Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
ESCUELA DE POSGRADO

"Contribución de los árboles en finca a los medios de vida de familias rurales en dos sitios contrastantes de Nicaragua"

Por

Freddy Marcelo Amores Contreras

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de

***Magister Scientiae* en Agroforestería y Agricultura Sostenible**

Turrialba, Costa Rica, 2015

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

***MAGISTER SCIENTIAE* EN AGROFORESTERÍA Y AGRICULTURA SOSTENIBLE**

FIRMANTES:

Eduardo Somarriba, Ph.D.
Codirector de tesis

Rolando Cerda, M.Sc.
Codirector de tesis

Geovana Carreño, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Jenny Ordoñez, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Decano Programa de Posgrado

Freddy Amores Contreras
Candidato

DEDICATORIA

A **Dios.**

A mis **amados padres Freddy y Patricia**, por su ejemplo, amor y apoyo en cada etapa y desafío de mi vida.

A mi **pequeño y amado hijo Marcelo Nicolás** por ser uno de los principales motores de mi voluntad.

A mis **hermanas Sandy y Gabriela** por ser siempre mis amigas.

A mis **abuelos Piedad y Julio**, dