Ranking de abundancia de las especies arbóreas < a 50 cm de altura presentes en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. Los nombres técnicos ver en Anexo 2..... | 32 |
| Figura 12. Especies arbóreas presentes como adultas, latizales y latizales bajos. | 34 |
| Figura 13. Porcentaje de fincas con los diferentes usos del suelo (n= 54 productores)..... | 37 |
| Figura 14. Herbicidas usados en el cultivo de maíz con árboles dispersos. | 39 |
| Figura 15. Porcentaje de agricultores que aplican insecticidas en el cultivo de maíz con árboles dispersos. | 40 |
| Figura 16. Número de años sembrados con maíz en la misma parcela con árboles dispersos. | 41 |
| Figura 17. Relación entre la densidad y el área de la parcela de maíz. | 43 |
| Figura 18. Relación entre la densidad y el área de la parcela de maíz. | 44 |
| Figura 19. Relación entre la densidad y el área por finca..... | 44 |
| Figura 20. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el área de la parcela de maíz. .. | 44 |
| Figura 21. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el área con maíz de la finca. | 45 |
| Figura 22. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el área total de la finca. | 45 |
| Figura 23. Área de la parcela de maíz con árboles dispersos donde hay más daño de insectos plagas, según la opinión de los productores..... | 46 |
| Figura 24. Dendograma de la clasificación de fincas en base a las variables socioeconómicas y de | 50 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Definición del problema

Existe una gran variabilidad de los árboles dispersos que crecen en los campos agrícolas (Salazar, 1989). Por lo general, los árboles se regeneran en forma natural (Somarriba, 1999), pocos son sembrados (García *et al.*, 2001). La mayoría son manejados por los productores para obtener productos y servicios de los árboles (Budowski, 1985) o para minimizar la competencia por agua, luz, nutrientes, espacio y/o efectos alelopáticos con el maíz (Haggar y Beer, 1993). Los productores seleccionan cuales árboles dejan (con base en las características del árbol y su utilidad) y determinan que densidad y arreglos dejan para minimizar los efectos de competencia (García *et al.*, 2001).

La provincia de Manabí, Ecuador, se dedica a actividades agropecuarias, con 100000 ha destinada a la producción de maíz por pequeños y medianos productores (60000 familias) (MAG, 1997). Se cultiva el maíz durante la época lluviosa (enero a mayo), en laderas, bajo condiciones de cero labranza con prácticas de manejo del suelo de tumba y quema de rastrojos (PIACCCH, 1996). Los árboles dispersos son muy comunes en las áreas maiceras de la provincia. En estos sistemas agroforestales existe una variedad de especies arbóreas con diferentes usos, los cuales pueden estar distribuidos o agrupados y con densidades muy variables. Sin embargo, existe poca información documentada sobre las especies de árboles presentes en los campos de maíz, su abundancia, procedencia, manejo y las razones por las cuales los agricultores dejan los árboles. Además falta información sobre su utilidad, manejo e importancia de ellos como herramienta para la conservación y la producción.

1.2. Justificación

En América Latina una de las principales actividades de los pequeños y medianos agricultores es la producción de granos básicos (especialmente maíz (*Zea mays L.*) en pequeñas áreas para satisfacer sus requerimientos de carbohidratos y proteínas (Leakey y Sánchez, 1997). En muchas regiones el cultivo de maíz es efectuado en sistemas de producción que incluyen árboles dispersos (Barber, 1999; Pastrana *et al.*, 1999; García *et al.*, 2001). Estos sistemas agroforestales varían en la densidad y riqueza de árboles, además de su arreglo espacial, dependiendo de factores socioeconómicos y ecológicos. Los árboles sirven como fuente de madera, leña y otros productos, proveen alimentos con fines pecuarios, contribuyen con la reducción de la erosión al disminuir el impacto de las lluvias y la escorrentía superficial del suelo (Leakey y Sánchez, 1997), aumentan la fertilidad del suelo a través de la materia orgánica, aumentan la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, y pueden ser importantes para la conservación de muchas especies vegetales y animales (Harvey *et al.*, 1999; Harvey, 2001).

En este estudio, se caracterizó el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos y se analizó las perspectivas de los productores hacia el sistema agroforestal. Esta investigación contribuirá a un mejor entendimiento del sistema de árboles dispersos con maíz, generando información sobre la abundancia, diversidad, arreglo espacial, manejo y usos de los árboles, y las actitudes de los productores hacia el sistema agroforestal. Esta información permite la planificación, investigación y transferencia de tecnología de futuros trabajos en el campo agroforestal y/o forestal.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Caracterizar el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos en la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la riqueza, abundancia, diversidad y composición de los árboles dispersos en parcelas de maíz.
- Describir el manejo y uso de los árboles que se encuentran dispersos con el cultivo de maíz y evaluar las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal.
- Determinar los factores socioeconómicos que influyen en la densidad y composición de los árboles dispersos.

1.3.3. Hipótesis

- Existen diferencias en la riqueza, abundancia y composición de las especies arbóreas en sistemas de árboles dispersos en maíz.
- Los productores de maíz con árboles dispersos tienen diferencias en el uso y manejo de los árboles.
- Los factores socioeconómicos determinan la densidad y composición de los árboles dispersos cultivados con maíz.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sistemas agroforestales

La agroforestería es un tipo de uso de la tierra donde leñosos perennes interactúan en una misma área con cultivos y/o animales (Anderson y Sinclair, 1993). Estos elementos pueden estar asociados en forma simultánea o con diferentes arreglos productivos (Beer, 1998). Los sistemas agroforestales pretenden diversificar la producción, generando bienes y servicios que satisfagan las necesidades básicas de los productores y proveyendo beneficios socioeconómicos y ecológicos (Nair, 1989; Nair, 1997).

La clasificación de los sistemas agroforestales es importante para tener un marco conceptual para evaluar y desarrollar planes de acción para su mejoramiento. Los sistemas agroforestales pueden ser caracterizados por su estructura (naturaleza y arreglo del componente) y su función (usos y beneficios; Lundgren y Raintree, 1982; Nair, 1985, Tejwani y Chun, 1992; Nair, 1997; Somarriba, 1998). Para que sea reconocido un sistema como agroforestal debe estar presente mínimo dos especies de plantas que interactúan biológicamente; uno de los componentes debe ser una leñosa perenne y la otra especie debe ser una planta manejada para propósitos agrícolas y/o pecuarios (Somarriba, 1992; Nair, 1997; Beer *et al.*, 1998).

Dentro de los sistemas agroforestales la integración de árboles y cultivos resultan en interacciones positivas y negativas (Basavaraju y Gururaja, 2000). El mejoramiento y mantenimiento de microclimas o mejoramiento en la productividad del suelo son las mayores interacciones positivas. Otros factores positivos son la eficiencia en la utilización de la luz solar, supresión de malezas, reducción de la velocidad del viento para el cultivo y conservación de la humedad del suelo por medio de la materia orgánica (Young, 1987).

La competencia por luz (Jiménez, 1998), agua, espacio, nutrientes (Ong *et al.*, 1992), así como los cambios ocasionadas por la temperatura, vientos y humedad, son los mayores efectos negativos en los sistemas agroforestales. El balance entre las interacciones negativas y positivas dependen de las especies sembradas, su arreglo espacial, su densidad y manejo (Basavaraju y Gururaja, 2000; Jiménez y Muschler, 2001).

Los sistemas agroforestales con relación a monocultivos de maíz tienen una función social muy importante al reducir los egresos económicos del productor, disminuir los costos de insumos externos

y suplir las necesidades de madera, leña y alimentos al hogar. Mejoran la distribución de la mano de obra, proporcionan mayor estabilidad al sistema de producción, y reducen los riesgos y uso de plaguicidas convencionales con grandes posibilidades de desarrollar prácticas conservacionistas (Jiménez y Muschler, 2001).

2.2. Sistema agroforestales de árboles dispersos con cultivos agrícolas

Los sistemas de árboles dispersos tienen por característica su alta riqueza de especies, su abundancia y una diversidad de arreglos que difiere en cada zona. Son considerados de uso múltiple al proveer madera, frutales, cultivos, sombra, leña, postes, follaje para el ganado, o biomasa para incorporación al suelo. De esta manera, se obtiene producción forestal o frutal y agrícola en la misma área (Beer, 1989). Los árboles generalmente se regeneran en forma natural y presentan en bajas densidades dentro de los campos de cultivos o en los bordes. Su arreglo no obedece a un esquema rígido, sino que está en función del espacio disponible, el gusto del productor, la forma de la parcela, la distribución de los suelos, las fuentes de agua y las pendientes (Van Noordwijk *et al.*, 1997; Harvey *et al.*, 1999; Pastrana *et al.*, 1999; García *et al.*, 2001; Jiménez, 2001).

2.3. Estudios de casos de árboles dispersos con cultivos anuales

Aunque el sistema de árboles dispersos es muy común en muchas regiones, existe poca información sobre ellos. Los ejemplos encontrados con maíz incluyen una caracterización en El Salvador y otra de Honduras; en otros casos, solo se han descrito las especies presentes en milpas de maíz como en Guatemala y otros países de América Central.

En El Salvador, la caracterización de árboles dispersos en áreas de producción de granos básicos (*Zea mays*, *Sorghum vulgares*, *Phaseolus vulgaris*) mostró un promedio de 5,6 especies en 0,1 ha⁻¹. La especie dominante fue *Cordia alliodora* con 86 individuos promedio ha⁻¹. La densidad arbórea fue media a alta (50 a 630 árboles ha⁻¹) y en promedio hubo 192 árboles ha⁻¹. La abundancia de cada especie encontrada fue determinada en la capacidad que tiene cada especie de regenerarse en forma natural y por la preferencia de los productores en dejar especies de alto valor económico con copas estrechas y ligera que permita el paso de luz hacia el maíz. Los mayores usos son para madera, leña y frutales; también proveen postes y biomasa para el mejoramiento del suelo. Para reducir la competencia con los cultivos por luz y nutrientes los productores hacen podas a los árboles dispersos (García *et al.*, 2001).

En Honduras, los agricultores producen *Z. mays* (maíz y maicillo), *S. vulgares* y *P. vulgaris* en laderas con pendientes de hasta 50% que asocian con árboles dispersos, en un sistema denominado “Quezungual” (Kowal, 2000; Kowal, 2001). Este sistema se encuentra entre 100 a 900 msnm, presenta una alta densidad (419 árboles en promedio) y diversidad de especies maderables por finca. Se caracteriza por tener tres estratos: árboles que son de regeneración natural, arbustos podados que contribuyen con biomasa para la conservación del suelo, fertilidad, y manejo de humedad, y los cultivos (Kowal, 2000). En el sistema Quezungual no se queman los residuos de cosecha. Se eliminan especies no requeridas y podan las especies arbóreas a la altura del pecho con lo cual se obtiene un grueso mantillo con las hojas y ramas finas para la siembra de los cultivos. Se protegen especies de regeneración natural, escogiendo especies de crecimiento rápido, de copa abierta que producen leña, madera, postes o son tolerantes a herbicidas. La quema, intensificación de la producción agrícola y la creciente escasez de productos forestales son factores que han contribuido a la adopción del sistema Quezungual (Barber, 1999; Kowal, 2000).

En otros países de América Central, por ejemplo Guatemala, en las zonas altas se intercala *Z. mays* y hortalizas con *Pinus spp*, *Alnus acuminata* y con *Sambucus sp* de regeneración natural. Los árboles son cuidados por los agricultores por el valor económico de su madera y la obtención de mulch para el suelo. En las zonas bajas de la mayoría de países de América Central, se utiliza *Z. mays* en mezcla con *Leucaena leucocephala*, *L. salvadorensis* y *L. diversifolia*. Los productores tienen también interés por especies maderables como *C. alliodora*, *A. acuminata*, *Cedrela odorata* o *Swietenia macrophylla* que pueden ser usadas en estas asociaciones, pero manejando sus densidades (5 a 10 árboles ha⁻¹) y distanciamientos más amplios (8-10 m) para reducir la competencia entre cultivos (Martínez, 1989).

En otros continentes, por ejemplo Asia y África, los productores mantienen sus sistemas tradicionales de producción de granos básicos con especies de árboles dispersos como *Prosopis cineraria* y *Faidherbia albida* (Kang *et al.*, 1985; Shingh y Ong, 1989).

En sistemas silvopastoriles en Costa Rica, es donde más se han estudiado la importancia de los árboles dispersos, los cuales contribuyen con la biodiversidad, la economía, el mejoramiento de las pasturas y la producción de forraje para la época seca (Harvey *et al.*, 1999; Abreu de Souza *et al.*, 2000; Harvey y Haber, 1999). *C. alliodora* fue la especie más abundante con densidad de 11 árboles por hectárea para la zona de San Carlos (Abreu de Souza *et al.*, 2000); mientras que en la zona de Monteverde existen una gran riqueza y abundancia de especies (190 especies total) y las familias más numerosas encontradas fueron Myrtaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae y Solanaceae (Harvey *et al.*, 1999; Harvey y Haber, 1999).

2.4. Percepción de los productores sobre los sistemas agroforestales

La decisión del productor de dejar árboles en su campo esta determinada por su entorno agrosocioeconómico y ecológico (Marmillod, 1989; Malla, 2000). El crecimiento de los árboles esta determinado por los usos y beneficios dados a la familia, que son influenciadas por factores tales como disponibilidad de tierra y mano de obra disponible, tipos de árboles requeridos que le garanticen beneficios, productos y utilización de su mano de obra familiar (Malla, 2000).

Un estudio realizado en Acosta y Puriscal de Costa Rica, indicó que los productores estaban acostumbrados a tener árboles en sus fincas, pero las fincas más grandes y más tecnificadas tenían menor diversidad de uso del suelo y menor densidad arbórea en campos utilizados con cultivos y pastos. Los árboles encontrados provenían de la regeneración natural para la producción de madera y leña, o eran sembrados para la producción de frutas y madera (Marmillod, 1989). Este mismo autor indica que los agricultores no están conscientes de que halla una relación entre derrumbes y deforestación, tampoco entre sus actitudes con el nivel de educación, tamaño de la finca, experiencia en la actividad y su capacitación por el servicio de extensión.

2.5. Factores que influyen en la adopción de sistemas agroforestales

Existen diversos factores de índoles técnicos y socioeconómicos que influyen en la adopción de un sistema agroforestal (Carter, 1996). Los criterios para decidir que sistema agroforestal adoptar esta en función del tiempo a obtener rentabilidad económica, riesgos, ocupación de mano de obra y aportes a la seguridad alimenticia que tiene el productor. Otros factores asociados con la adopción de las tecnologías son la tenencia y tamaño de la propiedad rural, presión demográfica y la dependencia económica de la familia en actividades agrícolas, uso de incentivos y subsidios financieros. Sin embargo, existen diferentes opiniones si en realidad son necesarios para la adopción de tecnologías en términos de sostenibilidad (Current *et al.*, 1995) o como mecanismos importantes para lograr mayor participación de los productores en los proyectos agroforestales, por tanto, se necesita de un marco de incentivos y desincentivos que lleven a los productores a buscar una alta adopción (Kaimowitz, 1997).

Entre las ventajas o preferencias que tienen los productores de incorporar árboles dispersos en sus parcelas de maíz incluyen la compatibilidad de ciertas especies a determinados sistemas de producción, como por ejemplo, la permanencia de un periodo de descanso que permite el crecimiento seguro de los árboles y el beneficio indirecto de la fertilización hacia el cultivo, la diversidad de especies y múltiples servicios, el bajo costo de establecimiento de los árboles y el rápido crecimiento arbóreo. También,

algunas especies pueden contribuir con el aumento de rendimiento de los cultivos y reducción de fertilizantes inorgánicos. Además, la poda puede proveer importantes niveles de biomasa que proteja el suelo de la erosión. Entre otras ventajas tenemos la utilización de mano de obra familiar, se favorece el drenaje natural, se reduce el encharcamiento, se promueve una mayor diversidad de la fauna al aumentar las posibilidades de alimentos y se protege a los cultivos de vientos fuertes (Budowski, 1985; Carter, 1996; Kowal, 2001).

Las razones por las cuales los productores no adoptan los sistemas agroforestales (SAF) incluyen las quemas de rastrojos y la aplicación de herbicidas que limitan la regeneración natural, Además de productores con poco terreno que imposibilitan la permanencia de altas densidades arbóreas, la percepción de que el manejo de los árboles es difícil y laborioso y la falta de conciencia del productor sobre las funciones ecológicas de los árboles (Kang *et al.*, 1981; Malla, 2000; Kowal, 2001).

2.6. Competencia entre árboles y cultivos

La principal desventaja del sistema de árboles dispersos es la competencia que ocurre entre árboles y cultivo. La competencia es definida por Begon *et al.*, (1986) como una interacción entre individuos, que se produce por el requerimiento de un recurso compartido que se encuentra en niveles críticos, con consecuencias negativas en uno o ambos individuos que compiten. La competencia puede dividirse en explotación e interferencia. La primera ocurre cuando las plantas compiten por los mismo recursos (agua, luz, nutrientes, etc) y reducen sus posibilidades de compartirlo (Begon *et al.*, 1986). La interferencia empieza cuando la convivencia de la planta es limitada a usar los recursos por mecanismos que derivan del comportamiento de otras plantas, los cuales no involucran directamente limitaciones o recursos compartidos (Harper, 1977; Maydell, 1985; Crawley; 1986, Ong, 1993).

La selección apropiada de las especies arbóreas dentro de los cultivos anuales es importante para disminuir o evitar la competencia; sin embargo, en muchos de los casos no es posible seleccionar especies arbóreas que tengan todas las características deseables para agroforestería porque los productores presentan diferentes metas de producción o protección. En muchas situaciones los sistemas agroforestales tienen que ser mejorados a través de la siembra de una densidad y arreglo espacial óptima de árboles, y el uso de podas para reducir los efectos negativos del poco desarrollo de la parte aérea del cultivo y evitar la competencia de las raíces de los árboles (Basavaraju y Gururaja, 2000).

2.6.1. Competencia entre árboles y cultivos por radiación solar

La competencia por luz entre árboles y granos básicos no ha sido estudiado en sistemas de árboles dispersos, pero existe mucha información en sistemas de cultivos en callejones que ayudan a entender las interacciones que existen en estos sistemas. Por ejemplo, en cultivos en callejones, el rendimiento del cultivo de *Vigna unguiculata* se vio afectado por el tamaño de la copa de *Gliricidia sepium* cuando el callejón fue de dos metros, cuando el callejón estuvo a cuatro metros *Leucaena leucocephala* presentó pérdidas en el rendimiento de un 30% con respecto a otras especies arbóreas estudiadas (Jiménez, 1998).

El porcentaje de radiación solar incidente fue medido en *Z. mays* y *V. unguiculata* en callejones de dos y cuatro metros de *L. leucocephala* manejada con y sin poda. Antes de la poda, la radiación incidente que llegaba a las plantas ubicadas cerca de los árboles era alrededor del 50% para ambos cultivos; después de la poda estos valores aumentaron un 38 y 31% para *Z. mays* y *V. unguiculata*. Las hileras de *Z. mays* y *V. unguiculata* cerca de la *L. leucocephala* presentaron competencia por luz cuando no eran podados; una vez realizada esta labor, este efecto disminuyó. Por lo tanto es necesario tener los árboles podados para que la competencia sea reducida y se aumente la luz incidente en las hileras cerca de los cultivos (Kang *et al.*, 1981).

Varios estudios muestran que la competencia por luz es más crítica que la competencia radical para maíz cultivado entre los árboles de *Tectona grandis* (Verinumbe y Okali, 1985), o entre las hileras más cercas a *L. leucocephala* con respecto al rendimiento del maíz del centro del callejón (Kang *et al.*, 1981). La estrecha relación entre radiación, fotosíntesis y producción de biomasa hace que la disponibilidad de energía lumínica sea un factor fundamental cuando se analizan interacciones en sistemas de cultivos, principalmente con especies comestibles que tienen altos requerimientos de luz (Jiménez, 1998).

La competencia entre árboles y maíz puede ser minimizada si las hojas de los árboles son bastantes erectas, pequeñas y de alta eficiencia en el uso de la radiación solar (Jiménez, 1998). Sin embargo, estas características son difíciles de escoger cuando otras especies arbóreas ya están establecidas y se mantienen en el sistema por sus usos y beneficios al productor, quedando como alternativa su manejo para que favorezcan una mejor distribución de la luz (Kang *et al.*, 1981; Jiménez, 1998).

2.6.2. Competencia por agua

Los árboles también pueden competir con los granos básicos por agua y así producir un impacto negativo en su producción. Por ejemplo, en estudios con cultivos en callejones realizados por ICRISAT, en condiciones semiáridas, se presentó una severa competencia de maíz y sorgo con los setos leñosos de *L. leucocephala*, con una reducción entre el 50 a 80% del rendimiento de los cultivos. En otro estudio realizado por el ICRAF bajo la temporada de lluvia con precipitaciones inferiores a la media de una zona sub-húmeda, la competencia por agua de ocho especies arbóreas (*Casuarina equisetifolia*, *G. sepium*, *Senna spectabilis*, *L. leucocephala*, *Grevillea* sp, *Cortón* sp, *Melia azaderach* y *L. colinsii*) con el cultivo de maíz. Los rendimientos del maíz fueron diferentes con cada una de las especies arbóreas estudiadas, reflejando diferencias en el grado de competencia por agua de cada árbol (Rao *et al.*, 1990; Anderson y Sinclair, 1993).

El efecto de la competencia por agua depende del arreglo espacial entre los árboles y cultivos. Por ejemplo, en la India los cultivos de *Cajanus cajan* y *Arachis hypogaea* fueron estudiados en los sistemas de árboles dispersos y en línea. La cantidad de transpiración de ambos cultivos en el sistema de árboles dispersos fue de 468 mm, que fue el doble de agua transpirada del sistema de árboles en línea. El árbol y cultivo juntos utilizaron el 72 y 46% del total de la lluvia anual bajo el arreglo de árboles disperso y en línea en su orden. Durante la estación seca, el sistema de árboles dispersos explotó el 45% más de agua que el sistema de árboles en línea, y la producción de forraje de *C. cajan* fue mayor en relación al sistema en línea. Al segundo año *A. hypogaea* redujo el rendimiento en un 40 y 20% con árboles dispersos y en línea en su orden. El rendimiento de *A. hypogaea* podría mejorar y proveer mayores beneficios económicos a los agricultores si el manejo de la especie arbórea es más eficiente durante el periodo de desarrollo más crítico del cultivo (Marshall *et al.*, 1992).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características generales de la zona de estudio

3.1.1 Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la Cuenca del Río Carrizal, en los cantones de Junín y Tosagua, entre 0°40' y 0°58' S y 80° 07' a 80° 20' O (CRM, 1994). La precipitación media es de 825,4 mm año⁻¹ y 25,7°C de temperatura promedio anual (PIACCH, 1996. Cuadro 1). En la cuenca existen dos épocas bien definidas: la lluviosa de enero a mediados de abril y los restantes meses son secos.

3.1.2. Topografía

La zona se caracteriza por ser de topografía muy irregular, predominando las áreas con laderas. Estas tienen pendientes que van desde los moderadamente ondulados (8 a 15%) hasta escarpados (50 a 75%) y elevaciones que pueden llegar hasta los 800 msnm.

Cuadro 1. Algunas variables climáticas de Junín y Tosagua, Manabí, Ecuador.

| Cantón | Altitud* (msnm) | Temperatura promedio* (°C) | Precipitación anual promedio* (mm) | Humedad relativa* (%) |
|---------|--------------------|----------------------------------|--|--------------------------|
| Junín | 15 | 25,7 | 825 | 77 |
| Tosagua | 45 | 25,7 | 825 | 77 |

* en su cabecera cantonal. Fuente: PIACCH, 1996.

3.1.3. Hidrografía

El área de estudio está conformada por ríos y quebradas que aparecen durante la época lluviosa y desembocan por la margen izquierda del Río Carrizal, el mismo que recorre extensas áreas del cantón Bolívar Junín y Tosagua.

3.1.4. Socioeconomía

Manabí es una de las provincias más importantes del Ecuador, tanto por su extensión geográfica (18 883 km²) como por su tamaño de población (1 086 000 habitantes). El 55,8% de la población total (606 000 habitantes) vive en la zona rural y se dedica a actividades agropecuarias. Su población joven menor de 20 años es de alrededor del 42%. La zona registra una alta densidad poblacional (57,5 habitantes/km²). En la actualidad, el ritmo de crecimiento demográfico (1,74%) tiende a decrecer por efecto de varios factores, entre ellos la migración hacia las ciudades. Para el año 2000 se estima que la población de Manabí llegará a los 2 millones (INEC, 1995).

La tasa de analfabetismo en la provincia es 13,6% (en el área rural es de 18,4%) y es mayor que el nivel nacional (10,8%). La población de las parroquias urbanas y rurales del área de estudio es de 15 185 y 30 859 habitantes respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Población rural de los cantones y parroquias en estudio. Manabí, Ecuador.

| Cantón | Población | |
|--------------|--------------|--------------|
| | Urbana | Rural |
| Junín | 5542 | 13754 |
| Tosagua | 9643 | 17105 |
| Total | 15185 | 30859 |

Las mayores oportunidades de empleo tanto en el sector urbano y rural son para los hombres, debido a sus requerimientos en actividades de campo, dejando ciertas actividades como la siembra y cosecha de granos básicos para ser realizadas por mujeres y jóvenes (Cuadros 3 y 4) (INEC, 1995). Una significativa porción de la población no tiene empleo.

Cuadro 3. Población económicamente activa (PEA) de hombres en Junín y Tosagua.

| Cantón | Áreas | | | | % del total por cantón | |
|---------|----------|-------------|----------|-------------|------------------------|-------------|
| | Urbana | | Rural | | | |
| | Ocupados | Desocupados | Ocupados | Desocupados | Ocupados | Desocupados |
| Junín | 868 | 425 | 3447 | 1311 | 72,4 | 27,6 |
| Tosagua | 1599 | 690 | 6336 | 2049 | 75,6 | 24,4 |

Cuadro 4. Población económicamente activa (PEA) de mujeres en Junín y Tosagua.

| Cantón | Áreas | | | | % Total | |
|---------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | Urbana | | Rural | | | |
| | Ocupados | Desocupados | Ocupados | Desocupados | Ocupados | Desocupados |
| Junín | 313 | 1044 | 227 | 4120 | 5,2 | 94,8 |
| Tosagua | 544 | 1999 | 578 | 7256 | 7,4 | 92,6 |

En la zona del estudio predominan pequeños y medianos productores con propiedades aproximada de 5 y 10 ha en su orden. Los pequeños productores siembran granos básicos para autoconsumo y venta. Realizan trabajo asalariado fuera de la finca durante el año. Sus propiedades no son legalizadas y no

tienen acceso al crédito. En cambio, los medianos productores siembran granos básicos y otros cultivos de interés comercial, tienen una propiedad legalizada, tienen de poco a medio acceso a crédito, usan mano de obra asalariada y tienen mucha dependencia de insumos externos, con producción orientada más a la venta que al autoconsumo. En estos productores pequeños y medianos existe una diversidad de arreglos productivos donde el cacao, plátano, cítricos, granos básicos, hortalizas y raíces son los más importantes productos agrícolas; la cría de ganado vacuno existe en pequeña escala (PIACCH, 1996). El crédito está concentrado en pocos beneficiarios, que son grandes productores con capacidad de reembolso. Existen pocos programas estatales hacia pequeños y medianos productores y los montos ofertados son bajos, inoportunos y con altas tasas de interés.

La producción de maíz en Manabí ocupa el 41% de la superficie sembrada, y el 29% de la producción de la costa ecuatoriana (MAG, 1997). Es realizada mayormente en la época lluviosa, con labores manuales de preparación del suelo (limpia y quema) y bajo condiciones de cero labranza. Las siembras son manuales (espeque) y son realizadas con las primeras lluvias. Las variedades INIAP-526 e INIAP-542 son las más sembradas (42% de los productores del área de estudio). El 76% de los productores del área maneja sus malezas en forma química complementado con deshierbas manuales. El 86% de los productores usan urea como fuente nitrogenada. Los insectos-plagas mayormente identificados son *Spodoptera frugiperda*, *Agrotis sp.* y *Phyllophaga spp.* La cosecha es realizada en forma manual con bajos rendimientos promedios de 1400 kg ha⁻¹. La venta del grano es realizada en los mercados más cercanos, para ser usados en la producción de alimentos balanceados para la industria avícola (PIACCH, 1996, MAG, 1997).

En Manabí, la presencia y disposición de los árboles dispersos dentro de las parcelas es muy variado, encontrando especies nativas y exóticas en cultivos agrícolas, pastizales o linderos. La presencia de este sistema puede ser debido a la expansión de la frontera agrícola sobre los bosques o pastizales, o puede ser debido en parte que en 1994 se reforestaron 2000 ha con incentivos del gobierno en áreas con sistemas agroforestales (árboles dispersos con cultivos agrícolas, árboles con cacao, árboles con café), silvopastoriles y bosques puros. *C. alliodora* y *C. odorata* fueron las especies maderables más sembradas (J. Miranda, información personal).

3.1.5. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en ocho comunidades de la Cuenca del Río Carrizal, siete en el Cantón Junín (Chavela, Pechichal, La Guayas, Cianaga, El Cerezo, Miramar, Montañita) y una en el Cantón Tosagua (Matapalo), ubicadas al Suroeste de Manabí en la zona de vida del Bosque Seco Tropical (Figura 1).

Las comunidades tienen un recorrido Este-Oeste a lo largo de la margen izquierda del Río Carrizal, con aproximadamente 295.54 km² de extensión. La altitud de la zona varía de 60 a 800 msnm. Son suelos de textura arcillosa, originarios de sedimentos antiguos terciarios o aluvial, con régimen de humedad ústico y údico. Predominan los suelos Insectisoles (suborden: Tropepts; gran grupo: Ustropepts) y Vertisoles (Usterts /Pellusters) (PIACCH, 1996). La zona de estudio no presenta ríos permanentes y está conformada por ríos y quebradas que aparecen durante la época lluviosa y desembocan en el río Carrizal.

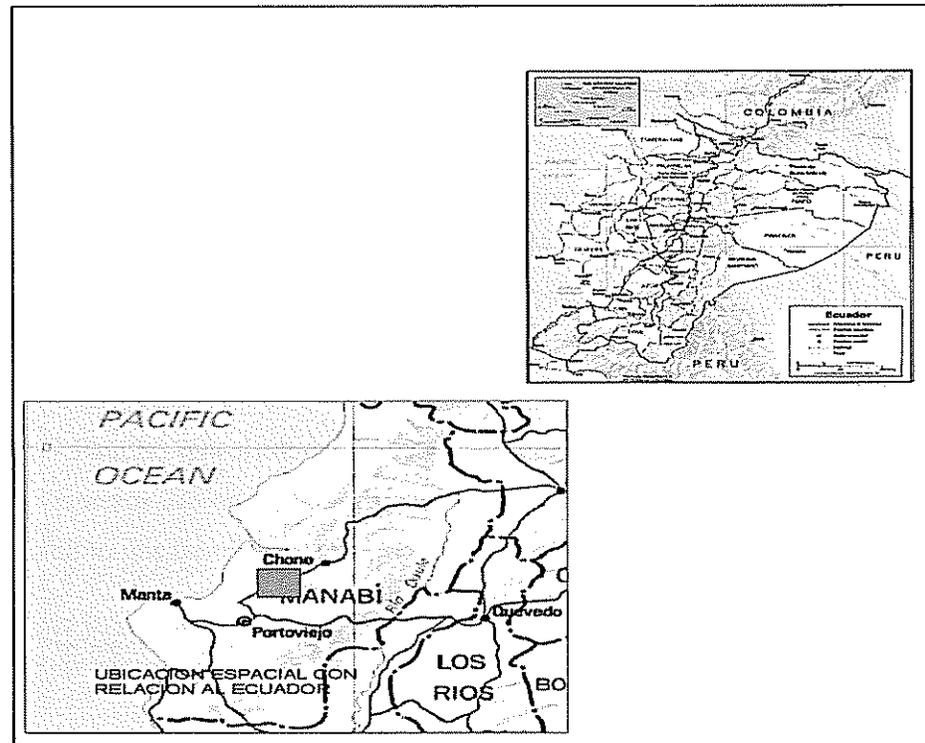


Figura 1. Ubicación del área de estudio

La elección de las comunidades en estudio se basó en los siguientes criterios de selección: que tenían una alta concentración de pequeños y medianos agricultores productores de maíz, que posean áreas sembradas con maíz y árboles dispersos, y que los productores residan en sus fincas en los últimos 10 años. Una vez seleccionadas las fincas se estableció contacto con los productores, se les explicó el objetivo de la investigación y se realizó un calendario tentativo de visitas.

1.2. Definición de la población y muestra

La ubicación de la población y muestra objetivo se realizó con el apoyo de varias instituciones de desarrollo como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ministerio del Medio Ambiente, Centro de Rehabilitación de Manabí y organizaciones campesinas. Estas comunidades fueron visitadas en compañía de extensionistas del MAG. En base a los criterios de selección se seleccionaron ocho comunidades donde predominaba el sistema de maíz con árboles dispersos.

1.2.1. Muestreo proporcional al número de productores que califican

Se realizó un sondeo de la zona en colaboración de extensionistas del MAG, maestros, líderes rurales con los cuales se conformó una extensa lista de las comunidades maiceras de la zona. Posteriormente se visitó la zona y se definió las comunidades más representativas.

Con el apoyo de varios agricultores de cada comunidad se realizó un censo poblacional que determinó la presencia de 597 familias que siembran maíz, de las cuales 180 poseían el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos. De estas 180 familias, se seleccionaron 54 fincas al azar sobre la base del número total de familias que siembran maíz por comunidad (Esquema 1, Cuadro 5, Anexo 1).



Esquema 1. Selección de fincas para la caracterización del SAF.

El tamaño de la muestra estuvo limitado por el tiempo y la disponibilidad de recursos. Sin embargo, la muestra obtenida permitió obtener información relevante y específica sobre el sistema de producción de maíz con árboles dispersos existente en el área de estudio de la cuenca.

Cuadro 5. Comunidades seleccionadas que presentaban el sistema de maíz con árboles dispersos.

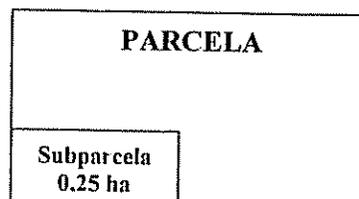
| Comunidades | Número de familias que siembran maíz | Número de familias que siembran maíz con árboles dispersos | Número de fincas seleccionadas |
|--------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|
| Chavela | 150 | 38 | 11 |
| Cianaga | 45 | 20 | 6 |
| El Cerezo | 120 | 33 | 10 |
| La Guayas | 40 | 20 | 6 |
| Matapalo | 80 | 20 | 6 |
| Miramar | 42 | 20 | 6 |
| Montañita | 80 | 13 | 4 |
| Pechichal | 40 | 16 | 5 |
| Total | 597 | 180 | 54 |

3.3. Recolección de datos

La recolección de datos de campo se realizó por medio de dos fases. En la primera fase, se caracterizó la riqueza, abundancia, diversidad y composición de los árboles con dap > 5 cm y la regeneración natural en latizales bajos y latizales y se caracterizó el manejo y uso de los árboles que se encuentran dispersos con el cultivo de maíz. En la segunda fase se entrevistó al productor por medio de un cuestionario semiestructurado para evaluar el manejo y uso de los árboles y sus percepciones hacia el sistema agroforestal. Además se determinó los factores socioeconómicos que influyen en la densidad y composición de los árboles dispersos, utilizando métodos estadísticos.

3.3.1. Caracterizar la riqueza, abundancia y diversidad de los árboles dispersos con dap > 5 cm

Para caracterizar la abundancia, riqueza y diversidad de árboles dispersos con dap > 5 cm, en las 54 fincas seleccionadas se evaluó toda el área de una parcela seleccionada al azar de las parcelas de la finca. Los árboles fueron censados y registrados en una matriz electrónica (Anexo 2) donde se registraron los siguientes datos:



3.3.1.1. Riqueza y abundancia de especies por finca

El inventario de especies se inicia a nivel de campo con el apoyo de los productores para registrar el nombre(s) común de todos los árboles sobre la base del conocimiento local de los dueños de las parcelas y ayudantes de campo. Cada árbol fue señalado con una cinta plástica para evitar volver a evaluarlos. Los nombres técnicos fueron incluidos en base de descriptores (Vizcarra J. sf, sp; Ferreyra, R. 1987; Sánchez y Poveda 1997; Jiménez *et al.*, 1999) y experiencia técnica del Ing. Jorge Vizcarra funcionario del Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador. Aquellas especies pocas conocidas se elaboró un herbario con los órganos presentes (hojas, flores y frutos) que fue llevada para la identificación del Ing. Jorge Vizcarra. En Costa Rica, la lista de las especies fue revisada por el Dr. Luis Poveda Álvarez Profesor de Dendrología del CATIE.

3.4.1.2. Diámetro del árbol en cm

A todos los árboles con dap > a 5 cm presentes en las parcelas se les midió el diámetro de pecho, con una cinta diamétrica graduada en mm. Para aquellas especies que tenían varios ejes, se midió todos el dap de todos los ejes y después se calculó un promedio con la formula $d = \sqrt{d1^2 + d2^2 \dots dn^2}$

3.4.1.3. Altura total en m

A todos los árboles con dap > 5 cm presentes en la parcela se les midió la altura total, utilizando un clinómetro marca Suunto PM-5/360 PC. Cuando fue difícil ver la base del árbol se tomó la altura de personas o una palanca graduada en m. La altura total resultó de aplicar la siguiente fórmula: $AT = (d \times (As \pm Ai) / 100)$, donde AT= Altura total, As= Altura superior en % y Ai= Altura inferior en %.

3.4.1.4. Tamaño de copa en m

Con una cinta métrica marca stanley de 50 m de longitud se midió el largo y ancho de la cobertura de copa de cada árbol.

3.4.1.5. Manejo del árbol

Se anotó el tipo de manejo (podado, desramado, podado y desramado, quemado, forma del tronco, rebrote y sanidad de cada árbol) que en el momento de la evaluación de la parcela.

3.4.1.6. Riqueza y abundancia de las especies arbórea menores a 50 cm de altura y especies arbóreas con dap < 5cm y altura > a 50 cm.

En cada parcela evaluada se escogió al azar una de las esquinas para establecer una parcela temporal de 2500 m² (50 x 50 m) para caracterizar la regeneración natural de los árboles. En esta parcela se contaron el número de árboles presente por especies para dos clases: árboles menores a 50 cm de altura y árboles con dap < 5cm y altura > a 50 cm (Anexo 3).

3.4.2. Caracterización del manejo y uso de los árboles dispersos y las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal

Para caracterizar el manejo y uso de los árboles dispersos y de las percepciones de los productores se realizaron entrevistas con 54 productores de maíz; en algunos casos también participó la esposa u otro miembro del hogar. La recopilación de la información se realizó con una encuesta semi-estructurada que incluía aspectos sociales del propietario, su familia y la finca e información sobre el uso y manejo del componente agrícola y forestal. El cuestionario también caracterizó las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal, los atributos de los árboles, los factores que influyen en la toma de decisiones, los propósitos de dejar árboles, cómo seleccionaba los árboles, cuáles eliminaba y qué especies le gustaba dejar (Anexo 4).

3.5. Análisis de datos

3.5.1. Estimación de la abundancia, riqueza y diversidad de los árboles dispersos cultivados con maíz por parcela.

La riqueza y abundancia de los árboles dispersos cultivados con maíz, se analizó a través de estadística descriptiva, como medidas de dispersión, medidas de tendencia central, rangos y frecuencias. Se utilizó ANDEVA y prueba de comparación de medias por Duncan en caso de significación estadística para comparar densidades, riqueza, diversidad y cobertura arbórea entre comunidades. Se calcularon los índices de diversidad de Shannon y Simpson, utilizando el programa StimateS 5.01 (R. Colwell, 1997).

Para cada parcela y comunidad, se calculó la diversidad de especies mediante el índice de Shannon (Greig-Smith, 1983) $H = - \sum p_i \log p_i$

$$p_i = n_i/N$$

$$N = \sum n_i$$

Donde: H = índice de diversidad de Shannon

n_i = número de individuos de la especie i

N = población total de las especies

Log= logaritmo natural

También se calculó el índice de Simpson (1/H) que indica la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una comunidad pertenezcan a diferentes especies.

Se calcularon la distribución diamétrica y de altura por especie, el área basal (AB) en $m^2 ha^{-1}$ ($dap^2 \times \pi/4 \times 10000$) y el % de cobertura arbórea = $(r1^2 \times r2^2 \times \pi)$.

Se calculó por parcela

- # de individuos y especie arbóreas
- densidad de árboles
- índice de diversidad de Shannon (H) $H = - \sum p_i \log p_i$
- índice de Simpson 1/ H
- área basal (m^2/ha)
- % cobertura arbórea
- altura promedio / especie
- manejo de especies (#, %)
- especies quemadas (#, %)

Se calculó por comunidad

- # de individuos y especie arbóreas
- curva de acumulación de especies
- ranking de abundancia de especies
- manejo de los árboles (#, %)
- especies quemadas (#, %)
- altura promedio por especies
- distribución diamétrica por especies

3.5.2. Análisis del manejo y uso de los árboles dispersos y las percepciones de los productores hacia el sistema agroforestal

La información obtenida de las entrevistas se agrupó, codificó e introdujo en una base de datos de acuerdo al tipo de variable. En el caso de preguntas abiertas, se establecieron rangos de respuestas para su análisis. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva como análisis de frecuencia para las

variables cualitativas abiertas y dicotómicas. Para las variables cuantitativas se calculó el valor mínimo, el valor máximo, la media y la desviación estándar.

3.5.3. Tipificación de fincas

Para identificar sistemas de manejo y uso de los árboles dispersos entre los productores se seleccionaron de la encuesta 28 variables que fueron codificadas: 21 estaban asociadas con el manejo y usos de los árboles dispersos y siete con aspectos sociales.

Para determinar si existen diferentes tipos de productores en la zona y si existen factores socioeconómicos relacionados entre la composición de los árboles dispersos, se realizó un análisis de conglomerados por medio del método de variancia mínima de Ward (1963). La prueba de pseudo t^2 se utilizó para determinar el número de conglomerados a formar. Para los grupos formados, en las variables cuantitativas se aplicó análisis de variancia y prueba de Duncan en caso de significación estadística para comparar entre grupos. Para las variables cualitativas se efectuaron tablas de distribución de frecuencias y prueba de X^2 . Los resultados fueron llevados a resúmenes y representación en figuras. Estos análisis fueron hechos por medio del paquete estadístico SAS, versión 8 (1999).

4. RESULTADOS

4.1. Densidad y diversidad de árboles dispersos presentes en el cultivo de maíz

4.1.1. Riqueza y abundancia relativa de especies con diámetro de altura de pecho > 5 cm

Se encontró un total de 1219 individuos con dap > 5 cm, de 58 especies y 27 familias arbóreas en 137,8 ha pertenecientes a ocho comunidades y 54 fincas (Anexo 5 y 6). Las parcelas de maíz tenían en promedio 2,5 ha ($\pm 1,9$). La densidad de árboles fue de 11,3 individuos ha^{-1} ($\pm 9,2$), con un rango de 1,4 a 58,7 individuos ha^{-1} , y la riqueza por parcela fue de 6,5 especies / parcela ($\pm 2,7$), estando los árboles con una distancia de 18,2 m en promedio. No hubo diferencias estadísticas ($F_{7,46}=0,8$; $P=0,5942$) entre comunidades en la densidad y riqueza de especies de árboles seguramente a que las condiciones ecológicas de las comunidades y de los maizales muestreados son similares (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número, densidad y rango de individuos, promedio de especies / parcela y comunidad, número de familias arbóreas, área promedio / parcela y comunidad, en árboles con dap > 5 cm presentes en el cultivo de maíz en 54 fincas (137,8 ha) de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.

| Comunidad | Número de fincas muestreadas | Número de individuos total /comunidad | Densidad promedio de individuos (\pm SD) | Rango de densidades | Número total de especies | Promedio de especies/ parcela (\pm SD) | Número de familias arbóreas /comunidad | Área promedio /parcela en ha (\pm SD) | Área total muestreada /comunidad en ha |
|-----------|------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------|--------------------------|---|--|--|--|
| Chavela | 11 | 322 | 14,8 a (15,41) | 3,8 - 58,7 | 31 | 7,1 (3,25) | 18 | 2,7 (2,23) | 30,1 |
| Cianaga | 6 | 129 | 14,0 a (12,94) | 6,3 - 4 | 22 | 6,6 (2,58) | 13 | 1,9 (0,69) | 11,4 |
| El Cerezo | 10 | 189 | 11,5 a (4,03) | 4 - 19 | 28 | 6,2 (2,35) | 15 | 1,8 (0,88) | 18,1 |
| La Guayas | 6 | 122 | 7,0 a (3,23) | 2,6 - 10,6 | 17 | 5,3 (2,07) | 9 | 2,9 (0,67) | 17,2 |
| Matapalo | 6 | 148 | 9,8 a (6,47) | 3,9 - 21,8 | 21 | 6,3 (4,41) | 13 | 2,4 (0,63) | 14,3 |
| Miramar | 6 | 114 | 12,5 a (6,35) | 6 - 23,8 | 16 | 6,1 (1,6) | 10 | 1,8 (0,68) | 10,5 |
| Montañita | 4 | 58 | 4,84 a (3,38) | 1,4 - 8,4 | 17 | 7,2 (2,5) | 11 | 5,3 (5,41) | 21,2 |
| Pechichal | 5 | 137 | 10,2 a (6,06) | 3,4 - 17 | 20 | 7,6 (3,29) | 10 | 3,0 (0,74) | 15 |
| Total | 54 | 1219 | 11,3 (9,20) | 1,4 - 58,7 | 58 | 6,5 (2,77) | 27 | 2,5 (1,94) | 137,8 |

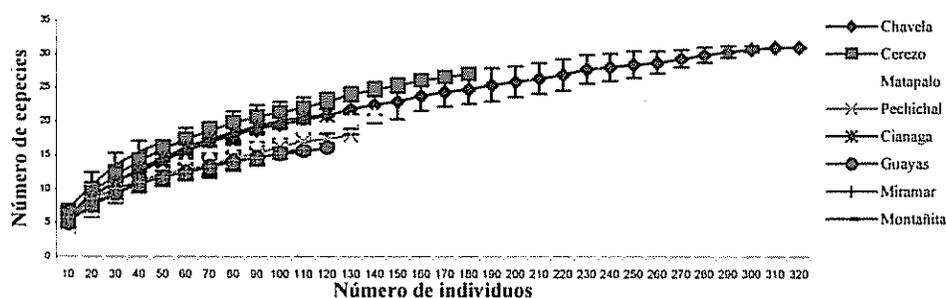


Figura 2. Curva de acumulación de especies arbóreas en base al número total de árboles inventariados por cada comunidad.

En cada comunidad existió un aumento progresivo de las especies conforme aumentaban los individuos muestreadas (Figura 2).

La mayoría de los individuos estaban concentrados en seis especies procedentes de tres familias arbóreas que representaban el 72,1% del total de individuos (Cuadro 7). *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae) era la especie más numerosa con 267 individuos correspondiendo al 21,9% del total de individuos, seguido de *Prosopis pallida* (Fabaceae/Mimosoideae) con 248 individuos (20,3%). Otras especies comunes fueron *Prosopis affinis*, *Cordia alliodora*, *Albizia guachapele* y *Leucaena trichodes*. Todas estas especies son nativas de la zona. *G. ulmifolia* estaba presente en 41 fincas, seguida por *P. pallida* en 34, *A. guachapele* en 32, *P. affinis* y *L. trichodes* en 22 y *C. alliodora* en 16. Las demás 52 especies fueron pocos abundantes (Figura 3). De las 58 especies, 43 fueron reportadas con menos de 10 individuos.

Cuadro 7. Especies más comunes con más de 50 árboles con dap >5cm, nombre común, familia arbórea, total de individuos, procedencia y número de fincas con la especie.

| Especie | Nombre común | Familia | Total de individuos | Nativo | Número de fincas con la especie (de 54 total) |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|--------|---|
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | Guasmo | Sterculiaceae | 267 | Si | 41 |
| <i>Prosopis pallida</i> | Algarrobo amarillo | Fabaceae /Mimosoideae | 248 | Si | 34 |
| <i>Prosopis affinis</i> | Algarrobo negro | Fabaceae /Mimosoideae | 116 | Si | 22 |
| <i>Cordia alliodora</i> | Laurel | Boraginaceae | 99 | Si | 16 |
| <i>Albizia guachapele</i> | Guachapelf prieto | Fabaceae /Mimosoideae | 85 | Si | 32 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | Pela caballo | Fabaceae /Mimosoideae | 66 | Si | 22 |
| Total | | | 881 | | |

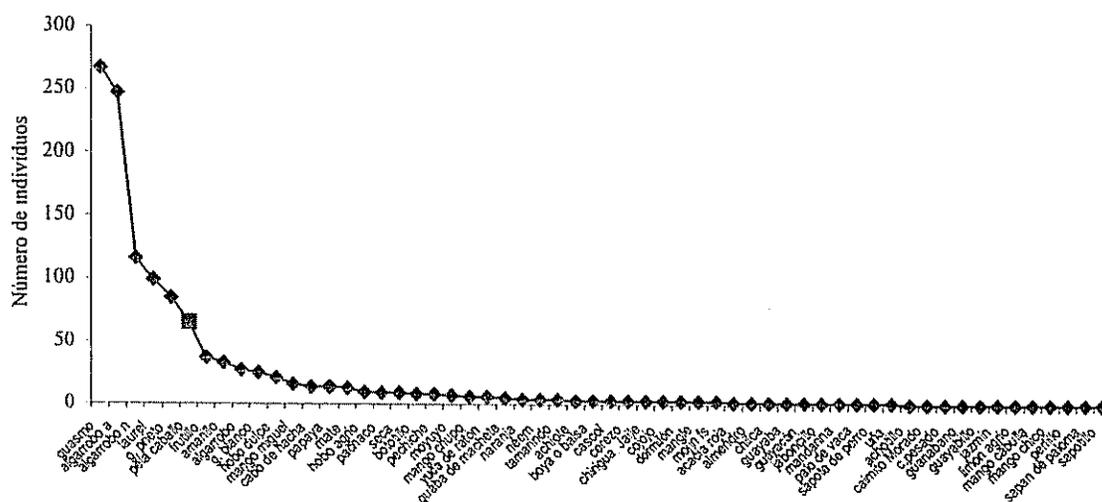


Figura 3. Ranking de abundancia de especies en individuos con dap >5 cm en base de 137,8 ha. Los nombre científicos de cada especie se encuentran en Anexo 2.

4.1.2. Distribución de diámetros de altura de pecho en cm

La distribución de diámetros de todos los árboles con dap > a 5 cm presentó el 89,4% de los individuos ubicados en clases diamétricas pequeñas (< 40 cm). Solamente el 10,6% de los árboles tenían fuste con dap > a 40 cm. El dap promedio fue de 22,45 cm ($\pm 15,30$) (Figura 4).

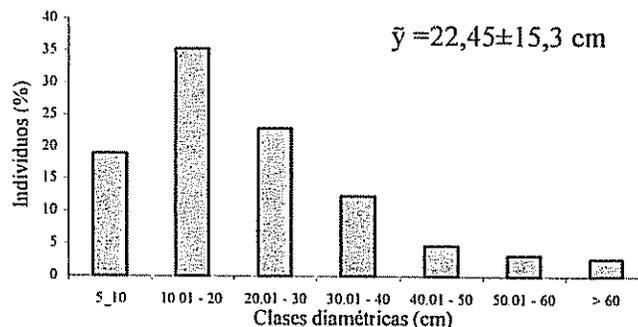


Figura 4. Distribución de clases diamétrica de árboles en áreas maiceras en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador (n= 1219 individuos).

De las seis especies más comunes, cuatro especies (*G. ulmifolia*, *P. pallida*, *P. affinis* y *A. guachapele*) presentaron individuos en todas las clases diamétricas. Las otras dos especies (*C. alliodora* y *L. trichodes*) no presentaron individuos en clases diamétricas por arriba de los 40 cm en el caso de *C. alliodora* y en *L. trichodes* a partir de los 30 cm. Las seis especies comunes también eran representadas mayormente por árboles pequeños (Figura 5).

4.1.3. Distribuciones de altura total de árboles con dap >5 cm

La altura de los árboles estuvo relacionada con el manejo que le dan el productor a cada especie arbórea, de acuerdo a los usos y beneficios que ella le provee. El 43,1% de los árboles tienen alturas < 6 m; pero si se incluyen también los latizales (2644 latizales bajos y 2557 latizales), el porcentaje de árboles llega al 70%; estaban concentradas las especies usadas para leña con mucho manejo en cuanto a podas y desrame. El restante 56,9% eran árboles mayores a los 6 m asociados a especies maderables que desramaban para darle crecimiento horizontal, y especies frutales que no eran intervenidas. La altura promedio de los árboles fue de $7,29 \pm 3,75$ m (Figura 6).

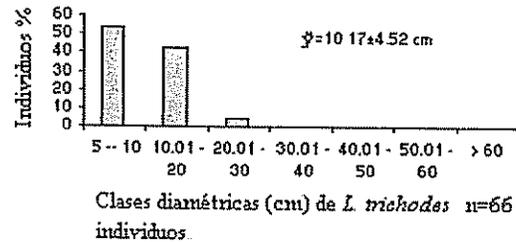
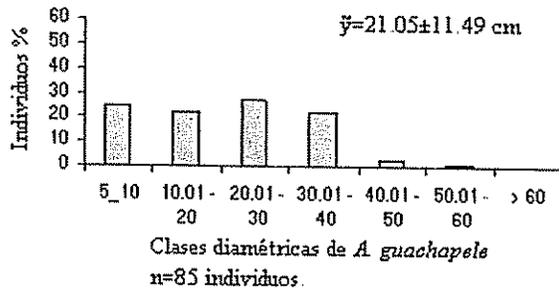
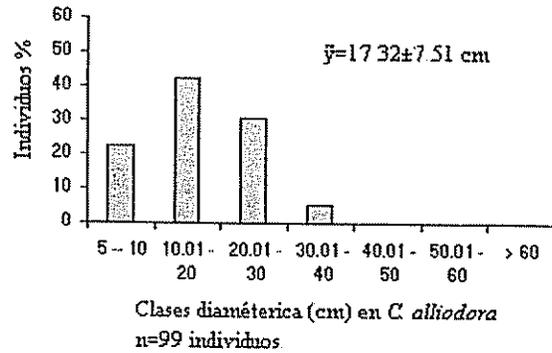
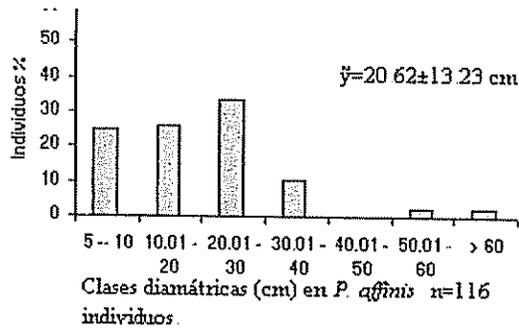
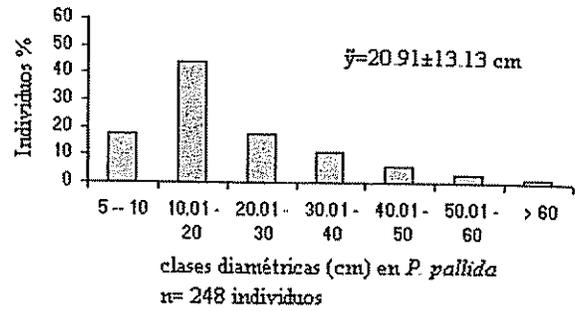
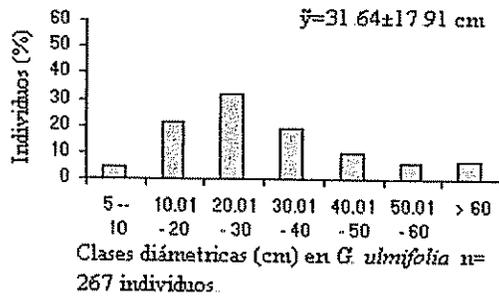


Figura 5. Distribución de clases diámétricas de las seis especies arbóreas más comunes, de árboles con dap > a 5 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador.

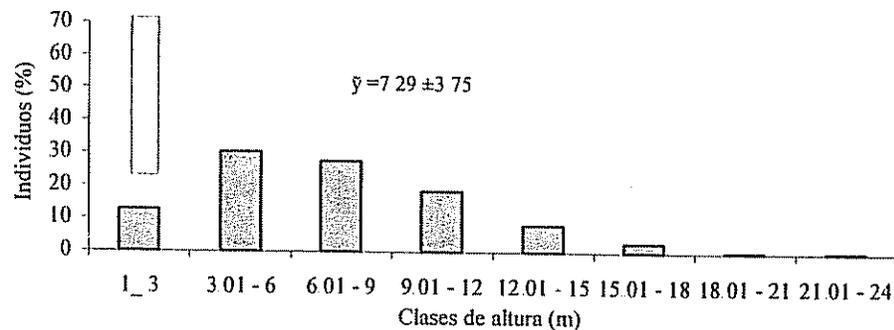


Figura 6. Distribución de clases de altura (m) de árboles en áreas maiceras en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador (n= 1219 árboles). La barra encima de la clase hasta 3 m representa a los latizales

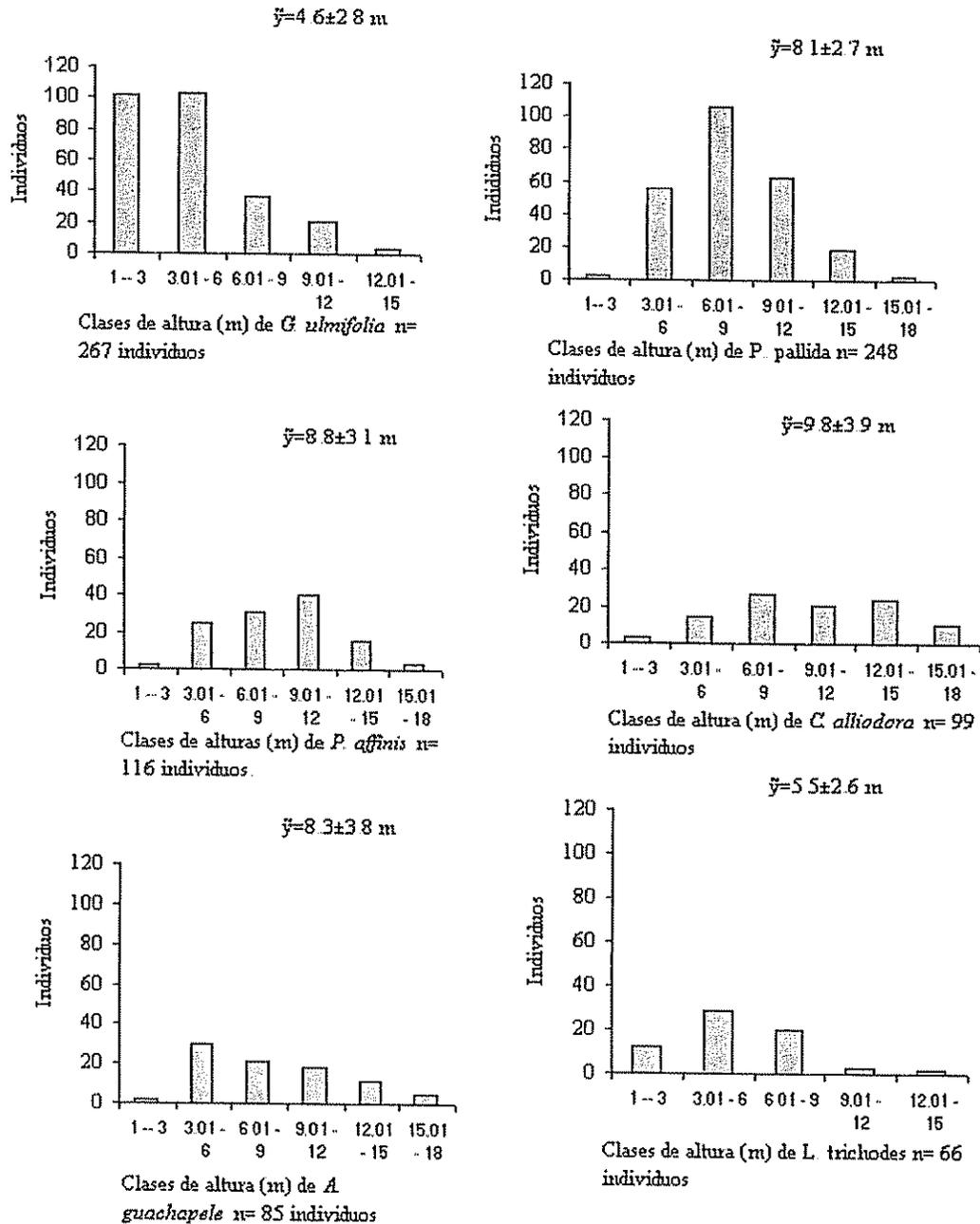


Figura 7. Distribuciones de clases de altura de las seis especies arbóreas más comunes con $dap >$ a 5 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. *G. ulmifolia* y *L. trichodes* (leña), *C. alliodora* y *A. guachapele* (madera), *P. pallida* y *P. affinis* (construcción rural, horcón).

La altura de los árboles refleja en parte su uso y manejo. Por ejemplo, aquellas especies usadas para leña, tienen árboles más pequeños, reflejando su aprovechamiento frecuente. Por ejemplo *G. ulmifolia* y *L. trichodes*, especies muy utilizadas para leña, tenían 76 y 61% respectivamente de sus árboles menores a 6 m. Por otro lado, las especies usadas para madera (*C. alliodora*, *A. guachapele*) o

construcciones rurales (*P. affinis* y *P. pallida*) presentaron la mayor proporción de los individuos con alturas > a 6m (Figura 7).

4.1.4. Usos de los árboles

Los árboles dispersos encontrados dentro del cultivo de maíz dan ocho diferentes beneficios a los productores, donde la leña (utilizado por el 89,7% de los productores), alimento de ganado (61,2%), producción de horcón para construcciones rurales (45,7%), y madera (22%) son los principales usos. También se encontraron algunas especies arbóreas usadas como frutales, medicinales, consumo de aves y producción de estacas vivas, pero en bajas cantidades (Cuadro 8).

Cuadro 8. Número de individuos y porcentaje de los árboles total de los principales usos de las especies arbóreas con dap > 5 cm presentes en el cultivo de maíz en cada comunidad, según opinión de los productores.

| Comunidad | USOS | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|-----------|------|------|------|----------|------|------------|------|--------|------|-----------|-----|------|------|---------|------|
| | Maderable | | Leña | | Frutales | | Horcón (1) | | Ganado | | Medicinal | | Aves | | Estacas | |
| | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % | Nº | % |
| Chavela | 77 | 24,0 | 275 | 85,7 | 22 | 6,5 | 60 | 18,7 | 189 | 58,9 | 1 | 0,3 | 36 | 11,2 | 41 | 12,8 |
| Pechichal | 37 | 26,8 | 128 | 92,8 | 10 | 7,2 | 74 | 53,6 | 84 | 60,9 | 1 | 0,7 | 19 | 13,8 | 10 | 7,2 |
| Miramar | 19 | 16,7 | 107 | 93,9 | 9 | 7,9 | 70 | 61,4 | 77 | 67,5 | 0 | 0,0 | 19 | 16,7 | 11 | 9,6 |
| Cianaga | 74 | 57,4 | 116 | 89,9 | 15 | 11,6 | 20 | 15,5 | 43 | 33,3 | 2 | 1,6 | 21 | 16,3 | 13 | 10,1 |
| El Cerezo | 22 | 11,6 | 164 | 86,8 | 23 | 12,2 | 110 | 58,2 | 136 | 72,0 | 0 | 0,0 | 21 | 11,1 | 15 | 7,9 |
| La Guayas | 17 | 13,9 | 114 | 93,4 | 2 | 1,6 | 83 | 68,0 | 93 | 76,2 | 0 | 0,0 | 8 | 6,6 | 7 | 5,7 |
| Montañita | 11 | 19,0 | 51 | 87,9 | 2 | 3,4 | 40 | 69,0 | 32 | 55,2 | 0 | 0,0 | 8 | 13,8 | 2 | 3,4 |
| Matapalo | 11 | 7,4 | 138 | 93,2 | 10 | 6,8 | 100 | 67,6 | 92 | 62,2 | 0 | 0,0 | 20 | 13,5 | 32 | 21,6 |
| Total individuos | 268 | 22,0 | 1093 | 89,7 | 93 | 7,6 | 557 | 45,7 | 746 | 61,2 | 4 | 0,3 | 152 | 12,5 | 131 | 10,7 |

Las fincas maiceras tienen potencial para producir madera. Los árboles maderables representaron el 22% de todos los individuos inventariados. Hubo diferencias en el porcentaje de maderables presentes entre comunidades, donde la comunidad de Cianaga presentó el 57,4% de sus individuos con fines maderables, con siete especies encontradas (*C. alliodora*, *A. guachapele*, *Centrolobium paraense*, *Schizolobium parahybum*, *Ochroma lagopus*, *Alseis eggersii*) y la más común fue *C. alliodora* con 50 individuos. La comunidad de Matapalo presentó las proporciones más bajas (7,4% de los árboles), con solamente 10 individuos de *A. guachapele* (Cuadro 9).

4.1.5. Manejo de los árboles

El manejo de los árboles dispersos consiste básicamente en tres actividades: poda, desrame y poda parcial combinada con desrame. Generalmente, estas actividades son realizadas en el periodo de noviembre a diciembre. La poda consiste en eliminar la copa total de los árboles dejando los troncos a

una altura no >3 m y 2,3 m de ancho en promedio; el desrame es efectuado cuando los árboles son jóvenes, dejándolos a 7,1 m de ancho en promedio; y la poda parcial y desrame combinado se realiza en árboles adultos que poseen un fuste muy grueso y dejados a 4,6 m de ancho en promedio.

Se encontraron 751 árboles con algún tipo de manejo (solamente poda, solamente desrame, poda y desrame), lo cual representa el 61,6% del total de árboles muestreados. En las comunidades de El Cerezo, Cianaga, Miramar, La Guayas y Chavela el rango fue de 59,9 a 75,7% de árboles manejados; en las comunidades de Pechichal y Matapalo alrededor del 50% de los árboles manejados y en Montañita solamente el 32,8% de árboles son manejados (Cuadro 9).

El manejo de los árboles está en función de los usos que tienen las especies. Por ejemplo, aquellas especies usadas por el productor para leña, alimento para ganado y construcciones rurales como horcón son las más manejadas. Los restantes tipos de árboles tenían bajo porcentaje de árboles manejados. En general, las especies de uso múltiple que sirven para leña y alimento de ganado son manejadas con podas y desrames. En contraste, los árboles maderables y frutales son pocos manejados, excepto en la comunidad de Cianaga, donde el 37,2% de árboles maderables son manejados (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de individuos que han recibido alguna practica de manejo en cada localidad y los principales usos dados en función del manejo, según la opinión de los productores, n= 1219, ($X^2= 105,5$; $P<0,0001$).

| Comunidad | Manejo (poda, desrame, poda y desrame) | | % de árboles manejados, por uso* | | | | | | | |
|-----------|--|---------------------------|----------------------------------|------|--------|--------|--------|----------|------|---------------|
| | Número de individuos manejados | % del total por comunidad | Madera | Leña | Frutal | Horcón | Ganado | Medicina | Aves | Estacas vivas |
| Chavela | 193 | 59,9 | 2,2 | 51,9 | 2,5 | 2,8 | 46,9 | 0,3 | 5,3 | 9,9 |
| Pechichal | 65 | 47,4 | 16,1 | 45,3 | 1,5 | 19,0 | 24,8 | 0,0 | 2,9 | 4,4 |
| Miramar | 80 | 70,2 | 8,8 | 65,8 | 4,4 | 39,5 | 50,0 | 0,0 | 8,8 | 9,6 |
| Cianaga | 97 | 75,2 | 37,2 | 68,2 | 10,1 | 10,1 | 32,6 | 1,6 | 14,0 | 9,3 |
| El Cerezo | 143 | 75,7 | 7,9 | 65,6 | 9,5 | 42,9 | 57,1 | 0,0 | 7,9 | 6,9 |
| La Guayas | 77 | 63,1 | 3,3 | 60,7 | 0,8 | 40,2 | 57,4 | 0,0 | 2,5 | 2,5 |
| Montañita | 19 | 32,8 | 3,4 | 31,0 | 0,0 | 19,0 | 15,5 | 0,0 | 8,6 | 3,4 |
| Matapalo | 77 | 52,0 | 0,0 | 50,7 | 2,7 | 41,2 | 40,5 | 0,0 | 6,8 | 6,8 |
| Total | 751 | 61,6 | 8,9 | 56,0 | 4,2 | 24,2 | 43,6 | 0,2 | 6,7 | 7,3 |

* Los porcentajes no suman 100% debido a que varias especies tienen múltiples usos

El tipo de manejo de las seis especies más comunes difirió entre ellas ($X^2= 455,4$ $P=<0,0001$). El 94,3% de los gúacimos habían recibido algún tipo de manejo; prefiriendo los agricultores eliminar toda la copa (46,4% de los árboles) a quitar en forma parcial ramas y copa (36% de los árboles) o solamente

desramar los árboles (12% de los árboles). Las restantes cinco especies presentaron alrededor del 50% de sus individuos con algún tipo de manejo; sin embargo, los productores prefieren desramarlos, antes que eliminar sus copas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Manejo por podas, desrame o poda y desrame de las seis especies más comunes con dap > 5 cm.

| Especie | n | Poda | | Desrame | | Poda y desrame | | Total de árboles manejados | |
|---------------------------|-----|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | Número de árboles | % del total de la especie | Número de árboles | % del total de la especie | Número de árboles | % del total de la especie | Número de árboles | % del total de la especie |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 267 | 124 | 46,4 | 32 | 12,0 | 96 | 36,0 | 252 | 94,3 |
| <i>Prosopis pallida</i> | 248 | 9 | 3,6 | 118 | 47,6 | 16 | 6,5 | 143 | 57,6 |
| <i>Prosopis affinis</i> | 116 | 1 | 0,9 | 61 | 52,6 | 2 | 1,7 | 64 | 55,1 |
| <i>Cordia alliodora</i> | 99 | 2 | 2,0 | 31 | 31,3 | 15 | 15,2 | 51 | 48,4 |
| <i>Albizia guachapele</i> | 85 | 10 | 11,8 | 18 | 21,2 | 11 | 12,9 | 46 | 45,8 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | 66 | 11 | 16,7 | 22 | 33,3 | 1 | 1,5 | 34 | 51,5 |
| Total | 881 | 157 | 17,8 | 282 | 32,0 | 141 | 16,0 | 590 | 66,9 |

4.1.6. Quema de especies arbóreas

La quema de las parcelas de maíz es realizado en lagarteras (hileras de 5 a 6 m, a lo largo de la parcela) por todos los productores, con el propósito de eliminar los residuos de cosecha del ciclo anterior, ramas gruesas de los arbustos y árboles desramados antes de empezar la próxima siembra.

Generalmente son pocos los árboles quemados en cada localidad: solamente el 13,1% del total de árboles muestreados mostraban señales de quemas. En la mayoría de las comunidades el dueño protegió a los árboles del fuego; sin embargo, en Chavela el 26,8% y en Cianaga el 27,1% de los árboles presentaron daños por efecto del fuego (Cuadro 11).

Cuadro 11. Total de árboles quemados por comunidad y porcentaje del total de árboles encontrados en fincas maiceras con dap > 5 cm.

| | Número | % del total de árboles quemados | |
|-----------|--------|---------------------------------|-----------------|
| | | | % por comunidad |
| Chavela | 86 | 7,1 | 26,8 |
| Cianaga | 35 | 2,9 | 27,1 |
| Pechichal | 14 | 1,1 | 10,1 |
| Miramar | 10 | 0,8 | 8,8 |
| El Cerezo | 6 | 0,5 | 3,2 |
| Montañita | 4 | 0,3 | 6,9 |
| La Guayas | 3 | 0,2 | 2,5 |
| Matapalo | 2 | 0,2 | 1,4 |
| Total | 160 | 13,1 | |

Un 11,1% del total de árboles de las seis especies arbóreas más comunes se encontraron quemados. *Guazuma ulmifolia* fue la especie más quemada (38,2% de los árboles). Los productores queman a *Guazuma* cuando los árboles son adultos con fustes gruesos y con muchos ejes porque causan mucha sombra al cultivo. En cambio los productores protegen de las quemadas a aquellas especies que tienen valor económico como los maderables. Por ejemplo, solamente el 1,6% de los árboles de *C. alliodora* se encontraron quemados (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número y porcentaje de individuos quemados en las seis especies arbóreas más comunes con dap > 5 cm presente en el cultivo de maíz en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador.

| Especies | Individuos quemados | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------------|
| | Número | % del total de cada especie |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 102 | 38,2 |
| <i>Cordia alliodora</i> | 13 | 1,6 |
| <i>Albizia guachapele</i> | 7 | 6,0 |
| <i>Prosopis affinis</i> | 7 | 13,1 |
| <i>Prosopis pallida</i> | 4 | 8,2 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | 3 | 4,5 |
| Total | 136 | 11,1 |

4.1.7. Cobertura arbórea y área basal

El porcentaje de cobertura de copa por parcela (calculado con base en el área de copa de cada árbol) fue bajo, con un promedio de 3,5% (rango de 2,3 a 4,5% por comunidad). El área basal también fue bajo con un promedio de 0,6 m² ha⁻¹ (Cuadro 13). No hubo diferencias estadísticas en la cobertura arbórea o área basal entre las comunidades en estudio ($F_{7,46} = 1,17$ $P = 0,3392$).

Cuadro 13. Cobertura de copa (%) por parcela y área basal en m²/ha de los árboles presentes con maíz en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador.

| Comunidad | Cobertura arbórea | Área basal |
|-----------|-------------------|--------------------|
| | % | m ² /ha |
| Chavela | 2,4 a | 0,7 a |
| Cianaga | 3,2 a | 0,9 a |
| El Cerezo | 4,5 a | 0,8 a |
| La Guayas | 3,4 a | 0,3 a |
| Matapalo | 4,4 a | 0,2 a |
| Miramar | 4,2 a | 0,6 a |
| Montañita | 2,3 a | 0,2 a |
| Pechichal | 3,6 a | 0,5 a |
| Promedio | 3,5 | 0,6 |

4.1.8. Regeneración natural del componente arbóreo

4.1.8.1 Regeneración natural de árboles con diámetro de altura de pecho < 5 cm y altura > 50 cm (Latizales)

En las 13,5 ha muestreadas se encontraron 2557 individuos en latizales (Anexo 7), procedentes de 40 especies y 23 familias arbóreas, con una densidad de 190,7 latizales/ha y un rango de 0 a 896 individuos/ha (Cuadro 14). Las mayores densidades promedio se encontraron en las comunidades de Montañita (330,0 ±321,9), La Guayas (332,7 ±338,6) y Chavela (295,3 ±196,1), mientras que las menores densidades se encontraron en las comunidades de Cianaga (28 ±9,5) y El Cerezo (54 ±321,9).

Cuadro 14. Densidad promedio/ha, rangos de densidades, # de especies y familias arbóreas con dap < 5 cm y altura >50 cm presentes en maizales de la Cuenca del río Carrizal, Manabí, Ecuador. Los datos representan 54 parcelas, con un área de 0,25 ha por parcela (en orden de abundancia).

| Comunidad | Número de fincas totales | Número de individuos totales | Densidad promedio ha ⁻¹ (±SD) | Rango de densidades | Número de especies total | Número de familias total |
|-----------|--------------------------|------------------------------|--|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| Chavela | 11 | 811 | 295,3 ±196,1 a | 96 – 740 | 32 | 19 |
| Cianaga | 6 | 42 | 28,0 ± 9,5 b | 16 – 40 | 8 | 7 |
| El Cerezo | 10 | 135 | 54,0 ±50,4 b | 0 – 160 | 14 | 9 |
| La Guayas | 6 | 498 | 332,7 ±338,6 a | 48 – 896 | 13 | 7 |
| Matapalo | 6 | 289 | 192,7 ±171 ab | 36 – 500 | 13 | 8 |
| Miramar | 6 | 229 | 156,7 ±150 ab | 4 – 356 | 16 | 11 |
| Montañita | 4 | 330 | 330,0 ±321,9 a | 108 – 808 | 17 | 11 |
| Pechichal | 5 | 223 | 183,2 ±131,6 ab | 0 – 308 | 14 | 7 |
| Total | 54 | 2557 | 190,7 ± 208,1 | 0 – 896 | 40 | 23 |

F_{7,46}= 4,15; P< 0,0013

En todas las comunidades el número de especies en latizales aumentó a medida que aumentó el área de muestreo. Sin embargo, a partir de 1ha muestreada las comunidades alcanzan su máxima riqueza, excepto Chavela y Montañita que continúan acumulando especies (Figura 8).

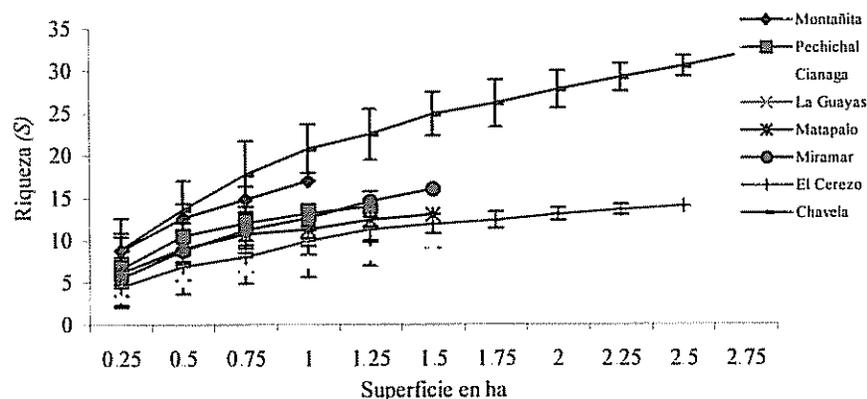


Figura 8. Curva de acumulación de especies arbóreas en árboles con dap < 5 cm y altura > 50 cm en base al área muestreada por comunidad.

La mayoría de los árboles con dap <5 cm y altura > 50 cm están representados por pocas especies. Trece especies fueron las más abundantes: *B. aculeata* (24,5% de los latizales), *G. ulmifolia* (20,7%), *L. trichodes* (8,9%), *A. arborescens* (6,3%), *P. arboreum* (5,5%), *C. alliodora* (4,4%), *C. lutea* (4,4%), *M. millei* (3,8%), *Prosopis* spp (2,7%), *A. guachapele* (2,6%), *P. dulce* (2,3%), *M. biringo* (2,3%), y *S. brenminohii* (2,0%). Estas 13 especies representan el 91,1% de 2331 individuos totales (Figura 9; Cuadro 15).

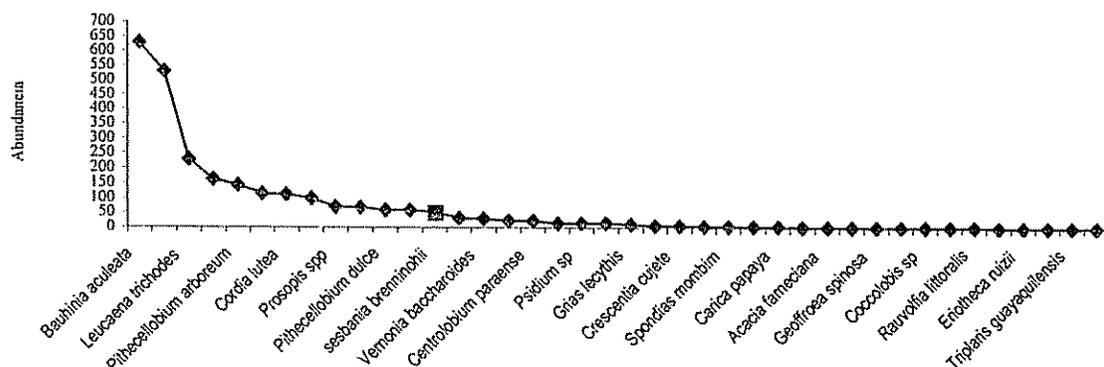


Figura 9. Ranking de abundancia de las especies con dap < 5 cm y altura > 50 cm.

Cuadro 15. Especies más comunes con dap <5 cm y altura > 50 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador, (en 13,5 ha) en orden de abundancia.

| Especie | Nombre común | Familia | Número de individuos | % del total de árboles encontrados |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|
| <i>Bauhinia aculeata</i> | Uña | Fabaceae/ Caesalpinoideae | 629 | 24,5 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | Guasmo | Sterculiaceae | 531 | 20,7 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | Pela caballo | Fabaceae/ Mimosoideae | 230 | 8,9 |
| <i>Acnistus arborescens</i> | Cojojo | Solanaceae | 162 | 6,3 |
| <i>Cajobá arborea</i> | Dormilón | Fabaceae/ Mimosoideae | 142 | 5,5 |
| <i>Cordia alliodora</i> | Laurel | Boraginaceae | 114 | 4,4 |
| <i>Cordia lutea</i> | Moyuyo | Boraginaceae | 113 | 4,4 |
| <i>Machaerium millei</i> | Cabo de hacha | Fabaceae/ Papilionoideae | 99 | 3,8 |
| <i>Prosopis spp</i> | Algarrobo | Fabaceae/ Mimosoideae | 71 | 2,7 |
| <i>Albizia guachapele</i> | Guachapell prieto | Fabaceae/ Mimosoideae | 68 | 2,6 |
| <i>Pithecellobium dulce</i> | Tierra de monte, espino, o porotillo | Fabaceae/ Mimosoideae | 60 | 2,3 |
| <i>Mauria birringo</i> | Colorado | Anacardiaceae | 59 | 2,3 |
| <i>Sesbania brenminohii</i> | Yuca de ratón | Fabaceae | 53 | 2,0 |
| Total | | | 2331 | 91,1 |

Las comunidades difirieron en la diversidad de especies en latizales (Duncan $P= 0,05$). La comunidad de Chavela fue más diversa en especies en esta categoría que el resto de comunidades según los índices de diversidad de Shannon ($F_{7,52}= 16,59$; $P < 0,0001$) y Simpson ($F_{7,51}= 45,4$; $P < 0,0001$), debido, posiblemente, a una mejor distribución de los individuos; mientras que las comunidades de La Guayas y Matapalo eran las menos diversas en latizales, debido a que los individuos están concentrados en pocas especies (Cuadro 16).

Cuadro 16. Promedios y desviación estandar de los índices de diversidad de Shannon y Simpson de latizales en ocho comunidades. Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencia estadística.

| Comunidad | Índices | |
|-----------|----------------|----------------|
| | Shannon | Simpson |
| Chavela | 2,30 (0,27) a | 0,14 (0,02) d |
| Pechichal | 1,96 (0,20) b | 0,17 (0,03) cd |
| El Cerezo | 1,93 (0,27) bc | 0,14 (0,01) d |
| Miramar | 1,80 (0,27)bc | 0,18 (0,01) cd |
| Montañita | 1,64 (0,20) cd | 0,25 (0,04) b |
| Cianaga | 1,51 (0,32) de | 0,22 (0,04) bc |
| La Guayas | 1,29 (0,02) e | 0,39 (0,07) a |
| Matapalo | 1,29 (0,02) e | 0,39 (0,07) a |

4.1.8.2. Regeneración natural en especies con altura menor a 50 cm (Latizales bajos)

En las 13,5 ha muestreadas se encontraron 2644 individuos con altura < 50 cm, representado en 35 especies y 18 familias arbóreas, con una densidad promedio de 196,7 árboles/ha con altura < 50 cm y un rango de 0 a 1520 individuos ha^{-1} (Anexo 8). Las comunidades difirieron en la densidad de árboles en latizales bajos ($F_{7,53}= 3,15$; $P 0,0084$). La comunidad de Miramar con 574 latizales bajos ha^{-1} tuvo una mayor densidad que el resto de comunidades (Cuadro 17).

Cuadro 17. Número de fincas, total de individuos/comunidad, densidad promedio, rango de densidades, número de especies y familias total/comunidad en latizales bajos presentes en el cultivo de maíz en ocho comunidades de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.

| Comunidad | Número de fincas | Total de individuos por comunidad | Densidad promedio/ha (\pm SD) | Rango de densidades | Número de especies total | Número de familias arbóreas total |
|-----------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| Chavela | 11 | 223 | 81,1 (98,4) b | 0 – 344 | 22 | 13 |
| Cianaga | 6 | 199 | 133,3 (80) b | 68 – 276 | 12 | 8 |
| El Cerezo | 10 | 351 | 140,4 (119,1) b | 4 – 396 | 13 | 9 |
| La Guayas | 6 | 316 | 210,7 (165,6) b | 12 – 456 | 10 | 6 |
| Matapalo | 6 | 361 | 240,7 (216,3) b | 4,6 - 100,6 | 15 | 10 |
| Miramar | 6 | 855 | 574 (549,5) a | 68 – 1520 | 15 | 10 |
| Montañita | 4 | 87 | 87 (67,4) b | 24 – 152 | 12 | 6 |
| Pechichal | 5 | 252 | 202,4 (210,3) b | 28 – 604 | 12 | 7 |
| Total | 54 | 2644 | 196,7 (254,9) | 0 – 1520 | 35 | 18 |

El número de especies presentes con altura <50 cm aumentó con el área muestreada en todas las comunidades (Figura 10).

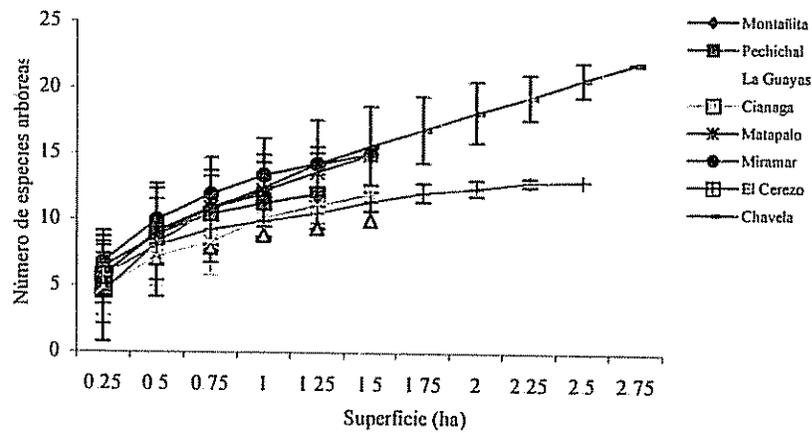


Figura 10. Curva de acumulación de especies arbóreas en individuos con altura < 50 cm en base al área de muestreo por cada comunidad.

Las especies arbóreas con altura <50 cm están concentrada en pocas especies. Diez especies fueron las más comunes en la regeneración natural: *B. aculeata* (24,2% de los individuos con altura <50 cm), *C. arborea* (19,4%), *L. trichodes* (11,9%), *Prosopis* spp (11,4%), *G. ulmifolia* (7,4%), *A. arborescens* (5,9%), *C. lutea* (3,5%), *A. guachapele* (2,2%) y *M. millei* 1,8%. Estas 10 especies representan el 91,0 % del total de individuos menores a 50 cm de altura (Figura 11, Cuadro 18).

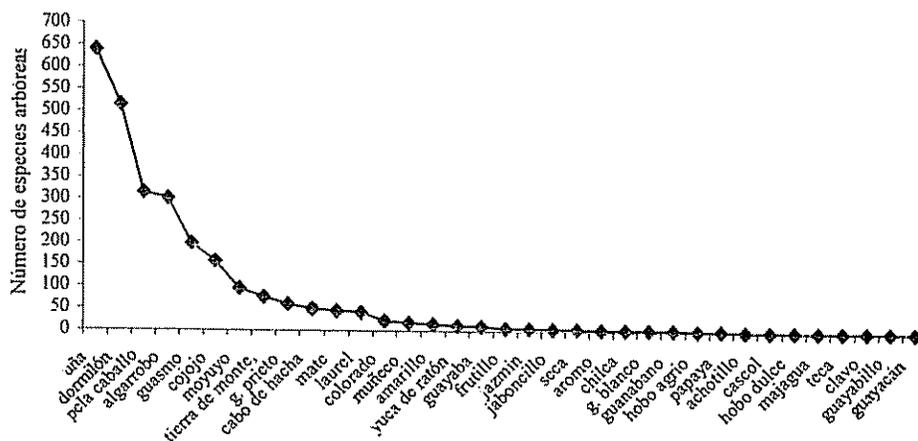


Figura 11. Ranking de abundancia de las especies arbóreas < a 50 cm de altura presentes en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. Los nombres técnicos ver en Anexo 2.

Cuadro 18. Especies más comunes encontradas con altura <50 cm en áreas maiceras de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador. En orden a su abundancia.

| Especie | Nombre común | Familia | Número de individuos | % |
|-----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------|------|
| <i>Bauhinia aculeata</i> | Uña | Fabaceae/Caesalpinoideae | 640 | 24,2 |
| <i>Cojoba arborea</i> | Dormilón | Fabaceae/ Mimosoideae | 515 | 19,4 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | Pela caballo | Fabaceae/ Mimosoideae | 315 | 11,9 |
| <i>Prosopis spp</i> | Algarrobo | Fabaceae/ Mimosoideae | 302 | 11,4 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | Guasmo | Sterculiaceae | 198 | 7,4 |
| <i>Acnistus arborescens</i> | Cojojo | Solanaceae | 157 | 5,9 |
| <i>Cordia lutea</i> | Moyuyo | Boraginaceae | 95 | 3,5 |
| <i>Pithecellobium dulce</i> | Tierra de monte, espino, o porotillo | Fabaceae/ Mimosoideae | 76 | 2,8 |
| <i>Albizia guachapele</i> | Guachapeli prieto | Fabaceae/ Mimosoideae | 60 | 2,2 |
| <i>Machaerium millei</i> | Cabo de hacha | Fabaceae | 50 | 1,8 |
| Total | 10 | 6 | 2408 | 91,0 |

Las comunidades difirieron entre si, en la diversidad de especies en latizales bajos presentes (Shannon $F_{7,52} = 7,4$ $P < 0,0001$; y Simpson $F_{7,52} = 61,4$ $P < 0,0001$). La comunidad de Chavela fue más diversa en especies con altura < 50 cm, aunque estadísticamente igual a la comunidad de Pechichal y diferente del resto de comunidades. La comunidad de La Guayas fue la de menor diversidad (Cuadro 19).

Cuadro 19. Promedio y desviación estándar de los índices de diversidad de Shannon y Simpson para las especies < 50 cm de altura.

| Comunidad | Índices | |
|-----------|----------------|----------------|
| | Shannon | Simpson |
| Chavela | 2,10 (0,39) a | 0,14 (0,03) e |
| Pechichal | 1,80 (0,26) ab | 0,18 (0,03) de |
| Miramar | 1,74 (0,28) b | 0,58 (0,11) a |
| El Cerezo | 1,71 (0,18) b | 0,22 (0,02) cd |
| Matapalo | 1,61 (0,24) b | 0,26 (0,05) c |
| Cianaga | 1,60 (0,25) b | 0,25 (0,03) c |
| Montañita | 1,59 (0,29) b | 0,26 (0,04) c |
| La Guayas | 1,14 (0,13) c | 0,42 (0,004) b |

La comparación entre la densidad y riqueza de especies adultas, latizales y latizales bajos demuestra la existencia de una buena regeneración natural. La densidad arbórea era mayor en los latizales bajos ($196,7 \pm 254,9$ árboles ha^{-1}) y latizales ($190,7 \pm 208,1$ árboles ha^{-1}) que en los fustales ($11,3 \pm 9,2$ árboles ha^{-1}) debido posiblemente a la mortalidad de las especies o al manejo de la parcela por parte del productor. Sin embargo, el número de especies total era mayor en los fustales (58 especies) que en la regeneración natural porque los productores estaban sembrando algunas especies frutales y/o maderables. (Cuadro 20, Figura 12).

Siete especies arbóreas fueron las de mayor densidad promedio en las tres edades y en todas ellas existía una alta densidad arbórea en regeneración natural y muy pocas árboles adultos. Los productores estaban eliminando las especies que no son útiles como *B. aculeata*, *C. arborea*, *A. arborescens* y *L. trichodes*, dejando las especies que mayores usos y beneficios le dan como *Prosopis* spp, *G. ulmifolia* y *C. alliodora* (Cuadro 21; Figura 12).

Cuadro 20. Riqueza y densidad de árboles en latizal bajo, latizal y fustales en áreas maiceras.

| | Latizal bajo | Latizal | Fustales |
|---|----------------|----------------|-------------|
| Número de especies total | 35 | 40 | 58 |
| Densidad de árboles ha ⁻¹ (SD) | 196,7 (±254,9) | 190,7 (±208,1) | 11,3 (±9,2) |

Cuadro 21. Especies más comunes en base a su abundancia en latizal bajo, latizal y fustales

| Especie | Latizal bajo | Latizal | Fustales |
|-----------------------------|--------------|---------|----------|
| <i>Bauhinia aculeata</i> | 640 | 629 | 2 |
| <i>Cojoba arborea</i> | 515 | 142 | 3 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | 315 | 230 | 66 |
| <i>Prosopis</i> spp | 302 | 71 | 364 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 198 | 531 | 267 |
| <i>Acnistus arborescens</i> | 157 | 162 | 3 |
| <i>Cordia lutea</i> | 95 | 113 | 7 |
| <i>Pithecellobium dulce</i> | 76 | 60 | 0 |
| <i>Albizia guachapele</i> | 60 | 68 | 85 |
| <i>Machaerium millei</i> | 50 | 99 | 14 |
| <i>Cordia alliodora</i> | 13 | 114 | 99 |
| <i>Mauria heterophylla</i> | 0 | 59 | 0 |
| <i>Sesbania brenninohii</i> | 13 | 53 | 6 |

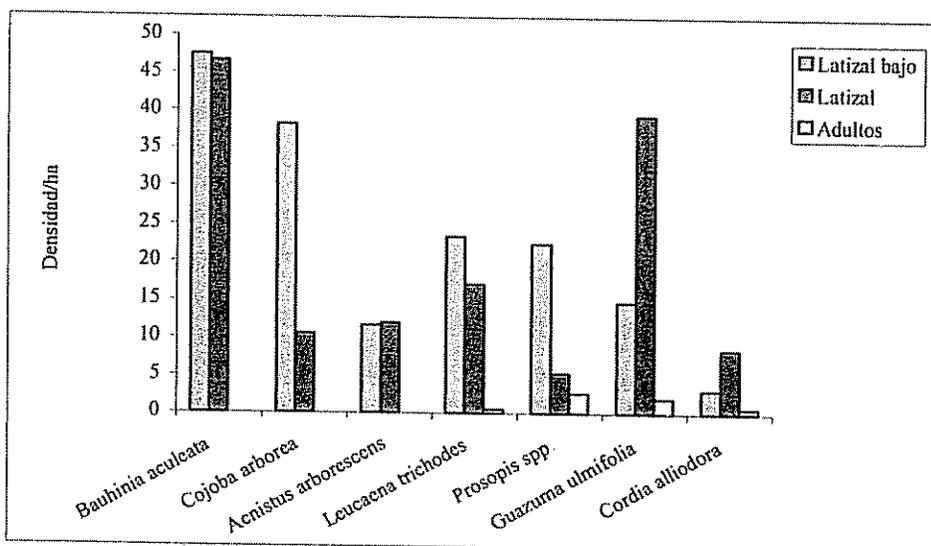


Figura 12. Especies arbóreas presentes como adultas, latizales y latizales bajos.

4.2. Análisis socioeconómico

4.2.1. El productor y su familia

El productor de maíz con árboles dispersos en la Cuenca del Río Carrizal presentó una edad media de 45,6 años ($\pm 14,04$), con un rango entre 26 a 72 años, Los productores han vivido la mayoría de sus vidas en la zona, con un promedio de 39,8 años ($\pm 17,1$) en la zona. El nivel de educación de los finqueros es bajo; el 21% no ha recibido educación y el 19% no ha terminado la primaria, el 43% ha terminado la primaria, el 11% ha terminado la secundaria y solamente el 6% tiene estudios superiores.

La agricultura y ganadería son las dos actividades principales de los agricultores. El 57,4% de los agricultores tiene como actividad única a la agricultura, y el 25,9% de los productores se dedican a la ganadería y actividades agrícolas. Muy pocos productores (3,7%) se dedican a actividades fuera de la finca (Cuadro 22).

Cuadro 22. Actividad principal y secundaria de los agricultores, según la opinión de los productores de la zona de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador (n=54 productores).

| Actividad principal | Actividad Secundaria | Número de productores | % |
|---------------------|----------------------|-----------------------|------|
| Agricultura | No tiene | 31 | 57.4 |
| | Agricultura | 1 | 1.8 |
| | Ganadería | 6 | 11.1 |
| | Otros* | 4 | 7.4 |
| Ganadería | No tiene | 1 | 1.8 |
| | Agricultura | 8 | 14.8 |
| | Otros* | 1 | 1.8 |
| Otros* | Agricultura | 2 | 3.7 |

* Comercio, educadores

El 70% de los productores trabajaba únicamente en sus fincas; los otros 30% realizaba trabajo asalariado en fincas cercanas a sus propiedades. Sin embargo, las fincas como tal no cubrían con el sustento total de la familia campesina, y el 59% de los productores debían hacer trabajar a sus hijos (hombres) como jornaleros en propiedades de la zona para apoyar a la familia. Estos hijos ayudan en las actividades agrícolas de la finca en la tarde.

La tenencia de la tierra en la zona está distribuida de diversas maneras: 62,9% de los productores son dueño de la tierra, 14,8% tiene parcelas alquiladas, 12,9% de los productores cultivan la propiedad de un familiar, 5,5% de los agricultores están cuidando la tierra de propietarios que no residían en la zona y el restante (3,7%) tenía en sociedad o a cambio de parte de la producción de maíz.

4.2.2. Características de las fincas

El tamaño promedio total de las fincas fue de 14,2 ha ($\pm 16,6$), donde 53 de las 54 fincas eran dentro del rango de 2 a 40 ha. Hubo una finca que tenía 110 ha, la cual fue excluida de algunos análisis por ser atípica.

Las fincas presentaron varios usos del suelo (maíz, pastos, rastrojal, otros cultivos de ciclo corto, café, cacao, musaceas, caña y bosque). El 46,1% de la superficie total de las fincas son sembrada de maíz con árboles dispersos, el 19% del área está cubierta con pasto saboya (*Panicum maximum*), el 18,4% está en rastrojal, un 6,5% está sembrada con otros cultivos anuales (*Oriza sativa*, *Arachis hipogaea*, *Manihot sculenta*, *Vigna unguiculata*), un 5,2% con otros usos (Musaceas, cacao, café y caña) y el 2,6% está en bosques, Las áreas de rastrojal tenían un promedio de 2,3 ha $\pm 4,4$ (Cuadro 23).

Cuadro 23. Área promedio y total por finca y área total de los diferentes usos del suelo, en orden de importancia (n= 53 fincas) desviación estandar en paréntesis.

| Usos del suelo | Área promedio (ha) | Área total (ha) | % del área total |
|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|
| Maíz** | 5,9 (5,7) | 305,7 | 46,1 |
| Pastos | 2,4 (5,1) | 126,2 | 19 |
| Rastrojal | 2,3 (4,4) | 122 | 18,4 |
| Cultivos anuales | 0,8 (0,8) | 43,1 | 6,5 |
| Otros usos | 0,7 (1,9) | 34,9 | 5,2 |
| Bosques | 0,3 (1,7) | 17,5 | 2,6 |
| Total finca | 12,5 (10,1) | 661,9 | 100 |

* Cultivos permanentes (musaceas, café, cacao y caña de azúcar)

** En promedio había 4,9 parcelas de maíz por finca

El maíz está presente en el 100% de las fincas, maní en 76%, rastrojal en 56% y arroz en 54%. Solamente un 26, 20, 19 y 7% de las fincas tenía yuca, pastos, musaceas y café con cacao respectivamente, y un 4% tenía bosque (Figura 13). Los cultivos (maní, yuca, musaceas, caupí, haba pallar, maracuya, tomate y pimiento) son transitorios, sembrados en pequeña escala, durante la época lluviosa, y formaban parte de la dieta diaria de los productores.

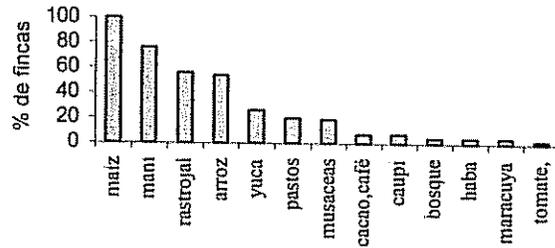


Figura 13. Porcentaje de fincas con los diferentes usos del suelo (n= 54 productores).

Todas las fincas encuestadas tenían animales domésticos. Las gallinas se encontraban en las 53 fincas, seguido de los cerdos que estaban presentes en 50 fincas, los burros en 39 fincas, caballos en 25 propiedades, ganado en 23 y otros animales menores como patos y palomas en 13 fincas. Las gallinas eran importantes en todas las fincas. Su cría es una actividad propia de las mujeres, destinadas al autoconsumo y venta, y cubre en parte las demanda de proteína animal de la familia. Los cerdos son destinados exclusivamente para la venta y generalmente se encontraban en números bajos en cada finca (2 a 3 cerdos/finca). Los caballos y burros son mantenidos en promedio de 1,9 y 1,5/finca respectivamente. Generalmente son usados como medio de transporte de personas, carga y acarreo de agua y leña para el hogar.

4.2.3. Cultivo de maíz

Las fincas maiceras presentaban un tamaño promedio de 12,5 ha ($\pm 10,1$), de las cuales el área total de maíz tenía en promedio 5,9 ha ($\pm 5,7$) por finca. Cada finca tenía un promedio de 4,9 parcelas de maíz (rango de 1 a 11 parcelas) con un promedio de 2,5 ha por parcela (Cuadro 23).

Se encontró una gran variabilidad de variedades e híbridos de maíz sembrados en las fincas. El 53,7% correspondían a híbridos obtenidos varios años atrás (INIAP 551 18,5%, Pacific 9205 13%, Triple 8 11,1%, Brasilia 7,4%, desconocidos 3,7%), un 25,9% a la variedad INIAP 526 y el restante 20,4% a mezclas entre híbridos y variedades criollas y/o mejoradas. Es importante señalar que el 75% de los productores utiliza semilla obtenida en sus campos o de vecinos; las mismas eran sembradas de dos a cuatro generaciones, y en algunos casos, hasta ocho años seguidos. La densidad promedio de siembra fue de 52570 plantas/ha (± 9864) con un rango de 25000 a 71428 plantas/ha, tanto para las áreas con y sin árboles dispersos (Cuadro 24).

Cuadro 24. Híbridos y variedades de maíz sembrado con árboles dispersos, según opinión de los productores (n=53 productores)

| Híbridos | % de productores |
|--|------------------|
| INIAP 551 | 18,5 |
| Pacific 9205 | 13,0 |
| Triple 8 | 11,1 |
| Brasilia | 7,4 |
| No identificados | 3,7 |
| Total híbridos | 53,7 |
| Variedad | |
| INIAP 526 | 22,2 |
| Criolla | 3,7 |
| Total variedades | 25,9 |
| Mezcla de híbridos y variedades | 20,4 |

El 76% de los productores no sabía si existían variedades o híbridos de maíz que produzcan bien junto a los árboles; solamente el 24% de los agricultores mencionaron que estaban sembrando variedades e híbridos de maíz que producían bien en mezcla con los árboles. Ocho productores sembraban variedades e híbridos del INIAP como INIAP 526 e INIAP H-551, cuatro sembraban híbridos desarrollados por la empresa privada (Brasilia, Pacific 9205, Triple 8) y 1 productor usaba una mezcla de variedades e híbridos procedentes del INIAP y empresas privadas.

4.2.4. Manejo de los maizales

El manejo que se realiza en los maizales con árboles dispersos consiste básicamente de ocho actividades, cinco relacionadas con el manejo del maíz (siembra, manejo de malezas, manejo de insectos-plagas, fertilización y cosecha), una hacia los árboles (poda y desrame) y dos de acondicionamiento del lote de maíz a ser sembrado (ingreso de ganado y roza, amontona y quema de rastrojo (Cuadro 25). Generalmente la primera actividad del maíz al inicio del año es la siembra, que es realizada aproximadamente entre el 15 de enero al 15 de febrero, aprovechando las primeras lluvias y disponibilidad de mano de obra en la zona. Inmediatamente después de la siembra es realizado el manejo de malezas con herbicidas pre y post-emergentes. Los productos más usados según los productores son paraquat, glifosato, atrazina y amina. Se encontraron nueve combinaciones de estos herbicidas donde el paraquat en mezcla con uno (42,6%) o dos (27,7%) herbicidas fueron los más utilizados (Figura 14).

Cuadro 25. Calendario de actividades en la parcela de maíz con árboles dispersos en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador.

| Actividad | Meses | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
| Maíz | | | | | | | | | | | | |
| Siembra | — | | | | | | | | | | | |
| Manejo de malezas | — | | | | | | | | | | | |
| | Químico | — | | | | | | | | | | |
| Manual | — | | | | | | | | | | | |
| Manejo de insectos plagas | — | | | | | | | | | | | |
| Fertilización | — | | | | | | | | | | | |
| Cosecha | — | | | | | | | | | | | |
| Árbol | | | | | | | | | | | | |
| Poda y desrame | — | | | | | | | | | | | |
| Manejo de la regeneración natural | — | | | | | | | | | | | |
| Rastrojos | | | | | | | | | | | | |
| Consumo del ganado | — | | | | | | | | | | | |
| Roza, amontona y quema | — | | | | | | | | | | | |

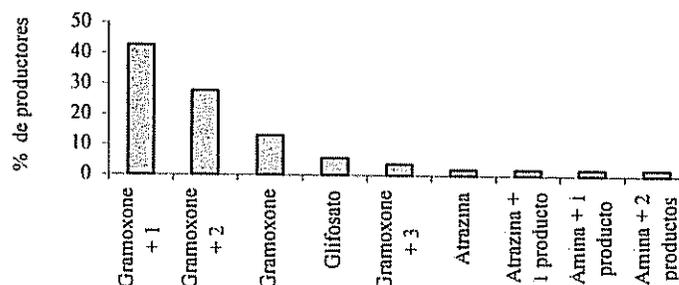


Figura 14. Herbicidas usados en el cultivo de maíz con árboles dispersos.

Todos los productores aplican herbicidas al inicio de la siembra y un 70% de ellos continuaba con una aplicación de herbicida dirigida a las malezas, a los 35 días de edad del cultivo. El 44% de los productores realiza deshierbe mecánico con machete en sus parcelas. La tendencia de los productores a usar más herbicidas se debía principalmente a las facilidades con que son controladas las malezas durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

El 72% de los productores aplican insecticidas durante el desarrollo del cultivo. *Spodoptera frugiperda* fue la plaga más controlada con 25,9% de los productores realizando control (Figura 15). El 14,8% de los agricultores realizan controles de *Phylophaga* spp y *S. frugiperda*. La mayoría de los agricultores aplican insecticidas fosforados (33,3%), el 18,5% aplican insecticidas piretroides y el 16,6% aplican mezcla de piretroides con fosforados. El 37% de los productores aplican insecticida una sola vez durante el desarrollo del cultivo; otros aplican dos veces (26%), algunos tres veces (7%) y muy pocos (2%) cuatro veces.

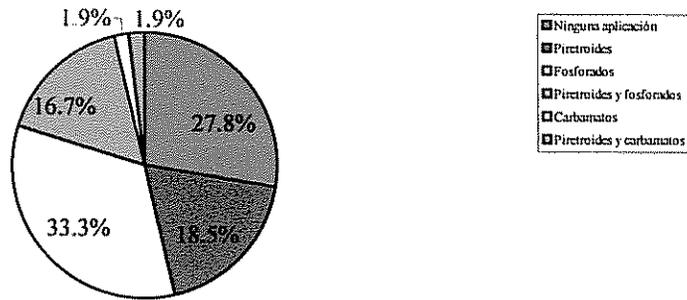


Figura 15. Porcentaje de agricultores que aplican insecticidas en el cultivo de maíz con árboles dispersos.

Todos los productores fertilizan al maíz. El 77,8% aplica fertilizantes dos veces durante el desarrollo del cultivo, el 16,6% tres veces, el 3,7% una vez y el restante 1,9% cuatro veces. Los intervalos de aplicaciones realizadas eran de 15 a 20 días, donde la última aplicación era cercana o durante la época de floración masculina del maíz. El producto más usado fue la urea (90,7% de los agricultores). El 3,7% de los maiceros usaba abono orgánico (humus de lombriz) y el 5,6% usaba urea y humus de lombriz.

La recolección del grano fue en forma manual y fue la última actividad realizada en el cultivo de maíz. Según los productores, el rendimiento anual del maíz en años anteriores varió entre 28 y 85 qq/ha entre cada finca, con un promedio de 48,2 qq/ha ($\pm 14,1$). El 98% de los productores está vendiendo una parte de la cosecha y dejando otra parte para consumo de los animales de la fincas; el restante 2% de los productores dejaba toda su cosecha de maíz para criar y vender animales. En términos generales, el 60,8% ($\pm 22,3$) del grano de maíz cosechado fue vendido, el 0,6% ($\pm 1,7$) era consumido en fresco y el restante 38,4% ($\pm 22,2$) era destinado para alimentación de aves y cerdos.

Había mucha variabilidad en el patrón de siembra y descanso de la parcela de maíz. El 20,3% de los productores siembran en la misma parcela por un mínimo de dos años, seguidos antes de dejar la tierra en descanso. El 33,3% de los productores está sembrando tres años seguido; muy pocos siembran entre los cuatro y cinco años. El 37% de los agricultores siembra seis años seguido en la misma parcela antes de dejarla en descanso (Figura 16).

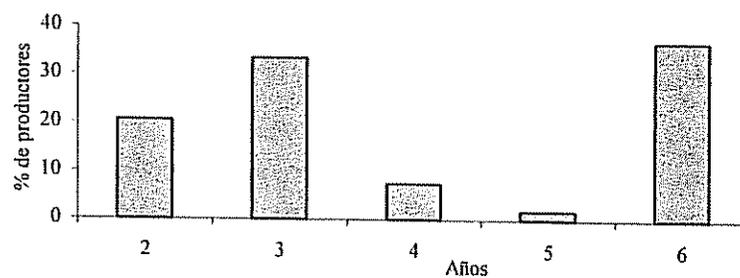


Figura 16. Número de años sembrados con maíz en la misma parcela con árboles dispersos.

Los rastrojos del maíz en estas comunidades son un producto importante, o para la alimentación animal o para disponer de un ingreso extra por su venta. El 72% de los productores usan los rastrojos para consumo de sus propios animales, un 17% de los agricultores prefiere venderlos a \$ 20,00 (EEUU) por cabeza de ganado por mes, el 9% prefiere dejarlos en el campo y el restante 2% prefiere quemarlos inmediatamente cosechado el maíz.

Cincuenta y dos de los 53 agricultores queman los residuos de cosecha al final de la época seca después de la entrada del ganado a la parcela. Los productores opinan que es bueno quemar para dejar el terreno limpio y facilita la siembra y otras labores culturales. Además se evita así el daño de roedores e insectos cortadores al maíz.

4.2..5. Componente arbóreo de las parcelas de maíz

El 80% de los productores indicó que los árboles presentes en sus parcelas de maíz nacieron solos, es decir, forman parte de la regeneración natural de cada lote. Solamente el 13% de los finqueros estaban sembró o transplantó especies maderables como *C. paraense*, *C. alliodora*, *Prosopis* spp, *T. guayaensis*, *T. grandis*, *Schizolobium parahyba*, *A. indica*, *A. guachapele* y *Swietenia macrophylla*. El 7% de los agricultores mencionó que sembró especies frutales como *C. limon*, *C. reticulata*, *C. sinensis*, *Phyllanthus acidus*, *Inga* spp, *Pouteria* sp y *T. indica*. Generalmente estas especies son sembradas en los extremos de las parcelas y en el caso de los frutales se encontraron en el área de la parcela más cercana a la casa.

Los agricultores reportaron 23 especies de árboles más comúnmente utilizado. Estos incluían dos usos directos como la madera y leña, y dos beneficios como abono al suelo y alimento al ganado. Trece

especies arbóreas son usadas como maderables, 18 como leña, 10 especies sirven como abono del suelo y 6 como alimento del ganado (Cuadro 26). De las especies reportadas, ocho pueden ser consideradas como especies de uso múltiples al tener tres o cuatro de los beneficios mencionados: *A. guachapele*, *Prosopis* spp, *C. alliodora*, *C. paraense*, *V. Gigantea*, *M. indica*, *L. trichodes* y *G. ulmifolia*.

Los productores no tienen mucha conciencia de cómo su manejo del maíz afecta a los árboles presentes. El 81% de los productores mencionó no haber visto ningún efecto de los herbicidas hacia los árboles; mientras que el restante 19% de los entrevistados dijo que los herbicidas aplicados producen daño a los árboles. El 46% de los entrevistados mencionó no haber visto ningún efecto de la quema hacia los árboles, el 28% indicó que los árboles se azotan y mueren, y el restante 26% de los agricultores, opinó que solo se azotaban sus ramas y tallos.

Cuadro 26. Especies arbóreas usadas para madera, leña, abono del suelo y alimento del ganado presentes en el cultivo de maíz, según los productores de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.

| Especie | Nombre común | Madera | Leña | Abono del suelo | Alimento del ganado |
|---------------------------------|----------------------------|--------|------|-----------------|---------------------|
| <i>Albizia guachapele</i> | Guachapelfi prieto | x | x | x | |
| <i>Azadirachta indica</i> | Neem | | x | | |
| <i>Bauhinia aculeata</i> | Uña | | x | x | |
| <i>Centrolobium paraense</i> | Amarillo | x | x | x | |
| <i>Cordia alliodora</i> | Laurel | x | x | x | |
| <i>Cupania cinerea</i> | Achotillo | | x | | |
| <i>Geoffroea spinosa</i> | Seca | x | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | Guasmo | | x | x | x |
| <i>Inga spectabilis</i> | Guaba | | x | | |
| <i>Leucaena trichodes</i> | Pela caballo | x | x | x | x |
| <i>Machaerium millei</i> | Cabo de hacha | x | | x | |
| <i>Malpighia pumicifolia</i> | Cerezo | | x | | |
| <i>Mangifera indica</i> | Mango | x | x | | x |
| <i>Mauria heterophylla</i> | Colorado | | x | | |
| <i>Muntingia calabura</i> | Frutillo | x | x | | |
| <i>Ochroma pyramidale</i> | Balsa | x | | | |
| <i>Pithecellobium dulce</i> | Tierra de monte, porotillo | | | x | |
| <i>Prosopis</i> spp | Algarrobo | x | x | x | x |
| <i>Psidium guajava</i> | Guayaba | | x | | x |
| <i>Schizolobium parahyba</i> | Pachaco | x | | | |
| <i>Sikincia</i> sp | Mangle | | x | | |
| <i>Triplaris guayaquilensis</i> | Mojin o Fernán Sánchez | x | x | | |
| <i>Vitex gigantea</i> | Pechiche | x | x | x | x |

Los productores no tienen mucha conciencia de cómo su manejo del maíz afecta a los árboles presentes. El 81% de los productores mencionó no haber visto ningún efecto de los herbicidas hacia los árboles; mientras que el restante 19% de los entrevistados dijo que los herbicidas aplicados producen daño a los árboles. El 46% de los entrevistados mencionó no haber visto ningún efecto de la quema hacia los árboles, el 28% indicó que los árboles se azotan y mueren, y el restante 26% de los agricultores, opinó que solo se azotaban sus ramas y tallos.

Todos los productores realizan algún tipo de manejo (poda, desrame o poda y desrame) a los árboles. Estas actividades son realizadas en dos épocas: en la época seca (noviembre a diciembre) se realiza podas y desrame de los árboles; en febrero y marzo, a los árboles se aplican desrames leves, coincidiendo con el manejo de malezas o fertilización del maíz. Según los productores, veintidós especies arbóreas son podadas y/o desramadas. Para la mayoría de los productores *G. ulmifolia* (98,1%) y *Prosopis* spp (64,1%) son las especies más comunes a ser manejadas. Veinte y ocho productores podan *G. ulmifolia*, 22 los desramaba y dos agricultores podan y desraman a esta especie. Treinta y un productores desraman a *Prosopis* spp, dos lo podan y un productor poda y desrama.

Las fincas tienen una densidad promedio fue de 11,4 ($\pm 9,2$) árboles por hectárea (rango de 1 a 24 árboles por finca). En general las fincas tienen pocos árboles por hectárea, independientemente de la superficie de la parcela de maíz (Figura 17). El área total con maíz y el área total de la finca presentan una distribución uniforme del número de árboles/ha (Figura 18 y 19).

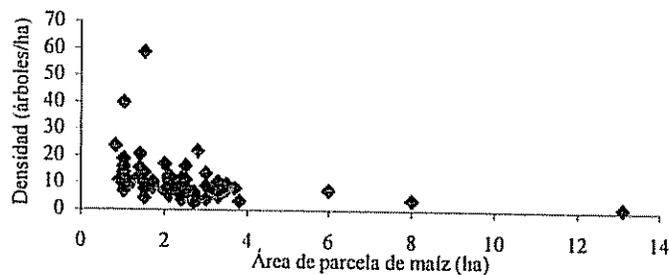


Figura 17. Relación entre la densidad y el área de la parcela de maíz.

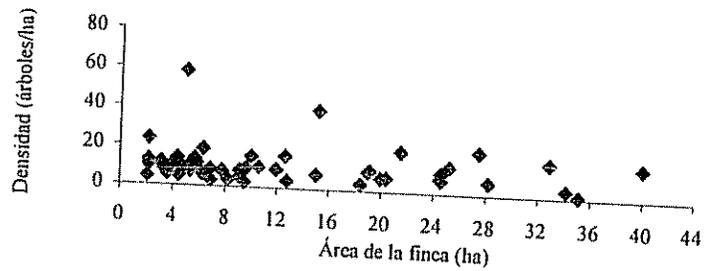


Figura 18. Relación entre la densidad y el área de la parcela de maíz.

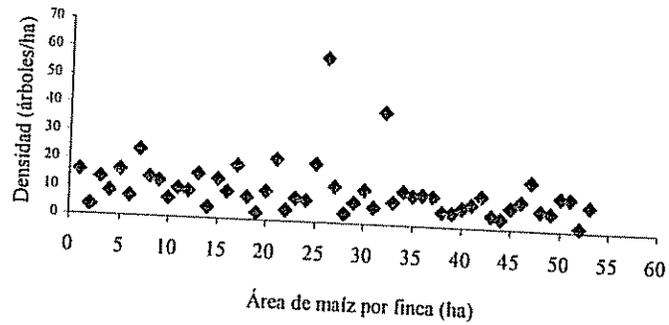


Figura 19. Relación entre la densidad y el área por finca.

Las fincas tuvieron una cobertura arbórea promedio de 3,5% ($\pm 2,4$). En general, las fincas tienen poca cobertura bien distribuida en todas las parcelas. Las tres parcelas de maíz con mayor superficie de siembra presentaron un bajo porcentaje de cobertura arbórea, pero no hubo clara relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el tamaño de la parcela (Figura 20). La cobertura arbórea en toda el área con maíz y total de la finca fue baja y se distribuyó en forma uniforme (Figuras 21,22).

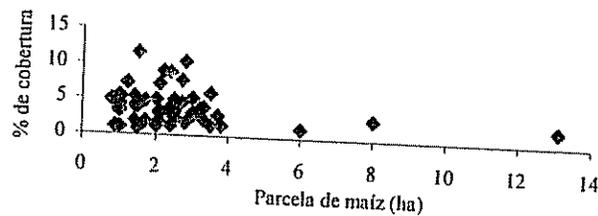


Figura 20. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el área de la parcela de maíz.

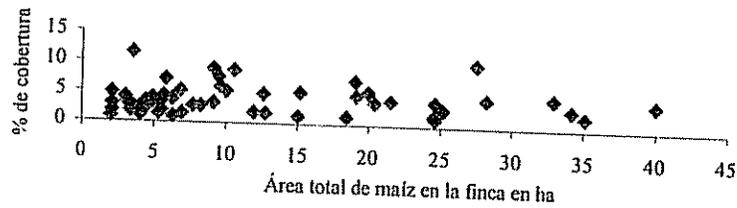


Figura 21. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el área con maíz de la finca.

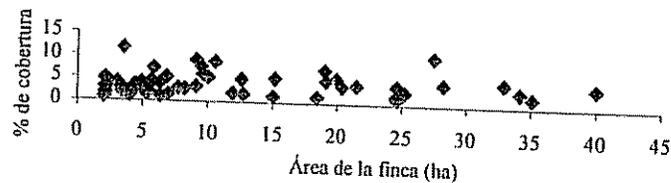


Figura 22. Relación entre el porcentaje de cobertura arbórea y el área total de la finca.

4.2.6. Beneficios y desventajas del sistema de maíz con árboles dispersos

La mayoría de los productores maiceros reconocen que los árboles dispersos ofrecen tanto beneficios como limitantes para la producción de maíz. En total mencionaron 11 aspectos positivos de tener árboles en fincas maiceras. Estos incluyen la provisión de servicios y la provisión de productos (Cuadro 27). Las ventajas más mencionadas fueron la producción de madera (67,9% de los productores) y la producción de leña (60,3% de los productores). La sombra a las personas (28,3% de los productores), alimento de ganado (24,5% de los productores) y sombra a los animales (22,6% de los productores) tenían mediana importancia. Las demás razones fueron de menor importancia.

Los agricultores no tienen un conocimiento claro del efecto de los árboles sobre las plagas del maíz. El 59,2% indica que la distribución de los insectos plagas en el terreno es homogénea; sin embargo, el 20,4% indica tener más problemas de insectos plagas lejos de los árboles, el 13% indica tener más problemas cerca de los árboles y el restante 7,4% indica no conocer donde hay más problemas (Figura 23).

árboles fue el aspecto positivo más mencionado por 38 productores, 21 mencionaron la poca sombra al maíz, 10 mencionaban la poca sombra al cultivo y 9 que mantenían la humedad del suelo; los restantes aspectos fueron poco mencionados. *Prosopis* spp fue la especie más mencionada como una especie compatible con el maíz (62 veces mencionada), seguida por *C. alliodora* y *A. guachapele*, cada una con 13 opiniones. Las restantes especies tuvieron pocas opiniones positivas.

Prosopis spp fue indicada como una especie compatible con el maíz dado que permite una buena producción del maíz, da poca sombra al tener hojas pequeñas que se caen y abona el suelo. Por lo tanto, es la especie preferida por los productores para dejar dentro de los campos de cultivos. *S. parahyba*, *L. trichodes*, *C. paraense*, *M. calabura*, *G. ulmifolia*, y *C. cinerea* también fueron indicadas como compatibles con el maíz; y de *C. vitifolium*, el aspecto positivo fue la poca sombra que da al cultivo, principalmente cuando es adulto.

Cuadro 28. Especies arbóreas y aspectos positivos al estar junto al maíz, según opinión de los productores. Los números representan el número de productores que informo del aspecto positivo de la especie (en base a 54 productores).

| Especies | Buena producción de maíz | Dan poca sombra al maíz | Abonan el suelo | Mantienen la humedad del suelo | Rápido crecimiento del maíz | Cuando están altos, el maíz produce bien | Árboles crecen rectos | Se desfolian | Ocupan poco espacio | Rafz profunda | Total de opiniones/especie |
|--|--------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------------|--|-----------------------|--------------|---------------------|---------------|----------------------------|
| <i>Prosopis</i> spp | 21 | 15 | 11 | 4 | 1 | | | 9 | | 1 | 62 |
| <i>Cordia alliodora</i> | 2 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 3 | 1 | 1 | | 13 |
| <i>Albizia guachapele</i> | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | | | | 13 |
| <i>Schizolobium parahyba</i> | 2 | | 1 | 1 | | | | | | | 4 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | 2 | 1 | | | | | 1 | | | | 4 |
| <i>Centrolobium paraense</i> | 1 | | | | | 1 | | | | | 2 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| <i>Cupania cinerea</i> | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 2 | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Muntingia calabura</i> | 2 | | | | | | | | | | 1 |
| Total de opiniones/ aspectos positivos | 38 | 21 | 14 | 9 | 2 | 3 | 5 | 10 | 1 | 1 | |

* Las opiniones pueden ser > 54, debido a que los productores mencionaban más de un aspecto positivo.

Los agricultores maiceros mencionaron 26 especies arbóreas que afectan negativamente la producción del maíz. Las desventajas más mencionadas fueron el exceso de sombra (94,3% de los productores), el resecaimiento del suelo (58,4% de los productores) y el poco rendimiento del maíz (52,8% de los productores). Las demás razones fueron de menor importancia. Trece especies (*G. ulmifolia*, *L. trichodes*, *M. calabura*, *S. mombin*, *C. alliodora*, *A. guachapele*, *A. arborescens*, *M. indica*, *V. baccharoides*, *C. paraense*, *C. lutea*, *C. coriaria* y *B. aculeata*) tuvieron entre tres a seis aspectos

negativos (Cuadro 29). Es importante resaltar que ocho de las 10 especies con aspectos positivos también están incluidas dentro del grupo de especies menos compatibles al maíz; indicando que no hubo un consenso claro sobre el efecto de estos árboles sobre el maíz.

Cuadro 29. Especies arbóreas menos compatibles con el maíz, según opiniones de los productores. (n=53). Los valores representan el número de productores que informo del aspecto negativo. Las especies en negritas fueron mencionadas como compatibles al maíz.

| Especies | Dan mucha sombra | Resecan la tierra | Poco rendimiento | Ramean mucho | Poco desarrollo vegetativo | Goteo a la planta | Total aspectos negativos por especie |
|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------|----------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | 21 | 2 | 3 | 5 | 2 | 1 | 34 |
| <i>Leucaena trichodes</i> | 3 | 8 | 3 | 2 | 1 | | 17 |
| <i>Muntingia calabura</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 6 |
| <i>Spondias mombin</i> | 2 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| <i>Cordia alliodora</i> | 2 | | 1 | | 1 | 1 | 5 |
| <i>Albizia gunchapele</i> | 2 | 1 | 1 | | 1 | | 5 |
| <i>Acnistus arborescens</i> | 2 | 1 | 1 | 1 | | | 5 |
| <i>Mangifera indica</i> | 3 | | 1 | 1 | | | 5 |
| <i>Vernonia baccharoides</i> | 1 | 1 | 1 | | | | 3 |
| <i>Centrolobium paraense</i> | 3 | 4 | 1 | | | | 8 |
| <i>Cordia lutea</i> | 1 | | 2 | 2 | | | 5 |
| <i>Caesalpinia spp</i> | 1 | 5 | 2 | | | | 8 |
| <i>Bauhinia aculeata</i> | 2 | 1 | 2 | | | | 5 |
| <i>Cochlospermum vitifolium</i> | | | 1 | | 1 | | 2 |
| <i>Terminalia catappa</i> | | | 1 | | 1 | | 2 |
| <i>Pithecellobium spp</i> | 1 | | 1 | | | | 2 |
| <i>Malpighia puniceifolia</i> | 1 | | 3 | | | | 4 |
| <i>Geoffroea spinosa</i> | | 4 | 1 | | | | 5 |
| <i>Azadirachta indica</i> | 1 | | | 1 | | | 2 |
| <i>Vitex gigantea</i> | 1 | 1 | | | | | 2 |
| <i>Tectona grandis</i> | | 1 | | | | | 1 |
| <i>Bixa orellana</i> | 1 | | | | | | 1 |
| <i>Sesbania brenninohii</i> | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Ochroma pyramidale</i> | | | | | | 1 | 1 |
| <i>Prosopis spp</i> | | 1 | | | | | 1 |
| <i>Pithecellobium dulce</i> | | | 1 | | | | 1 |
| Total de opiniones del productor | 50 (94,3) | 31 (58,4) | 28 (52,8) | 14 (26,4) | 9 (16,9) | 5 (9,4) | |

El cultivo de maíz en la zona puede desarrollarse bajo dos sistemas de producción: sin árboles y con árboles y los productores tienen una clara concepción de cual sistema es más apropiado bajo diferentes condiciones climáticas. En total, los productores mencionaron 10 razones para cultivar el maíz sin

árboles. Entre las más importantes están la competencia por agua en inviernos secos (51% de los productores) y el poco desarrollo del maíz cerca del árbol en inviernos lluviosos (19% de los productores). Las restantes razones fueron de menor importancia (Cuadro 30).

En contraste, las razones para cultivar maíz con árboles están orientadas a la función de protección del suelo y cultivo (Cuadro 30). En inviernos secos los árboles sirven para mantener la humedad del suelo (34% de los productores) y en inviernos lluviosos la presencia de los árboles reduce la erosión del suelos y produce poco efecto al cultivo (23 y 13% de los productores respectivamente).

En inviernos secos los productores (opinión del 51% de ellos) tratan de minimizar la competencia por agua entre árbol y maíz al tener sus cultivos sin árboles; sin embargo, el 34% de los productores indicaron que los árboles mantienen la humedad del suelo, sobretodo cuando los campos de cultivos están con *Prosopis* spp. Además indicaron que las mejores producciones del maíz se obtienen bajo estas condiciones.

Dentro de las limitantes para tener árboles dentro del cultivo en inviernos lluviosos, están los daños físicos que estos producen hacia el maíz: el goteo a la planta, la poca entrada de luz y el desgaje de ramas de los árboles. Pero a la vez, los productores tienen sus razones para mantener a los árboles, principalmente para proteger al cultivo de los vientos, reduciendo la caída de plantas que acame y eliminar el exceso de agua del suelo, con lo cual se aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes por la planta.

4.3. Tipología de los productores maiceros

Para determinar si existen diferentes tipos de productores en la zona y si existen factores socioeconómicos relacionados entre la densidad y composición de los árboles dispersos, se realizó un análisis de conglomerados utilizando el método de variancia mínima de Ward (1963) y la prueba de pseudo t^2 (Anexo 9). En este análisis se incluyó 53 fincas (excluyendo una finca atípica) y 28 variables: 23 cualitativas y 5 cuantitativas. Se formaron tres grupos (Figura 24), en el primer conglomerado se encontraron 23 fincas, en el segundo 20 fincas y en el tercero 10 fincas. Los tres grupos están representados en todas las comunidades, excepto la comunidad de Montañita en el primer grupo, El Cerezo y La Guayas en el grupo tres. Catorce variables componentes principales explican el 83% de la variabilidad de los datos (Anexo 10).

Cuadro 30. Opinión de los productores de la producción del maíz con árboles y sin árboles en inviernos secos y lluviosos; y razones por las cuales tienen preferencias n=53.

| Sistema | Inviernos | Razones | Número de productores | % del total de productores | |
|----------------------------|-----------|---|-----------------------|----------------------------|-----------|
| Sin árboles | Secos | Competencia por agua | 27 | 51 | |
| | | Competencia por luz | 5 | 9 | |
| | | Desconoce | 1 | 2 | |
| | | | | 33 | 62 |
| | Lluviosos | Goteo daña la planta | 6 | 11 | |
| | | Cultivo recibe más luz | 4 | 7 | |
| | | Maíz no desarrolla cerca del árbol. | 10 | 19 | |
| | | Exceso de humedad en el suelo (pantano) | 2 | 4 | |
| | | Daño al maíz por desgaje de ramas | 1 | 2 | |
| | | Maíz con solo crecimiento vegetativo | 1 | 2 | |
| Malos rendimientos en maíz | | 1 | 2 | | |
| | | | 25 | 47 | |
| Con árboles | Secos | No hay competencia | 2 | 4 | |
| | | Mantiene la humedad del suelo | 18 | 34 | |
| | | | | 20 | 38 |
| | Lluviosos | Reduce la erosión del suelo | 12 | 23 | |
| | | Protege al cultivo del viento | 3 | 6 | |
| | | No compiten por agua | 2 | 4 | |
| | | Producen poco efecto al cultivo | 7 | 13 | |
| | | Eliminan el exceso de agua del suelo | 4 | 7 | |
| | | | 28 | 53 | |

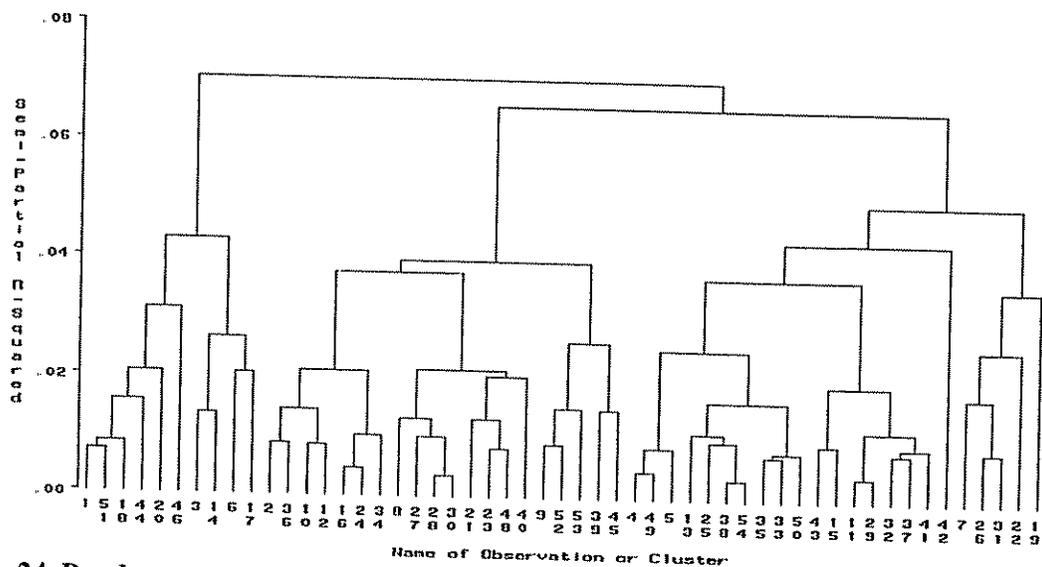


Figura 24. Dendrograma de la clasificación de fincas en base a las variables socioeconómicas y de uso y manejo de los árboles dispersos presentes en las fincas de la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador.

Las variables que más contribuyeron en la distinción entre los grupos fueron tres sociales (la edad, tiempo en la zona y nivel de educación) que explican el 30,3% del total; cuatro socioeconómicas (actividad principal del productor, tenencia de la tierra, área total de la finca y área de la parcela de maíz) que explican el 25,4%; seis de manejo del sistema (preparación del suelo, efecto de quema sobre los árboles, uso del rastrojo, tiempo de ingreso de ganado, sombra a las personas y sombra a los animales) que explican el 24,1%, y una de uso de los árboles que explicó el 3,7%.

El grupo 1 de productores eran los más jóvenes (promedio de 39,3 años), de menor tiempo en la zona que los productores del grupo 2, y con más alto nivel de educación (Cuadro 31). La mayoría eran dueños de sus tierras o trabajaban en fincas de un familiar. El tamaño de las fincas fue similar a los demás grupos, pero tenían mayor área de maíz que los del grupo 2 (pero igual al grupo 3). En promedio tenían igual número de ganado por finca con los demás grupos; sin embargo, el ganado permanece más tiempo en las parcelas consumiendo el rastrojo de maíz que las fincas del grupo 2 (igual al grupo 3).

El grupo 2 eran productores de mayor edad que los otros grupos, con más tiempo en la zona (Cuadro 31). Tenían fincas del mismo tamaño que los otros dos grupos, pero trabajan menos áreas de maíz que los otros dos grupos. La mayoría de las fincas eran propias. El número de cabezas de ganado fue similar a los otros grupos donde el rastrojo era destinado al consumo de los animales de la finca, la venta o sin ninguna utilidad. La preparación del suelo fue con menos ganado que en los otros grupos, el cual permanecía menos tiempo en la parcela y fue diferente a los otros grupos.

El grupo 3 tienen productores jóvenes, con un promedio de 33,3 años en la zona (Cuadro 31). Tienen un área igual que los del grupo 1 dedicados a maíz. Este grupo incluye un alto porcentaje de productores que alquila o cuida fincas; solamente 30% eran dueños de sus parcelas. El número de ganado por finca era similar a los otros grupos, los cuales consumían el rastrojo de maíz y eran usados en la preparación del suelo como los del grupo 1 (diferentes al grupo 2). El tiempo de permanencia en las parcelas de maíz era mayor que el grupo 2 (pero igual al grupo 1).

El componente arbóreo presente en las parcelas de maíz es muy similar entre los tres grupos, con solamente algunas diferencias en composición y uso de los árboles. Las fincas de los grupos uno y dos tenían 44 especies en total, mientras las fincas del grupo 3 tenían 24 especies, sin embargo, el número de especies por parcela, densidad arbórea, cobertura arbórea, área basal, altura por árbol, densidad de especies para madera, densidad de especies para leña, densidad de especies para forraje e índices de diversidad, fueron similares para los tres grupos de productores. Los árboles destinados a la leña

presentaron mayores densidades, seguidos de las especies forrajeras y en menor proporciones las especies madereras (Cuadro 32).

La composición de los árboles no varió entre los tres grupos. Las mismas cuatro especies arbóreas fueron las más comunes en los tres grupos (Cuadro 33).

Cuadro 31. Descripción de las principales variables que diferencian las fincas y los productores en el sistema de maíz con árboles dispersos.

| Variables | Grupos | | |
|--|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Edad (años) | 39,3 (12,1) b | 55,3 (11,7) a | 40,8 (13,2) b |
| Tiempo en la zona (años) | 32,0 (14,8) b | 51,8 (12,6) a | 33,3 (16,6) b |
| Área total (ha) | 13,6 (10,7) a | 9,2 (7) a | 16,3 (12,3)a |
| Área con maíz (ha) | 7,1 (5,2) ab | 3,3 (3,1) b | 7,6 (8,8) a |
| Nivel de educación (%) | | | |
| Sin educación | 4 | 40 | 20 |
| Primaria incompleta | 13 | 20 | 30 |
| Primaria | 57 | 35 | 30 |
| Secundaria | 13 | 5 | 20 |
| Superior | 13 | 0 | 0 |
| $\chi^2= 14,63$ P= 0,06 | | | |
| Tenencia de la tierra (%) | | | |
| Propia | 56,5 | 85 | 30 |
| Familiar | 21,7 | 5 | 10 |
| Cuida | 0 | 5 | 20 |
| Alquila | 13,0 | 5 | 40 |
| Otros | 8,7 | 0 | 0 |
| $\chi^2= 18,90$ P= 0,01 | | | |
| Uso de los rastrojos (%) | | | |
| Ninguno | 0 | 20 | 10 |
| Consumo ganado | 96 | 40 | 80 |
| Vende | 4 | 35 | 10 |
| Quema | 0 | 5 | 0 |
| $\chi^2= 17,20$ P= 0,008 | | | |
| Preparación del suelo (%) | | | |
| Ganado y roza | 0 | 5 | 0 |
| Roza y quema | 4,3 | 50 | 20 |
| Ganado, roza y quema | 95,6 | 45 | 80 |
| $\chi^2= 14,64$ P= 0,005 | | | |
| Número de ganado/finca | 6,6 (7,7) a | 3,9 (7,8) a | 7,4 (18,9) a |
| Tiempo de ingreso de ganado (meses) | 4,1 (1,4) a | 2,6 (1,9) b | 4,8 (1,5) a |

Cuadro 32. Composición de las variables del componente arbóreo entre los tres conglomerados.

| Variables de los árboles | Grupos | | |
|---|---------------|----------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Número de fincas en cada grupo | 23 | 20 | 10 |
| Número de especies total | 44 | 44 | 24 |
| Promedio de especies/parcela | 1,9 | 2,2 | 2,4 |
| Densidad (promedio ha ⁻¹) | 11,3 (±5,8) a | 13,1 (±13,3) a | 8,5 (±4,4) a |
| Cobertura arbórea (%) | 4,3 (±2,5) a | 3,7 (±2,5) a | 3,6 (±1,8) a |
| Área basal m ² ha ⁻¹ | 0,5 (±0,4) a | 0,8 (±0,8) a | 0,7 (±0,6) a |
| Altura del árbol en m | 7,2 (±1,2) a | 7,7 (±1,9) a | 8,5 (±2,4) a |
| Densidad de árboles maderables ha ⁻¹ | 2,1 (1,8) a | 4,5 (4,5) a | 3,9 (3,5) a |
| Densidad de árboles para leña ha ⁻¹ | 10,2 (4,9) a | 13 (14,5) a | 8,5 (4,1) a |
| Densidad de árboles forrajeros ha ⁻¹ | 7,4 (4,4) a | 7,9 (9,6) a | 5,1 (4,5) a |
| Shannon (dap > 5 cm y altura >50 cm) | 1,8 (±0,4) a | 1,8 (±0,4) a | 1,6 (±0,4) a |
| Simpson (dap > 5 cm y altura >50 cm) | 0,2 (±0,1) a | 0,2 (±0,1) a | 0,2 (±0,0) a |
| Shannon (altura < 50 cm) | 1,7 (±0,3) a | 1,7 (±0,3) a | 1,6 (±0,3) a |
| Simpson (altura < 50 cm) | 0,2 (±0,1) a | 0,2 (±0,1) a | 0,2 (±0,1) a |

Cuadro 33. Densidad de las especies arbóreas más comunes presentes en áreas maiceras en la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador.

| Especie | Familia | Grupos | | | SD |
|--------------------------|-----------------------|--------|-------|-------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | Sterculiaceae | 1,9 a | 3,8 a | 2,0 a | 4,9 |
| <i>Prosopis pallida</i> | Fabaceae/ Mimosoideae | 3,2 a | 1,4 a | 1,0 a | 2,9 |
| <i>Prosopis affinis</i> | Fabaceae/ Mimosoideae | 1,2 a | 0,8 a | 0,6 a | 2,0 |
| <i>Cordia alliodora</i> | Boraginaceae | 0,3 a | 1,4 a | 1,6 a | 2,5 |

En todas las fincas maiceras, alrededor del 62,8% de los árboles fueron manejados. Esto incluye el desrame, la poda y la poda y desrame (Cuadro 34). En ninguno de los grupos de productores hubo diferencias entre los árboles, siendo el manejo de los árboles una práctica muy común y generalizada. El desrame fue la actividad más realizada en los tres grupos de productores; las otras labores fueron de menor importancia.

Cuadro 34. Promedio de árboles/parcela con dap > 5 cm desramados, podados, podados y desramados y sin manejo en maizales de la Cuenca del Río Carrizal, Ecuador n=53 fincas.

| Manejo del árbol | Grupo | | | SD |
|------------------|-------|--------|-------|------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Desrame | 8,7 a | 7,9 a | 6,6 a | 5,7 |
| Podas | 4,3 a | 10,2 a | 4,8 a | 11,2 |
| Podas y desrames | 5,9 a | 4,4 a | 9,0 a | 5,1 |
| Sin manejo | 8,8 a | 8,9 a | 8,7 a | 8,0 |

Cuadro 35. Percepciones de los productores del componente arbóreo. Valores en porcentajes con base en la opinión de los productores n=53.

| Variables | Grupos | | |
|--|--------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| Árboles como alimento para ganado (%) | | | |
| Si | 47,8 | 5 | 10 |
| No | 52,2 | 95 | 90 |
| $X^2= 12,00 P= 0,002$ | | | |
| Producción de leña (%) | | | |
| Si | 73,9 | 70 | 10 |
| No | 26,1 | 30 | 90 |
| $X^2= 13,14 P= 0,001$ | | | |
| Producción de madera (%) | | | |
| Si | 82,6 | 80 | 10 |
| No | 17,4 | 20 | 90 |
| $X^2= 19,01 P= <0,0001$ | | | |
| Abono del suelo (%) | | | |
| Si | 4,4 | 0 | 40 |
| No | 95,6 | 100 | 60 |
| $X^2= 13,71 P= 0,001$ | | | |
| En años lluviosos es mejor tener maíz con o sin árboles (%) | | | |
| Sin árboles | 13,04 | 65 | 90 |
| Con árboles | 86,96 | 35 | 10 |
| $X^2= 20,66 P= <0,0001$ | | | |
| Poca competencia en años secos (%) | | | |
| Si | 0 | 20 | 40 |
| No | 100 | 80 | 60 |
| $X^2= 9,30 P= 0,009$ | | | |
| Razones de tener árboles o no en años secos (%) | | | |
| Con árboles | | | |
| No hay competencia | 4,35 | 5 | 0 |
| Mantienen humedad | 43,48 | 35 | 10 |
| Sin árboles | | | |
| No saben | 8,7 | 15 | 0 |
| Competencia por agua | 43,48 | 45 | 80 |
| Competencia por luz | 0 | 0 | 10 |
| $X^2= 10,74 P= 0,21$ | | | |

Los productores valoraban la importancia de los árboles para la producción de leña, madera, forraje y abono al suelo. El grupo 1 y 2 aprovechaba los árboles para leña y madera; además, el grupo 1 aprovecha los árboles como forraje por ser dueños de la parcela. El grupo 3, no aprovecha a los árboles ni como forraje, leña o madera, únicamente lo veían importante como abono del suelo, ya que no tenían acceso al uso de los árboles por cuidar o alquilar las parcelas (Cuadro 35).

El grupo 1 valoraban la presencia de los árboles durante inviernos muy lluviosos y al igual que los productores del grupo 2 indicaban que en inviernos secos estos mantienen la humedad del suelo. Los grupos 2 y 3 prefería no tener árboles en inviernos lluviosos para evitar la competencia por agua entre ambas especies (opinión de los tres grupos).

5. DISCUSIÓN

En la Cuenca del Río Carrizal, Manabí, Ecuador, el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos es muy común, presente en aproximadamente el 30% del área cultivada con maíz. Tiene importancia económica para los productores porque representa en promedio el 46,1% de la superficie de las fincas individuales. Es un sistema común en la zona, con características similares en todas las comunidades estudiadas.

El sistema agroforestal se caracteriza por tener bajas densidades (promedio de 11 árboles ha^{-1}) distribuidos en distancias promedio de 18,2 m (rango de 0,43 a 108 m entre árbol), baja cobertura de copas (promedio de $0,6\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$), con pocas especies por parcela (promedio de 6,5). La mayoría de las especies son de regeneración natural (62% de las especies); las demás especies (mayormente maderables y frutales) han sido sembradas por los productores. El sistema es dominado por seis especies arbóreas nativas *G. ulmifolia*, *P. pallida*, *P. affinis*, *C. alliodora*, *A. guachapele* y *L. trichodes* que representan 72,1% del total de individuos. La dominancia de las seis especies en la mayoría de las fincas se debe a que son de uso múltiples usadas por los productores para leña, alimento para el ganado, construcciones rurales, producción de carbón y/o madera.

5.1. Descripción de las fincas maiceras y el sistema de producción

El sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos forma parte importante del ciclo productivo de la finca. Las fincas son pequeñas, combinan actividades agrícolas con actividades pecuarias y son la mayor fuente ingreso para los productores, y son manejados intensivamente. Las fincas tienen un área promedio de 12,5 ha donde el 46,1% de la superficie promedio está dedicada al cultivo de maíz con árboles dispersos. Los productores tienen un promedio de 5,9 ha por finca de maíz con árboles dispersos, 2,4 ha por finca con pastos, 2,3 ha por finca en rastrojal y 0,3 ha por finca de bosque secundario. El resto del suelo está conformado por otros cultivos anuales como *A. hipogaea*, *O. sativa*, *M. sculenta* y musáceas, entre las principales, sembradas en monocultivos, en pequeñas áreas (promedio de $0,8 \text{ha finca}^{-1}$).

El maíz es manejado intensivamente, con una densidad promedio de 52570 plantas ha^{-1} , El 53,7% de los productores utilizan en sus fincas semillas híbridas, el 25,9% variedades y el 20,4% una mezcla de híbridos y variedades. La mayor parte de la semilla (75% de las fincas) es producida en la zona por los propios agricultores. El cultivo de maíz es manejado con una alta dependencia de insumos externos (plaguicidas) para manejar arvenses, insectos plagas y fertilización. La producción del maíz está

orientada a la comercialización en mercados cercanos (61%) y cría de animales domésticos para autoconsumo y venta.

El tipo de árbol presente en el sistema como *G. ulmifolia*, *Prosopis* spp, *C. alliodora* definen la intensidad de manejo que el productor les da, prefiriendo mantener en sus campos de cultivos aquellas especies que le generen más de un uso durante su crecimiento, y como adultos les pueda generar ingresos económicos, Los grupos de productores tienen diferentes percepciones de la influencia de los árboles en la producción de maíz durante inviernos lluviosos.

El componente ganadero aparece una vez cosechado el grano de maíz. El ganado consume los rastrojos y ramonea las hojas y frutos de los árboles dispersos dentro de la parcela. El 43% de las familias posee ganado (en promedio unas 10 cabezas/finca) y son importante para la familia porque disponen de varios subproductos importantes (leche y queso) y aprovechan los recursos de la finca para su alimentación (rastrojos, ramoneo). Además les proporciona cierta seguridad económica en épocas críticas. Las familias sin ganado venden el rastrojo de sus parcelas.

Los productores cultivan la parcela de maíz por 5 a 6 años, después lo dejan por dos años en charrales (bajillales) y después lo siembran de nuevo con maíz, La mayoría de los árboles se establecen durante la fase de charral, cuando el charral es eliminado, los productores seleccionan aquellas especies que son de su interés, pero en bajas densidades. Algunas especies también se establecen durante el establecimiento del cultivo. Durante la producción del cultivo, los productores manejan los árboles (podas, desrama) y eliminan especies que no son útiles (durante la fase de deshierba del cultivo, ingreso del ganado o la limpieza de la parcela).

5.2. Composición de los árboles dispersos

En el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos se encontró un total de 58 especies arbóreas. Sin embargo, la mayoría de los árboles están representados por seis especies nativas: *G. ulmifolia*, *P. pallida*, *P. affinis*, *L. trichodes*, *C. alliodora* y *A. guachapele*. La dominancia de *G. ulmifolia*, *P. pallida*, *P. affinis* y *L. trichodes* se debe a que son de uso múltiples, usadas por los productores para leña, alimento para el ganado, construcciones rurales, producción de carbón. En cambio, los maderables más abundantes (*C. alliodora* y *A. guachapele*) son retenidas por su rápido crecimiento, calidad de su madera y compatibilidad con el cultivo.

Las especies presentes en los maizales reflejan en parte las preferencias del productor. La mayoría de ellos están interesados en aquellas especies de uso múltiple que le proveen madera (67,9% de los productores), leña (60,3%), y alimento para el ganado (24,5%) y retienen estas especies en sus fincas. La madera es vendida en la finca, mientras que la leña es para autoconsumo.

La mayoría de los árboles presentes en las fincas son especies de uso múltiple (268 árboles para madera, 1093 para leña, 746 para forraje, 557 para horcón, etc.) que fueron seleccionadas por los productores por su importancia como fuente de madera, leña, forraje y compatibilidad con el cultivo. Por ejemplo, *P. pallida*, *P. affinis*, *C. alliodora* eran mantenidas en los campos de cultivos por las buenas producciones del maíz, la poca competencia durante el desarrollo del cultivo al defolearse y quedar con copas.

La densidad arbórea, cobertura de copa y área basal de los árboles fue baja en casi todas las parcelas. La densidad arbórea promedio fue de 11,3 individuos ha⁻¹ (rango de 2 a 80 árboles ha⁻¹). La cobertura arbórea fue de 3,5%, y el área basal fue de 0,6 m² ha⁻¹. A estas densidades, los árboles están distanciados a 18,2 m (en promedio) y esto permite una buena entrada de luz al cultivo.

5.3. Manejo de la especie

Las bajas densidades y pocas especies presentes en las parcelas son producto del manejo de los árboles por los productores. Los productores manejan las especies a través de la regeneración natural, manteniendo las densidades y la composición de árboles en sus parcelas a través del deshierbe (chapias), quemas, podas y el desrame de árboles individuales. Durante el deshierbe ellos van seleccionando aquellas especies que no vayan a perjudicar al maíz (por ejemplo, especies con copas ralas y hojas finas como *Prosopis* spp, *A. guachapele*) que sean preferentemente usadas para madera o construcciones rurales. Sin embargo, muchas especies son eliminadas en forma accidental o intencionalmente. Por ejemplo, se observó que algunas maderables (*C. paraense*, *V. gigantea*, etc.) fueron eliminadas intencionalmente por crecer en las partes centrales de las parcelas.

Los productores protegen de las quemas las especies arbóreas que son de su interés y por lo tanto, el porcentaje de árboles quemados es bajo (13% de árboles). La mayoría de los productores limpian los residuos de cosecha bajo el área de la copa para evitar que el árbol quemará. Un productor también indicó que protegía a los árboles dejando el área bajo la copa sin quemar y posterior a la quema la trabajaba. La especie más quemada y generalmente en forma intencional era *G. ulmifolia* con el 38,2% del total de sus individuos. Los productores queman árboles de guazumo cuando presentan fustes

gruesos y con demasiados ejes debido a que sus copas aumentan el área de sombra e invierten mucho tiempo en la poda, siendo más fácil para los productores quemarlos y reemplazarlo con otro árbol.

Los productores realizan podas y desrames de árboles para minimizar las copas, reducir competencia con el cultivo y para obtener productos (leña). El 61,6% de los árboles presentes en las parcelas eran manejados mediante podas de copas, desrames o podas y desrames. La baja altura promedio de los árboles ($7,29 \text{ m} \pm 3,75$) refleja este manejo consistente.

El manejo de árboles individuales cambia entre especies, dependiendo del tipo de copa y el uso de la especie. Por ejemplo, especies que no permiten el paso de mucha luz como *G. ulmifolia* ($4,6 \text{ m}, \pm 2,8$) y *L. trichodes* ($5,5 \text{ m} \pm 2,6$) son mantenidas a bajas alturas por los productores, mientras que especies con copas ralas y que tienen una alta preferencia por el productor, son permitidas crecer más alto (por ejemplo, *C. alliodora*, *P. pallida*, *P. affinis* y *A. guachapele*, *M. calabura*).

De las especies más comunes, *G. ulmifolia* presentó el 94,3% de sus individuos manejados, donde la eliminación de la copa del árbol con podas (46,4%) o podas y desrames (35,9%) fue lo más frecuente, debido a su rápido crecimiento y copa muy cerrada que no permite la entrada de luz. Las restantes especies (*C. alliodora*, *P. pallida*, *P. affinis* y *A. guachapele*, *L. trichodes*) presentaban alrededor del 50% de los individuos con algún tipo de manejo y predominaba el desrame de los árboles. El desrame es realizado cuando los árboles están jóvenes para reducir sombra al cultivo y/o asegurar fustes gruesos y rectos.

El manejo de los árboles también está en base a la utilidad de las especies en la finca como leña, madera, forraje y carbón y orientadas a funciones protectoras. Generalmente muchas de las especies son importantes para la familia por ser de usos múltiples. Sin embargo, son manejadas de diferentes maneras: *G. ulmifolia* era manejada con podas y/o podas y desrames induciendo al árbol a producir abundante follaje y frutos que son aprovechados para leña y alimentación del ganado. *P. pallida* y *P. affinis* son desramadas cuando jóvenes para producir horcones rectos para construcciones rurales, y cuando son grandes son aprovechados en forma total para leña, horcón y/o carbón. Las maderables *C. alliodora* y *A. guachapele* generalmente son desramados para mejorar la forma del fuste y disminuir sombra. En general *C. alliodora* es aprovechado cuando tienen diámetros de 30 a 40 cm de dap para la construcción de puertas, muebles, camas, anaqueles, etc. En cambio, *A. guachapele* es aprovechado con diámetros >40 cm para la construcción de carrocerías. Las especies frutales por lo general no son manejadas.

5.4. La regeneración natural

Las parcelas de maíz tienen una buena capacidad de regeneración natural principalmente con una gran diversidad de especies y alta densidad de especies <50 cm de altura ($196,7$ individuos $\text{ha}^{-1} \pm 254,9$) y especies >50 cm de altura y dap <5 cm ($190,7$ individuos $\text{ha}^{-1} \pm 208,1$). Un total de 46 especies fueron encontradas en estas dos categorías de edades; sin embargo, el 26% de las especies no llegan a adulto por incompatibilidad con el cultivo y preferencias de los productores. Las pocas especies con mayor regeneración >50 cm de altura y dap <5 cm fueron *Prosopis* spp, *G. ulmifolia*, *M. millei*, *C. lutea*, y *L. trichodes*.

La regeneración depende del manejo y uso de la parcela (por ejemplo, deshierbes, uso del suelo), además de factores exógenos como suelos, clima, agentes bióticos (herbívoros, enfermedades) que afectan el vigor de los árboles y por factores endógenos como propiedades biomecánicas, relaciones alométricas, morfología y arquitectura de troncos y copas y propiedades químicas de los árboles (Martínez, 1995). Además, la permanencia de estas especies dependerá también de los usos y beneficios que ellas den al productor. Además, la regeneración natural puede ser influenciada por la presencia del ganado durante su ingreso a la parcela y en la cual se ven favorecidas aquellas especies (*Prosopis* spp, *G. ulmifolia*, etc.) que sus frutos son consumidos y diseminados. En este estudio, fue evidente que la mayor parte de las plántulas registradas de *prosopis* se encontraron en medio de las heces del ganado, lo cual le permite establecerse sin riesgos de ser consumidas ya que el ganado rechaza la vegetación contaminada con sus propias heces. Por otro lado, el ganado puede causar una reducción importante de la regeneración natural a través del ramoneo en época donde se incrementa la demanda por alimento, pisoteo y compactación del suelo.

Algunas especies presentes en la regeneración natural no están presentes en el sistema agroforestal como adultas, indicando, tal vez, que los productores eliminan algunas especies cuando son pequeñas o que no pueden crecer bajo las condiciones de la parcela. Por ejemplo, *Gallesia integrifolia*, *Crotton fraseri*, *Acrocomia* sp, *Mauria heterophylla*, *Coccoloba* sp, *Grias lecythis*, *Rauvolfia littoralis*, *Acacia farneciana*, *Pithecellobium dulce*, *Trema micrantha*, *Poulsenia armata* y *Tectona grandis* no presentaron individuos adultos (dap >5 cm) en ninguna de las comunidades en estudio, aunque estaban presente con altura >50 cm y dap <5 cm. Su presencia como plántulas probablemente se debe a la cercanía de bosques secundario sin intervenir, las cercas vivas o los bajillales desde donde procede la semilla de estas especies pioneras, ya sea dispersada por el viento (Guariguata, 1999) o por frugívoros (Martínez, 1995; Jiménez *et al.*, 1999; Guariguata y Kattan, 2002). Según los productores, ellos

eliminan estas especies cuando son plántulas o latizales para evitar la competencia por agua y luz con el maíz y porque no prestan mayores usos en la finca.

También hay especies que están presentes como latizales, pero que no están presentes como adultos. De las 58 especies arbóreas encontradas con dap >5 cm, 22 especies no estaban presentes en la regeneración natural. Estas especies incluyen 15 frutales, 5 con varios usos y dos maderables, que fueron sembradas para diversificar las fincas producto de donaciones de ONGS que operan en la zona. La falta de regeneración de estas especies indica que los árboles sembrados, o no están produciendo semillas y/o no pueden regenerarse naturalmente bajo las condiciones prevalecientes en la parcela de maíz.

La dificultad de especies maderables para establecerse en cultivos agrícolas ha sido documentada en otros años (Martínez, 1995; Somarriba, 1999). Las especies maderables que poseen semillas grandes y necesitan sombra, encuentran dificultad en establecerse por la alta luminosidad y baja humedad de la parcela (Vásquez-Yáñez *et al* 1990; Martínez, 1995; Dalling, 2002).

5.5. Percepciones de los agricultores del sistema agroforestal

Los productores tienen un amplio conocimiento del sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos y reconocen las ventajas y desventajas del sistema, saben cuales especies son más compatibles con el maíz, y entienden las condiciones bajo cuales el sistema agroforestal es beneficioso.

Según los productores, las mayores ventajas del sistema agroforestal son la provisión de productos tales como madera, leña y alimento al ganado, y servicios como la sombra a las personas, animales, la poca competencia con el cultivo y mejoran la belleza escénica de la parcela. Los productos de la finca son importantes, ya que les permite a los productores cubrir necesidades económicas de la familia o presentarse como un costo de oportunidad al hacer un uso alternativo del dinero, si tuviera que comprar la leña, el follaje, el horcón. Otro aspecto positivo de resaltar es que el 39,6% de los productores mencionó que los árboles no tenían aspectos negativos hacia el cultivo.

Aquellos productores que preferían tener árboles dentro de los campos de cultivos reconocían aspectos positivos de este sistema agroforestal, orientado hacia la función protectora de ellos al mantener la humedad del suelo y no tener competencia durante inviernos secos. La reducción de la erosión, la eliminación del exceso de agua, la protección al viento, la poca competencia por agua y el poco efecto

al cultivo eran los aspectos positivos que sentían los productores que aportaban los árboles durante inviernos lluviosos al sistema.

Las desventajas de los árboles dentro del sistema agroforestal según la opinión de los productores son que el maíz se queda pequeño cerca del árbol, se pierde espacio, se produce competencia por agua y son hospederos de insectos plagas. Durante inviernos secos o lluviosos, los productores que preferían no tener árboles dentro del maíz opinaban que los árboles competían por agua y luz (sombra), producían exceso de humedad, daños físicos a las plantas, poco desarrollo del maíz y ausencia de mazorcas. A pesar de los efectos negativos de los árboles hacia el maíz, los productores dejaban especies y los mantenían como follaje para el ganado o para leña. Incluso si la producción de maíz debajo de los árboles era mala, valoraban mucho el forraje producido.

Los productores reconocen que algunas especies arbóreas son más compatibles con el maíz que otras, aunque no siempre hubo consenso entre los productores sobre cada especie. La mayoría de los productores mencionaban que preferían tener a 10 especies arbóreas en sus fincas maiceras, principalmente las especies maderables y de uso múltiples, y especies que no necesitan mucho manejo, (excepto *G. ulmifolia*). La especie de mayor preferencia son *Prosopis* spp, seguida de *C. alliodora* y *A. guachapele*. La preferencia por estas especies se debe a que necesitan de poco manejo, poca competencia con el maíz por ser especies deciduas, dan madera de buena calidad para aserrío, construcciones rurales y carbón de buena calidad (que se pueden vender), dan leña y dan forraje. Además de las 10 especies mencionadas, los productores tenían 13 especies arbóreas más que provienen de la regeneración natural para cubrir sus necesidades de leña, madera y forraje (Cuadro 23).

Fueron reportadas 26 especies menos compatibles con el maíz por parte de los productores, todas ellas procedían de la regeneración natural de los campos de cultivos (Cuadro 24). Entre las de mayores restricciones estaban *G. ulmifolia* y *L. trichodes*, principalmente por la sombra al cultivo, el resecaimiento del suelo, poco rendimiento del maíz, rápido crecimiento de sus ramas y poca desarrollo vegetativo.

5.6. Comparación del SAF entre diferentes tipos de productores

Aunque existen tres tipos de productores en la zona que tienen características sociales y orientación productiva distinta, varían muy poco en las densidades y composición de los árboles dispersos presentes en sus áreas maiceras. No se encontraron diferencias en la densidad, cobertura arbórea, área basal, altura, manejo y diversidad de árboles dispersos entre los tres tipos de productores. La

similaridad del SAF en todas las fincas podría deberse a que todos los productores tratan de reducir la competencia entre cultivo y árboles para alcanzar máximos rendimientos del maíz, y por lo tanto, todos tienen densidades bajas.

Sin embargo, se observan algunas diferencias en los usos que los productores dan a los árboles. Los productores de los grupos 1 y 2 valoraban más la importancia de los árboles por la producción de leña y madera. El grupo 1 también valoraba los árboles como fuente de forraje para ganado. En cambio, los productores del grupo 3 no aprovechaban a los árboles ni como forraje, leña o madera. Las diferencias reflejan diferentes estrategias de producción y frecuencia de uso. Los grupos 1 y 2 valoraban más a los árboles por ser dueños de la parcela, el grupo 3 valoraba más el forraje por tener más ganado en sus fincas y no tenían acceso al uso de los árboles por cuidar o alquilar las parcelas.

5.7. Comparación con otros SAF

Aunque el sistema de maíz con árboles dispersos parece existir en varias regiones de Centroamérica, existe poca información sobre ello. Solamente se conoce el estudio de El Salvador y del Sur de Honduras, sobre cultivos anuales como maíz, maicillo (*Z. mays*), sorgo (*S. vulgares*) y frijón (*P. vulgaris*) producidos con árboles dispersos (Kowal, 2000; García *et al.*, 2001).

En El Salvador los productores producen granos básicos en pequeñas áreas (< 5 ha). En este sistema se encontró un promedio de 5,6 especies arbóreas en 0,1 ha⁻¹. La especie dominante fue *C. alliodora* con 86 individuos promedio ha⁻¹. La densidad arbórea fue media a alta (50 a 630 árboles ha⁻¹) y en promedio hubo 192 árboles ha⁻¹. La abundancia de cada especie encontrada fue determinada en la capacidad que tiene cada especie de regenerarse en forma natural y por la preferencia de los productores en dejar especies de alto valor económico con copas estrechas y ligera que permitan el paso de luz hacia el maíz. Los mayores usos son para madera, leña y frutales; también proveen postes y biomasa para el mejoramiento del suelo. Para reducir la competencia con los cultivos por luz y nutrientes los productores hacen podas a los árboles dispersos (García *et al.*, 2001).

En Honduras, los agricultores producen los granos básicos en laderas con pendientes de hasta 50% en un sistema denominado "Quezungual". Este sistema se encuentra entre 100 a 900 msnm. Las especies dominantes fueron frutales como *Byrsonima crassifolia*, *P. guayava* y maderables como *C. alliodora*, *Diphysa robinioides* y *Swietenia* spp. El sistema presenta una alta densidad (419 árboles en promedio) y diversidad de especies maderables por finca. Los árboles son podados a 1,5 m y contribuyen con biomasa para la conservación del suelo, fertilidad, y manejo de humedad (Kowal, 2000). No se queman

los residuos de cosecha y se eliminan especies no requeridas. Se protegen especies de regeneración natural, escogiendo especies de crecimiento rápido, de copa abierta que producen leña, madera, postes o son tolerantes a herbicidas. (Kowal, 2000; Kowal, 2001).

Ambos estudios fueron similares al de Ecuador por tener pocas especies comunes con presencia de *C. alliodora* en los tres países, además las especies proceden generalmente de la regeneración natural y preferencias de los productores a dejar especies que generen ingresos como madera, leña y frutales. En el estudio de El Salvador se menciona a los árboles para reducir competencia con el cultivo. Los tres sistemas difieren en las especies encontradas (58 en Ecuador, 36 en El Salvador y 43 en Honduras) y densidad arbórea (11 árboles ha⁻¹ en Ecuador) con relación a los 192 y 419 árboles ha⁻¹ encontrados en El Salvador y Honduras respectivamente. Otra diferencia es que en Ecuador, el manejo de los árboles es realizado para reducir competencia entre los cultivos, además se queman los residuos de cosecha antes de la siembra; mientras que en El Salvador y Honduras la poda es realizada para incorporar biomasa al suelo y los productores no están quemando sus parcelas.

5.8. Futuro del Sistema Agroforestal

En el futuro el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos mantendrá las especies arbóreas de uso múltiple que le generen ingresos económicos a más de contribuir con leña y otros productos básicos para el hogar y que den a la vez un buen desarrollo del cultivo. Así mismo, otras especies exóticas y promisorias están comenzando a aparecer en los campos de cultivos de maíz, por ejemplo *Schizolobium parahiba* que ha sido introducida recientemente a la zona por productores y ONGS con bastante aceptación por su rápido crecimiento, su compatibilidad con el cultivo, su segura comercialización para la industria de plywood en Ecuador.

6. CONCLUSIONES

En Manabí, Ecuador el sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos se caracteriza por tener bajas densidades de árboles, pocas especies por parcela y baja cobertura arbórea lo cual refleja que los productores están manejando los árboles en función de minimizar la competencia con el cultivo de maíz. Aunque se encontró un total de 58 especies, la mayoría de los árboles fueron representados por seis especies (*Guazuma ulmifolia*, *Prosopis pallida*, *Prosopis affinis*, *Leucaena trichodes*, *Cordia alliodora* y *Albizia guachapele*) que representan el 72% del total de individuos. Las primeras cuatro especies son de múltiples usos y las dos últimas son maderables. La mayoría de los árboles son de regeneración natural y se establecen o durante la fase de charral o durante el cultivo de maíz.

Los productores manejan las densidades de árboles, y además someten a los árboles a podas intensas o desrames. Seleccionan cuales especies arbóreas son retenidos y en que densidades. Tienden a retener especies que tienen importancia como fuente de madera, leña, construcciones rurales, forraje para ganado y compatibilidad con el cultivo. Las bajas densidades y el alto manejo de los árboles refleja la necesidad de disminuir competencia con el cultivo. El tipo de manejo varía entre especies: los árboles para leña son sometidos a podas intensas mientras que los maderables son desramados.

Los productores reconocen el valor de los árboles en sus fincas, y las ventajas y desventajas de combinar árboles con el maíz. Entre las principales ventajas son los productos (como madera, leña, forraje, horcones) y servicios (sombra a las personas, animales, protección del suelo) que los árboles poseen. Las desventajas incluyen el escaso desarrollo del cultivo de maíz cuando estaba cerca de los árboles y la competencia por agua.

Los productores conocen cuales especies son más compatibles con el maíz y cuales son menos compatibles. Las especies de mayor preferencia son *Prosopis* spp, seguida de *Cordia alliodora* y *Albizia guachapele* debido a que necesitan de poco manejo, dan poca competencia al maíz, dan leña y forraje y generan ingresos económicos por la venta de madera, horcón y carbón.

El sistema agroforestal de maíz con árboles dispersos es muy similar en todas las fincas, aun entre diferentes tipos de productores. Solamente existen diferencias con el uso de los árboles para leña, madera, forraje o abono, reflejando diferentes estrategias de producción por parte de los productores y tenencia de las parcelas.

7. RECOMENDACIONES

Estudiar el efecto de diferentes especies arbóreas sobre el rendimiento del maíz con el objeto de determinar las mejores especies arbóreas que contribuyan con el mejoramiento del sistema agroforestal desde el punto de vista ecológico y económico.

Determinar las densidades y espaciamientos (arreglos) óptimos entre árboles y cultivo para minimizar la competencia entre ambos componentes por agua, luz, espacio y nutrientes.

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.

Promover el enriquecimiento del sistema agroforestal con la diversidad de especies nativas que se establecen en los campos de cultivos por regeneración natural.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu de Souza, ME; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 7 (26): 53-56.
- Anderson, L; Sinclair, F. 1993. Interacciones ecológicas en los sistemas agroforestales. In: Jiménez, F; Vargas, A. Eds, *Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales (1998, Turrialba, CR)*. CATIE-GTZ. pp. 36-20.
- Barber, R. 1999. Tecnologías recomendadas para agricultores de subsistencia. In *Gestión integrada de cultivos. Manejo integrado de cultivos y tierras de laderas en América Central: Conceptos, estrategias y opciones técnicas*. FAO, 2:19-28.
- Basavaraju, TB; Gururaja, MR. 2000. Tree-Crop Interactions in Agroforestry Systems: A Brief Review. *The Indian Forester*. Dehra Dun, India. 1155-1164.
- Beer, J. 1989. Experiencia con árboles de sombra en cafetales en Costa Rica. In: Beer, J; Fassebender, H; Heuveldop, J. (eds.). *Avances en la investigación agroforestal*. Turrialba, Costa Rica. Memoria. CATIE-GTZ. pp. 187-195.
- , 1998. Ventajas y desventajas y características deseables en los árboles de sombra para café, cacao y té. In: Jiménez, F; Vargas, A. (eds.). *Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales, Memoria*, San José, Costa Rica. CATIE-GTZ. pp. 169-186.
- ; Kapp, G; Lucas, C; Vargas, A. 1998. Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes, In: Jiménez, F; Vargas, A. (eds.). *Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales* Turrialba, Costa Rica. Memoria. CATIE-GTZ. pp. 36-20.
- Begon, M; Harper, JL; Townsend, CR. 1986. *Ecology: Individuals, populations and communities*. Oxford, Reino Unido, Blackwell. 876 p.
- Budowski, G. 1985. Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales en comparación con monocultivos no arbóreos. *Sistemas Agroforestales. Proyecto leña y fuentes alternativas de energía*, INAFOR-CATIE/ROCAP. 136 p.
- Carter, J. 1996. Cultivos en callejones: Se han beneficiado los agricultores de escasos recursos. *Agroforestry Today*. 8(2): 5-7.
- CEPAR (Centro de Estudios de Población y Paternidad Responsable, EC). 1992. *Perfil sociodemográfico provincial Manabí*. Quito, Ecuador. 90 p.
- Crawley, MJ. 1986. *Plant Ecology*. Crawley, MJ. (ed.) Blackwell scientific publications. 496 p.
- CRM (Centro de Rehabilitación de Manabí, EC). 1994. *Manabí en cifras*. Dirección de Planificación de Manabí. Cartilla No 5. (sp).
- Cowell, R. 1997. ESTIMATES. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. University of Connecticut. Version 5.0.1.

- Current, D; Lutz, E; Scherr, S. 1995. Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: Experiencias en América Central y el Caribe. CATIE: IFPRI-PNUD. Turrialba, Costa Rica. Serie técnica, Informe Técnico 268. 39 p.
- Dalling, J. 2002. Ecología de semillas. pp. 345-376. In: Guariguata, M; Kattan, G. (ed). 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. 1 ed. San José C.R. 689 p.
- Ferreira, R. 1987. Estudio sistematico de los algarrobos de la costa norte del Perú. Dirección de investigación forestal y de fauna. CONCYTEC. 31 P.
- García, E; Jaime, M; Byron, M; Guillén, L; Harvey, C. 2001. Árboles dispersos dentro de cultivos anuales en el municipio de Ilobasco, El Salvador. Agroforestería en las Américas. Avances de Investigación. 8 (31) 39-44.
- Greig-Smith P. 1983. Quantitative plant ecology. 3 ed. University of California. Press. Berkeley, California. USA. pp. 163-164.
- Guariguata, M. 1999. Biología de semillas y plantulas 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.
- ; Kattan, G. (ed). 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. 1 ed. San José C.R. 689 p.
- Haggard, J; Beer, J. 1993. Effect on maize growth of the interaction between increased nitrogen availability and competition with trees in alley cropping. Agroforestry Systems. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 21: 239-249.
- Harper, J.L. 1977. Population Biology of Plants. Academic press inc, London. 892 p.
- Harvey, C. 2001. Agroforestería y diversidad. In: Jiménez, F y Muschler, R. (eds.). Funciones y Aplicaciones de sistemas agroforestales. CATIE-GTZ. Serie Materiales de Enseñanza. No 46. Modulo No 6. pp. 95-138.
- Harvey, C; Haber, W.A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 44: 37-68.
- ; Haber, W; Solano, R; Mejías, F. 1999. Árboles remanentes en potreros de Costa Rica: Herramientas para la conservación? Agroforestería en las Américas. 6 (24): 19-22.
- Hodgson, J.G; Thompson, K; Wilson, P.J. 1998. Does biodiversity determine ecosystem function. The ecotron experiment reconsidered. Functional Ecology (forum) 12: 843-508.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, EC). 1995. Cifrando y descifrando Manabí...hacia el año 2000. sp.
- Jiménez, F. 1998. Clima y Agroforestería. In: Jiménez, F; Vargas, A. (eds.). Sistemas Agroforestales. CATIE-GTZ. Serie Técnica No 32. pp. 109-126.
- Jiménez, Q; Estrada, A; Rodríguez, A; Arroyo, A. 1999. Manual dendrológico de Costa Rica. 2 ed. 150 p.

- Jiménez, F. 2001. Agroforestería en el manejo de cuencas hidrográficas. In: Jiménez, F; Muschler, R. (eds.). Funciones y Aplicaciones de sistemas agroforestales. CATIE-GTZ. Serie Materiales de Enseñanza. No 46. Modulo No 6. pp. 59-94.
- ; Muschler, R. 2001. Introducción a la Agroforestería. In: Jiménez, F; Muschler, R. (eds.). Funciones y Aplicaciones de sistemas agroforestales. CATIE-GTZ. Serie Materiales de Enseñanza. No 46. Módulo No 6. pp. 1-24.
- Kaimowitz, D. 1997. Livestock and deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: A policy perspective. Bogor: Center for International Forestry Research, sp.
- Kang, BT; Wilson, GF; Sipkens, L. 1981. Alley cropping maize (*Zea mays*) and *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) in Southern Nigeria. *Plant and soil*. 63: 165-179.
- Kang, BT; Grimme, H; Lawson, TL. 1985. Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with leucaena on sandy soil in Southern Nigeria. *Plant and soil*. 85: 264-277.
- Kowal, TM. 2000. Estudio sobre establecimiento, adopción, manejo y limitaciones del sistema Quesungual en Lempira Sur, Honduras. Proyecto Lempira Sur. Borrador 1. sp.
- , 2001. Adopción, disseminación y sostenibilidad del sistema Quesungual en Lempira Sur, Honduras: Un sistema agroforestal promisorio para zonas de ladera. Reporte técnico para Agroforestería en las Américas. PROLESUR. Primer borrador. 20 p.
- Leakey, RB; Sánchez, PA. 1997. ¿How many peoples use agroforestry products? *Agroforestry Today*. ICRAF. Nairobi, Kenya. 9 (3) 4-5.
- Lundgren, B.O; Raintree, J.B. 1982. Sustained agroforestry. In: Nair, PKR. 1997. Agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. México. D.F. 543 p.
- MAG (Ministerio de Agriculture y Ganadería, EC). 1997. Proyecto SICA. BIRF. ECUADOR. sp.
- Malla, Y.B. 2000. Farmers tree management strategies in a changing rural economy and factors influencing decisions on tree growing in Nepal. *International Tree Crops Journal*. 10:247-266.
- Marmillod, A. 1989. Actitudes de los finqueros hacia los árboles. In: J.B. Beer, H.W. Fasbender, J. Heuveldog. (Eds). Avances en la investigación agroforestal. CATIE. pp. 294-306.
- Martínez, H. 1989. El componente forestal en los sistemas de finca de pequeños agricultores. CATIE/ROCAP. Proyecto cultivo de árboles de uso múltiple (MADELEÑA). SI/BT 19. Turrialba, Costa Rica. 79 p.
- Martínez, M. 1995. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. Centro de Ecología, UNAM, México. pp. 27-79.
- Marshall, F; Ong, C; Blak, C. 1992. Tree arrangements affect competition with crops. *Agroforestry Today*. ICRAF. Nairobi, Kenya. 4 (4) 9-10.
- Nair, P.K. 1985. Clasification of Agroforestry Systems. *Agroforestry Systems*. Netherlands. 3:97-128.

- , 1989. Agroforestry defined. *Agroforestry Systems in the tropics*. Kluwer Academic Publishers. ICRAF. Netherlands. 13-18.
- , 1993. An introduction to agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenia. pp. 21-37.
- , 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. Primera edición en español. 543 p.
- Ong, C; Rao, M; Mathuva, M. 1992. Trees and crops: Competition for resources above and below the ground. *Agroforestry Today*. 9(2) 4-6.
- , 1993. On the difference between competition and allelopathy. *Agroforestry Today*. 5(2) 12-14.
- Pastrana, A; Lock, R; Ibrahim, M; Víquez, E. 1999. El componente arbóreo en sistemas agroforestales tradicionales de los indígenas Ngobe, La gloria, Changuinola, Panamá. *Agroforestería en las Américas*. 6(23): 69-74.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. 2 ed. Proyecto Agroforestal. CATIE/GTZ. No 44. Colección Módulos de enseñanza agroforestal. Módulo No. 2. 275 p.
- PIACCH (Proyecto Integral Agrícola Carrizal Chone, EC). 1996. Diagnostico Agrosocioeconómico del Proyecto Integral Agrícola Carrizal Chone. CRM-INIAP-GTZ. Manabí, Ecuador. 85 p.
- Rao, M,R; Sharma, M,M; Ong, C,K. 1990. A study of the potential of hedgerow intercropping in semi-arid India using a two-way systematic design. *Agroforestry Systems*. 11: 243-258.
- Roth, DS; Perfecto, I. 1994. The effects of management systems on ground-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Application* 4 (3): 423 – 436.
- Salazar, R. 1989. Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. CATIE/ROCAP. ST/BT No20. Proyecto Cultivos de árboles de uso múltiple (MADELEÑA). enseñanza agroforestal. 194 p.
- Sánchez, P; Poveda, L. 1997. Claves dendrológicas para la identificación de los principales árboles y palmas de la zona norte y atlántica de Costa Rica. 1ed. San José, C.R. ODA. 144 p.
- SAS. 1999. The SAS System for windows V8. SAS institute Inc; Cary, NC, USA.
- Singh, R.P; Ong, C. K. 1989. Above and below grond interactions in alley cropping in semiarid India. *Agroforestry Systems*. 9:259-274.
- Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems*. 19: 233-240.
- , 1998. Qué es Agroforestería? Investigación. El Chasqui. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 24: 5-13.
- 1999. Regeneración natural de maderables en campos agrícolas. *Agroforestería en las Américas*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 6(24): 5-13.

- Tejwani, KG; Chun, KL. 1992. Asia-Pacific Agroforestry Profiles. Agroforestry Systems Research and Development in the Asia and Pacific Region. FAO. Apan Field Document No. 1. Bogor, Indonesia. 140 p.
- Van Noordwijk, M; Tomich, TP; de Foresta; Michon, G. 1997. To segregate – or to integrate? The question of balance between production and biodiversity conservation in complex agroforestry systems. Agroforestry Today. ICRAF. Nairobi, Kenya. 9 (1): 6-9.
- Vázquez-Yanes C; Orozco, A; Rincón, E; Sánchez M; Huante, H; Toledo, R; Barradas, V. 1990. Light beneath the litter in a tropical forest: Effect on seed germination. Ecology. 71(5) pp 1952-1958.
- Verinumbe, I; Okali, D. 1985. The influence of coppiced Teak (*Tectona grandis*) regrowth and roots on intercropped maize (*Zea mays*). Agroforestry Systems. 3: 381-386.
- Vizcarra, J. sf. Distribución de especies forestales de manabí, según zonas climáticas. (sin publicar).
- Von Maydell, HJ. 1985. Forestry in areas with marginal site conditions. Appl. Geography and Development. 26: 57-70.
- Ward, jr. J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. Journal of the American Statistical Association (EEUU). 58:236-244.
- Young, A. 1987. Soil productivity, soil conservation and evaluation. Agroforestry Systems. 5:277-291.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de las comunidades y Nombre de los productores de cada finca

| Finca número | Cantón | Comunidad | Finca | Nombre del productor |
|--------------|--------|-----------|-------------|----------------------|
| 1 | Junín | Chavela | Chavela | Alain Bravo |
| 2 | Junín | Chavela | Chavela | Hugo Mendoza |
| 3 | Junín | Chavela | Chavela | Manuel Mendoza |
| 4 | Junín | Chavela | Chavela | Lisandro Bravo |
| 5 | Junín | Chavela | Chavela | Edison Santana |
| 7 | Junín | Chavela | Chavela | Dolores Mendoza |
| 8 | Junín | Chavela | Chavela | José Bravo |
| 9 | Junín | Chavela | Chavela | Sebastián Vergara |
| 10 | Junín | Chavela | Chavela | Andrés Bravo |
| 43 | Junín | Chavela | Chavela | Santos Mendoza |
| 44 | Junín | Chavela | Los Casados | Ramón Sabando |
| 6 | Junín | Pechichal | La Carlina | Bartolo Moreira |
| 12 | Junín | Pechichal | La Lucha | Rosendo Sabando |
| 13 | Junín | Pechichal | La Lucha | José Ganchozo |
| 16 | Junín | Pechichal | Pechichal | Segundo Giler |
| 19 | Junín | Pechichal | La Torre | Pablo Ganchozo |
| 11 | Junín | Miramar | Miramar | Teofilo Zambrano |
| 14 | Junín | Miramar | La Florida | Cirilo Vera |
| 15 | Junín | Miramar | Miramar | Celestino Vergara |
| 34 | Junín | Miramar | Miramar | Antonio sabando |
| 35 | Junín | Miramar | Miramar | Jacinto Giler |
| 24 | Junín | Miramar | Miramar | Reyes Mendoza |
| 17 | Junín | Cianaga | Cianaga | Julio Hidrovo |
| 18 | Junín | Cianaga | Cianaga | José Intriago |
| 20 | Junín | Cianaga | Cianaga | Wilson Sánchez |
| 21 | Junín | Cianaga | Cianaga | Secundino Sánchez |
| 22 | Junín | Cianaga | Cianaga | Viviano Zambrano |
| 23 | Junín | Cianaga | Cianaga | Alfonso Zambrano |
| 25 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Mauricio Bazurto |
| 26 | Junín | El Cerezo | La Florida | Joselo Vera |
| 27 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Delfin Macias |
| 28 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Jesús Vera |
| 29 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Bolívar Vergara |
| 30 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Manuel Vergara |
| 31 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Juan Vergara |
| 32 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Teodoro Vergara |
| 33 | Junín | El Cerezo | El Cerezo | Miro Macias |
| 36 | Junín | La Guayas | La Guayas | José Loor |
| 37 | Junín | La Guayas | La Guayas | Secundino Moreira |

Continuación de Anexo 1.

| Finca número | Cantón | Comunidad | Finca | Nombre del productor |
|---------------------|---------------|------------------|---------------|-----------------------------|
| 38 | Junín | La Guayas | La Guayas | Manuel Bravo |
| 39 | Junín | La Guayas | La Guayas | Manuel Esmeraldas |
| 40 | Junín | La Guayas | Camarón Macho | Perfecto Pinoargote |
| 41 | Junín | La Guayas | La Guayas | Humberto Zambrano |
| 42 | Junín | La Guayas | La Guayas | Antonio Vergara |
| 45 | Junín | Montañita | Montañita | Andrés García |
| 46 | Junín | Montañita | Montañita | Francisco Sabando |
| 47 | Junín | Montañita | Montañita | Eduardo Reyes |
| 48 | Junín | Montañita | Montañita | Pedro Vera |
| 49 | Junín | Matapalo | Matapalo | Norberto Chica |
| 50 | Tosagua | Matapalo | Matapalo | Eudoro Espinosa |
| 51 | Tosagua | Matapalo | Matapalo | Alfonso Zambrano |
| 52 | Tosagua | Matapalo | Matapalo | Luis Vélez |
| 53 | Tosagua | Matapalo | Matapalo | Heriberto Cedeño |
| 54 | Tosagua | Matapalo | Matapalo | Juan Zambrano |

Anexo 4. Formato de recolección de información

Guía de diálogo semiestructurado con productores de la zona del Carrizal Chone con sistema de maíz con árboles dispersos.

Nombre del encuestador:

Fecha

I. UBICACIÓN DE LA FINCA

1. Nombre de la finca.....
2. Sitio o Comunidad.....
3. Parroquia.....
4. Cantón.....

A. ASPECTOS SOCIALES

II. EL PROPIETARIO

5. ¿Cuál es su nombre?
6. ¿Cuántos años tiene Ud.?
7. ¿Cuántos años tiene Ud. de estar en la zona?.....
8. ¿Qué educación ha recibido?.....
9. ¿Cuál es su principal ocupación económica?

| ACTIVIDAD | ORDEN EN IMPORTANCIA |
|-----------|----------------------|
| | |

10. ¿Además de trabajar en la parcela. trabaja en otras fincas por salario?
.....

III. LA FAMILIA

11. ¿De cuántos miembros se compone su familia? Que hacen? Y que educación han recibido?

Esposa: si: no: # de hijas-----# de hijos-----

total (incluyendo al productor):-----

Cuántas personas dependen de la finca actualmente-----

12. ¿En algún mes Ud. o su familias trabaja fuera de la finca? Si --- No

| Quien? | Mes | Actividad? | Donde? |
|--------|-----|------------|--------|
| | | | |

13. ¿Ud. es dueño de la tierra----- alquila?de un familiar..... le esta cuidando.....

observaciones:

14. ¿Ud. emplea mano de obra externa en su finca para la preparación de la parcela? Si---No---

para la siembra: Si---No---

para la deshierba: Si---No---

para la cosecha: Si---No---

Observaciones:

IV. LA FINCA

15. ¿Cuántas parcelas posee o alquila Ud.? Posee.....Alquila.....

16. ¿Cuál es el área total de la(s) parcelas(s) que tiene o trabaja?.....cuadras

17. ¿Qué cultivos tiene en su finca actualmente? (marcar con X)

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|----------|-------------------------|
| Maíz? | Maní? | Yuca? | Arroz? | Caupí? | Plátano? | Otros? (especificar) |
| | | | | | | |

18. ¿Cuáles son los principales usos que tiene su tierra?

| Uso de la tierra | Área (cuadras) |
|------------------------|----------------|
| Maíz | |
| Otros cultivos anuales | |
| Pastos | |
| Rastrojal | |
| Bosque | |
| Otros | |
| Área total | |

Observaciones:

19. ¿Cuáles animales tiene en su finca Y con que finalidad?

| Animal | # de animales | Para autoconsumo? | Para venta? |
|----------|---------------|-------------------|-------------|
| Ganado | | | |
| Gallinas | | | |
| Chanchos | | | |
| Caballos | | | |
| Burros | | | |
| Chivos | | | |
| Otros | | | |

20. ¿Cómo era el uso de la tierra hace 20 años en su finca?.....

VI. EL COMPONENTE AGRÍCOLA

A) Preparación de la parcela de maíz

21. ¿Cómo prepara Ud. el terreno para la siembra de maíz?

22. ¿Realiza Ud. quemas en su parcela de maíz?

a) ¿Si lo realiza. ¿Cuál es la finalidad?

b) ¿Si no quema. hace cuanto tiempo dejo de hacerlo? Y por qué?

23. ¿Ha visto algún efecto de la quema sobre los árboles? Si..... No.....

Si ha visto. que efecto ha visto?.....

24. Cuando quema la parcela. toma alguna medida para evitar que los árboles se quemem?.....

Si..... No..... En caso positivo. que hace?

B. Siembra de maíz

25. ¿Qué variedad y/o híbrido de maíz siembra Ud. junto con árboles dispersos?.....
26. ¿Dónde Ud. obtiene la semilla de maíz?.....
27. Hay alguna variedad de maíz que es mejor para combinar con árboles dispersos? Si..... No.....
En caso positivo. cual?.....
28. ¿Qué distancia de siembra utiliza en la parcela de maíz?.....
29. En las partes de las fincas donde hay árboles. a que distancia de los árboles siembra el maíz?
30. ¿Cómo controla las malezas en su parcela de maíz?
Deshierbe manual? Si..... No.....
Utiliza agroquímicos? Si..... No..... Cuáles?
31. Ha visto algún efecto de los agroquímicos sobre los árboles? Si..... No.....
En caso positivo. que efecto ha visto?.....
32. ¿Ud. fertiliza su maíz sembrado con árboles dispersos ? Si..... No.....
Que fertilizante utiliza?
Cada cuanto lo aplica?|
33. ¿Ud. aplica insecticidas en su maíz sembrado con árboles dispersos? Si..... No.....

| Insecticida | (Cuando aplica?) Plaga |
|-------------|------------------------|
| | |

34. Existen problemas de plagas en áreas de maíz cerca de los árboles? Si..... No.....
Si hay. cuales? Y porque?.....
35. En su parcela de maíz. donde hay más problemas de plagas. cerca de los árboles o lejos de los árboles?
Cerca de los árboles..... Lejos de los árboles.....

36. ¿Cuántos qq. de maíz obtiene Ud. por cuadra?.....
37. ¿Cuál es el destino de la producción de maíz? Y que porcentaje representa cada destino?

| Destino | % |
|-----------------------------|---|
| Venta | |
| Consumo directo | |
| Consumo animales de la casa | |
| Otros | |

Observaciones:

38. ¿Después de cosechar el maíz. qué uso les da Ud. a los rastrojos?
39. ¿Ingresa Ud. ganado en la parcela de maíz. una vez realizada la cosecha? Si..... No.....
¿Por cuántos días se quedan en la parcela?.....
40. ¿Quema los rastrojos? Si..... No.....
41. Usted acostumbra dejar su parcela en rastrojal después de cultivar maíz? Si..... No.....
Cuantos años cultiva maíz en la misma parcela?
Por cuantos años deja la parcela en rastrojal (antes de sembrar de nuevo?)
Con que finalidad deja el rastrojal?

V. EL COMPONENTE FORESTAL

42. ¿Qué especies de árboles tiene Ud. en su parcela con maíz? Cuales son las más comunes (indicar con un x).

| Nombre local | Madera | Leña | Fruto | Forraje | Fruto para aves | Horcón | Estacas | Carbón | Sombra | Otros (especificar) |
|--------------|--------|------|-------|---------|-----------------|--------|---------|--------|--------|---------------------|
| | | | | | | | | | | |

43. ¿Cuáles son las ventajas de tener árboles en su parcela de maíz?.....
 44. ¿Cuáles son las desventajas de tener árboles en su parcela de maíz?.....
 45. ¿Cuáles productos obtiene Ud. de los árboles dispersos en su parcela de maíz?

| Producto | % que obtiene de los árboles |
|----------|------------------------------|
| Madera | |
| Leña | |
| Fruto | |

46. ¿Ud. siembra árboles en su finca?..... o nacen solos?.....
 Si siembra, que tipo de árboles siembra?
 47. ¿Cuáles árboles nacen en las parcelas de maíz?
 48. ¿De los árboles que nacen solos en sus parcelas, cuales mantiene en la parcela?
 Porque?
 Cuales elimina?
 Porque?
 49. ¿Ud. da algún manejo a los árboles dentro de la parcela de maíz? Si..... No.....
 A cuales especies realiza podas o descope?
 Porque?
 A cuales especies desrama?
 Porque?
 50. ¿Según su opinión, cuales árboles son más compatibles con el maíz? Por qué?
 51. ¿Según su opinión, cuales árboles son menos compatibles con el maíz? Por qué?
 52. ¿Según su opinión cuales árboles de su parcela de maíz son mejores para madera?
 53. ¿Según su opinión cuales árboles de su parcela de maíz son mejores para leña?
 54. ¿Según su opinión cuales árboles de su parcela de maíz son mejores para fertilizar o abonar el suelo? Si..... No..... Cuales?.....
 55. ¿Si existe sequía es mejor tener maíz con árboles o sin árboles? ConSin.....
 Porque?.....
 56. En años lluviosos, es mejor tener maíz con árboles o sin árboles? ConSin.....
 Porque?.....
 57. Según su opinión, cual es el número de árboles dispersos que se debe tener en una cuadra de maíz.....árboles
 58. ¿Le gustaría tener más árboles dispersos en su área de maíz? Si----- No-----
 Cuáles?.....
 Otras observaciones o información.....

| Anexo 5. Listas de especies forestales con dap > a 5 cm presentes en las ocho localidades de la Cuenca del Río Carrizal | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|----------------------------|---------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|----------|-------|
| Especie | Nombre común | Familia | Chavela | Pectichal | Miramar | Cianaga | Cerezo | Guaymas | Montaña | Matapala | Total |
| 1 <i>Delonix regia</i> | acacia roja | Fabaceae /Caesalpinioideae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 2 <i>Bixa orellana</i> | achiote | Bixaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 3 <i>Cupania cinerica</i> | achotillo | Sapindaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 <i>Prosopis spp</i> | algarrobo | Fabaceae /Mimosoideae | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 | 1 | 5 | 8 | 27 |
| 5 <i>Prosopis pallida</i> | algarrobo amarillo | Fabaceae /Mimosoideae | 18 | 55 | 37 | 2 | 74 | 51 | 5 | 5 | 247 |
| 6 <i>Prosopis affinis</i> | algarrobo negro | Fabaceae /Mimosoideae | 2 | 2 | 8 | 0 | 6 | 11 | 17 | 70 | 116 |
| 7 <i>Terminalia catappa</i> | almendro | Combretaceae | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 8 <i>Centrolobium paraense</i> | amarillo | Fabaceae | 15 | 4 | 0 | 5 | 4 | 5 | 0 | 0 | 33 |
| 9 <i>Cochlospermum vitifolium</i> | bototillo | Cochlospermaceae | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 10 <i>Ochroma pyramidale</i> | boya o balsa | Bombacaceae | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 11 <i>Machaerium millei</i> | cabo de hacha | Fabaceae /Papilionoideae | 2 | 0 | 0 | 3 | 6 | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 12 <i>Pouteria sp</i> | cañito Morado | Sapotaceae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 13 <i>Caesalpinia spp</i> | cascol | Fabaceae /Caesalpinioideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 194 <i>Malpighia puniceifolia</i> | cerezo | Malpighiaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 3 |
| 15 <i>Fernandina baccharoides</i> | chilca | Asteraceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 16 <i>Eriotheca ruizii</i> | chirigua, Jaile | Bombacaceae | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 17 <i>Acnistus arborescens</i> | cojojo | Solanaceae | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 18 <i>Phyllanthus arborescens</i> | culo pesado, quitasol | Solanaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 <i>Cajobaba arborea</i> | dormilón | Fabaceae /Mimosoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 |
| 20 <i>Muntingia calabura</i> | frutillo o niguito | Elaeocarpaceae | 2 | 7 | 10 | 4 | 0 | 5 | 2 | 7 | 37 |
| 21 <i>Inga spectabilis</i> | guaba de machete | Fabaceae /Mimosoideae | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 22 <i>Pithecellobium spp</i> | guachapeli blanco | Fabaceae /Mimosoideae | 4 | 6 | 3 | 0 | 5 | 3 | 4 | 0 | 25 |
| 23 <i>Albizia guachapete</i> | guachapeli prieto | Fabaceae /Mimosoideae | 21 | 5 | 14 | 6 | 12 | 8 | 9 | 10 | 85 |
| 24 <i>Annona muricata</i> | guanabano | Annonaceae | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 25 <i>Guazuma ulmifolia</i> | guasmo | Sterculiaceae | 149 | 18 | 22 | 24 | 27 | 23 | 2 | 2 | 267 |
| 26 <i>Psidium guajava</i> | guayaba | Myrtaceae | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 27 <i>Psidium sp</i> | guayabillo | Myrtaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 28 <i>Tabebuia chrysantha</i> | guayacán | Bignoniaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| 29 <i>Spondias mombin</i> | hobo agrio o de monte | Anacardiaceae | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 30 <i>Spondias purpurea</i> | hobo dulce | Anacardiaceae | 4 | 0 | 2 | 5 | 7 | 1 | 0 | 2 | 21 |
| 31 <i>Sapindus saponaria</i> | jaboncillo | Sapindaceae | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 32 <i>Melia azederach</i> | jazmin de Arabia | Meliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 33 <i>Cordia alliodora</i> | laurel | Boraginaceae | 28 | 20 | 0 | 50 | 1 | 0 | 0 | 0 | 99 |
| 34 <i>Citrus aurantifolia</i> | lunon agrio | Rutaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 35 <i>Citrus reticulata</i> | mandarina | Rutaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 36 <i>Sikincia sp.</i> | mangle o manglillo | Rubiaceae | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 37 <i>Mangifera indica</i> | mango de cabulla | Anacardiaceae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 38 <i>Mangifera indica</i> | mango chico y grande | Anacardiaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 39 <i>Mangifera indica</i> | mango de chupo | Anacardiaceae | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 40 <i>Mangifera indica</i> | mango miguelillo | Anacardiaceae | 3 | 2 | 3 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 16 |
| 41 <i>Crescentia cujete</i> | mate | Bignoniaceae | 0 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 | 13 |
| 42 <i>Triplaris guayaquilensis</i> | mojin o ferman sanchez | Polygonaceae | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 43 <i>Cordia lutea</i> | moyuyo | Boraginaceae | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 7 |
| 44 <i>Citrus sinensis</i> | naranja | Rutaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 |

Continuación de Anexo 5

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|------------------------------|-----------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|------|
| 45 | <i>Azadirachta indica</i> | neem | Meliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| 46 | <i>Schizolobium paralyba</i> | pachaco | Fabaceae /Caesalpinoideae | 6 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| 47 | <i>Alseis eggerstii</i> | palo de vaca | Rubiaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 48 | <i>Carica papaya</i> | papaya | Caricaceae | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 14 |
| 49 | <i>Vitex gigantea</i> | pechiche | Verbenaceae | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| 50 | <i>Leucaena trichodes</i> | pela caballo | Fabaceae /Mimosoideae | 18 | 4 | 6 | 3 | 5 | 3 | 0 | 27 | 66 |
| 51 | <i>Vallesia glabra</i> | perillo | Apocynaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 52 | <i>Trema micrantha</i> | sapan de paloma | Ulmaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 53 | <i>Capparis angulata</i> | sapote de perro | Capparidaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 54 | <i>Capparis cordata</i> | sapotillo | Capparidaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 55 | <i>Geoffroea spinosa</i> | seca | Fabaceae | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 9 |
| 56 | <i>Tamarindus indica</i> | tamarindo | Fabaceae /Caesalpinoideae | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 57 | <i>Bauhinia aculeata</i> | uña | Fabaceae /Caesalpinoideae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 58 | <i>Sesbania brenhinohii</i> | yuca de ratón | Fabaceae /Papilionoideae | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Total | | | | 322 | 137 | 114 | 129 | 189 | 122 | 58 | 148 | 1219 |

Anexo 6. Número de familias encontradas en individuos con dap > 5 cm, dap < 5 cm con altura > 50 cm de altura, e individuos con altura < a 50 cm

| Número | Familias | dap > 5 cm | dap < 5 cm y altura > 50 cm | altura < 50 cm | Total |
|--------|----------------------------|------------|-----------------------------|----------------|-------|
| 1 | Anacardiaceae | x | x | x | 3 |
| 2 | Apocynaceae | x | x | x | 3 |
| 3 | Bignoniaceae | x | x | x | 3 |
| 4 | Boraginaceae | x | x | x | 3 |
| 5 | Caricaceae | x | x | x | 3 |
| 6 | Asteraceae | x | x | x | 3 |
| 7 | Elaeocarpaceae | x | x | x | 3 |
| 8 | Fabaceae | x | x | x | 3 |
| 9 | Fabaceae /Caesalpinioideae | x | x | x | 3 |
| 10 | Fabaceae /Mimosoideae | x | x | x | 3 |
| 11 | Myrtaceae | x | x | x | 3 |
| 12 | Sapindaceae | x | x | x | 3 |
| 13 | Solanaceae | x | x | x | 3 |
| 14 | Sterculiaceae | x | x | x | 3 |
| 15 | Annonaceae | x | | x | 2 |
| 16 | Bombacaceae | x | x | | 2 |
| 17 | Cochlospermaceae | x | x | | 2 |
| 18 | Meliaceae | x | | x | 2 |
| 19 | Polygonaceae | x | x | | 2 |
| 20 | Rubiaceae | x | x | | 2 |
| 21 | Ulmaceae | x | x | | 2 |
| 22 | Aracaceae | | x | | 1 |
| 23 | Bixaceae | x | | | 1 |
| 24 | Capparidaceae | x | | | 1 |
| 25 | Combretaceae | x | | | 1 |
| 26 | Euphorbiaceae | | x | | 1 |
| 27 | Lecythidaceae | | x | | 1 |
| 28 | Malpighiaceae | x | | | 1 |
| 29 | Moraceae | | | x | 1 |
| 30 | Phytolacaceae | | x | | 1 |
| 31 | Rutaceae | x | | | 1 |
| 32 | Sapotaceae | x | | | 1 |
| 33 | Verbenaceae | | | x | 1 |
| | Total | 27 | 23 | 18 | 33 |

Anexo 7. Lista de las especies forestales con dap menor a 5 cm y mayores de 50 cm de altura en la Cuenca del Río Carrizal.

| Nombre común | Especie | Familia | Chavela | Pechichal | Miramar | Cianaga | Cerezo | Ln Guayas | Montañita | Matapalo | Total |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------|-----------|---------|---------|--------|--------------|-----------|----------|-------|
| Achotillo | <i>Cupania cinerea</i> | Sapindaceae | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| ajo de monte | <i>Gallesia integrifolia</i> | Phytolaccaceae | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Algarrobo | <i>Prosopis</i> spp | Fabaceae /Mimosoideae | 4 | 44 | 3 | 0 | 7 | 0 | 6 | 7 | 71 |
| amarillo | <i>Centrolobium paraense</i> | Fabaceae | 14 | 7 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 24 |
| aromo | <i>Acacia farnesiana</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| bototillo | <i>Cochlospermum vitifolium</i> | Cochlospermaceae | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| cabo de hacha | <i>Machaerium millei</i> | Fabaceae /Papilionoideae | 22 | 7 | 0 | 0 | 0 | 30 | 10 | 30 | 99 |
| cascol | <i>Caesalpinia coriaria</i> | Fabaceae /Caesalpinioideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| chala | <i>Croton fraseri</i> | Euohorbiaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| chilca | <i>Vernonia baccharoides</i> | Asteraceae | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| chirigua, Jaile | <i>Eriotheca ruizii</i> | Bombacaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| cojojo | <i>Acnistus arborescens</i> | Solanaceae | 84 | 26 | 5 | 16 | 14 | 0 | 16 | 1 | 162 |
| corozo | <i>Acrocomia</i> sp | Arecaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| colorado | <i>Mauria heterophylla</i> | Anacardiaceae | 5 | 9 | 21 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 59 |
| dormilón | <i>Cojoba arborea</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 23 | 12 | 13 | 6 | 19 | 25 | 38 | 6 | 142 |
| fósforo | <i>Coccoloba</i> sp | Polygonaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| frutilla o niguito | <i>Muntingia calabura</i> | Elaeocarpaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 |
| guachapeli blanco | <i>Pithecellobium</i> spp | Fabaceae /Mimosoideae | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| guachapeli prieto | <i>Albizia guachapele</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 34 | 4 | 1 | 1 | 17 | 2 | 5 | 4 | 68 |
| guasmo | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Sterculiaceae | 219 | 29 | 64 | 3 | 5 | 22 | 173 | 16 | 531 |
| guayaba | <i>Psidium guajava</i> | Myrtaceae | 3 | 0 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| guayabillo | <i>Psidium</i> sp | Myrtaceae | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| guayacán | <i>Tabebuia chrysantha</i> | Bignoniaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| hobo agrio o de monte | <i>Spondias mombin</i> | Anacardiaceae | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| hobo dulce | <i>Spondias purpurea</i> | Anacardiaceae | 2 | 3 | 0 | 6 | 13 | 0 | 0 | 1 | 25 |
| huevo de burro, clementina | <i>Grias lecythis</i> | Lecythidaceae | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| jaboncillo | <i>Sapindus saponaria</i> | Sapindaceae | 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 34 |
| laurel | <i>Cordia alliodora</i> | Boraginaceae | 109 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 114 |
| mate | <i>Crescentia cujete</i> | Bignoniaceae | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 6 |
| mojin o fernan sanchez | <i>Triplaris guayaquilensis</i> | Polygonaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| moyuyo | <i>Cordia lutea</i> | Boraginaceae | 32 | 0 | 11 | 1 | 4 | 6 | 10 | 49 | 113 |
| mufeco | <i>Rauvolfia littoralis</i> | Apocynaceae | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| palo de vaca | <i>Alseis eggersii</i> | Rubiaceae | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 0 | 15 |
| papaya | <i>Carica papaya</i> | Caricaceae | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| peña caballo | <i>Leucaena trichodes</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 43 | 14 | 53 | 0 | 12 | 50 | 8 | 50 | 230 |
| sapan de paloma | <i>Trema micrantha</i> | Ulmaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| seca | <i>Geoffroea spinosa</i> | Fabaceae | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

Continuación de Anexo 7.

| | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| tierra de monte, espino, o porotillo | <i>Pithecellobium dulce</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 5 | 1 | 4 | 0 | 4 | 19 | 1 | 26 | 60 |
| Uña | <i>Bauhinia aculeata</i> | Fabaceae /Caesalpinioideae | 66 | 57 | 35 | 2 | 36 | 331 | 11 | 91 | 629 |
| yuca de ratón | <i>Sesbania brenninohii</i> | Fabaceae /Papilionoideae | 36 | 6 | 1 | 0 | 1 | 6 | 3 | 0 | 53 |
| | | total | 811 | 223 | 229 | 42 | 135 | 498 | 330 | 289 | 2557 |

Anexo 8. Lista de las especies forestales menores a 50 cm de altura en la Cuenca del Río Carrizal.

| Nombre común | Especie | Familia | Chavela | Pechichal | Miramar | Cianaga | El Cerezo | La Guayas | Montañita | Matapalo | Total |
|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|
| achotillo | <i>Cupania cinerea</i> | Sapindaceae | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| algarrobo | <i>Prosopis</i> spp | Fabaceae /Mimosoideae | 0 | 61 | 195 | 4 | 25 | 0 | 2 | 15 | 302 |
| amarillo | <i>Centrolobium paraense</i> | Fabaceae | 2 | 7 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| aromo | <i>Acacia farnechiana</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| cabo de hacha | <i>Machaerium millei</i> | Fabaceae /Papilionoideae | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 15 | 25 | 50 |
| cascol | <i>Caesalpinia coriaria</i> | Fabaceae /Caesalpinioideae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| chilca | <i>Vernonia baccharoides</i> | Asteraceae | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| clavo | <i>Duranta triacantha</i> | Verbenaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| cojojo | <i>Acnistus arborescens</i> | Solanaceae | 19 | 32 | 3 | 76 | 25 | 0 | 0 | 2 | 157 |
| colorado | <i>Mauria heterophylla</i> | Anacardiaceae | 2 | 0 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| dormilón | <i>Cajoba arborea</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 10 | 57 | 213 | 47 | 117 | 32 | 37 | 2 | 515 |
| frutillo o niguito | <i>Muntingia calabura</i> | Elaeocarpaceae | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8 |
| guachapeli blanco | <i>Pithecellobium</i> spp | Fabaceae /Mimosoideae | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| guachapeli prieto | <i>Albizia guachapele</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 0 | 3 | 19 | 4 | 22 | 2 | 4 | 6 | 60 |
| guanabano | <i>Annona muricata</i> | Annonaceae | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| guasmo | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Sterculiaceae | 43 | 16 | 44 | 22 | 56 | 9 | 4 | 4 | 198 |
| guayaba | <i>Psidium guajava</i> | Myrtaceae | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| guayabillo | <i>Psidium</i> sp | Myrtaceae | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| guayacán | <i>Tabebuia chrysantha</i> | Bignoniaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| hobo agrio o de monte | <i>Spondias mombin</i> | Anacardiaceae | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| hobo dulce | <i>Spondias purpurea</i> | Anacardiaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| jaboncillo | <i>Sapindus saponaria</i> | Sapindaceae | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| jazmín de Arabia | <i>Melia azederach</i> | Meliaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 7 |
| laural | <i>Cordia alliodora</i> | Boraginaceae | 34 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 |
| majagua | <i>Poulsenia armata</i> | Moraceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| mate | <i>Crescentia cujete</i> | Bignoniaceae | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 39 | 0 | 1 | 46 |
| moyuyo | <i>Cordia lutea</i> | Boraginaceae | 10 | 0 | 24 | 0 | 2 | 0 | 1 | 58 | 95 |
| muñeco | <i>Rauwolfia littoralis</i> | Apocynaceae | 7 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| papaya | <i>Carica papaya</i> | Caricaceae | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| pela caballo | <i>Leucaena trichodes</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 16 | 33 | 139 | 17 | 18 | 26 | 3 | 63 | 315 |
| seca | <i>Geoffroea spinosa</i> | Fabaceae | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 |
| teca | <i>Tectona grandis</i> | Verbenaceae | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| tierra de monte, espino, o porotillo | <i>Pithecellobium dulce</i> | Fabaceae /Mimosoideae | 3 | 11 | 24 | 5 | 4 | 5 | 4 | 20 | 76 |
| uña | <i>Bauhinia aculeata</i> | Fabaceae /Caesalpinioideae | 38 | 25 | 141 | 8 | 74 | 197 | 9 | 148 | 640 |
| yuca de ratón | <i>Sesbania brenninohii</i> | Fabaceae /Papilionoideae | 4 | 3 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 13 |
| | | Total | 223 | 252 | 855 | 199 | 351 | 316 | 87 | 361 | 2644 |

Anexo 10. Valores propios de los componentes principales y proporción de la variabilidad explicada para cada uno de ellos

| | Valor propio | Diferencia | Proporción | Proporción acumulada |
|----|--------------|------------|------------|----------------------|
| 1 | 3,37223310 | 0,63937567 | 0,1204 | 0,1204 |
| 2 | 2,73285743 | 0,35813792 | 0,0976 | 0,2180 |
| 3 | 2,37471951 | 0,30973966 | 0,0848 | 0,3029 |
| 4 | 2,06497985 | 0,22625036 | 0,0737 | 0,3766 |
| 5 | 1,83872948 | 0,22832336 | 0,0657 | 0,4423 |
| 6 | 1,61040612 | 0,02165814 | 0,0575 | 0,4998 |
| 7 | 1,58874797 | 0,12436415 | 0,0567 | 0,5565 |
| 8 | 1,46438382 | 0,15637040 | 0,0523 | 0,6088 |
| 9 | 1,30801342 | 0,15725408 | 0,0467 | 0,6555 |
| 10 | 1,15075934 | 0,05657299 | 0,0411 | 0,6966 |
| 11 | 1,09418635 | 0,06981100 | 0,0391 | 0,7357 |
| 12 | 1,02437535 | 0,11357219 | 0,0366 | 0,7723 |
| 13 | 0,91080316 | 0,09689808 | 0,0325 | 0,8048 |
| 14 | 0,81390508 | 0,08303613 | 0,0291 | 0,8339 |
| 15 | 0,73086895 | 0,11521501 | 0,0261 | 0,8600 |
| 16 | 0,61565393 | 0,03977176 | 0,0220 | 0,8820 |
| 17 | 0,57588218 | 0,06726778 | 0,0206 | 0,9026 |
| 18 | 0,50861439 | 0,01501037 | 0,0182 | 0,9207 |
| 19 | 0,49360402 | 0,10569165 | 0,0176 | 0,9383 |
| 20 | 0,38791237 | 0,04243584 | 0,0139 | 0,9522 |
| 21 | 0,34547653 | 0,08354553 | 0,0123 | 0,9645 |
| 22 | 0,26193100 | 0,05489106 | 0,0094 | 0,9739 |
| 23 | 0,20703994 | 0,03185609 | 0,0074 | 0,9813 |
| 24 | 0,17518385 | 0,02546817 | 0,0063 | 0,9875 |
| 25 | 0,14971569 | 0,03905058 | 0,0053 | 0,9929 |
| 26 | 0,11066511 | 0,05193187 | 0,0040 | 0,9968 |
| 27 | 0,05873324 | 0,02911442 | 0,0021 | 0,9989 |
| 28 | 0,02961882 | | 0,0011 | 1,0000 |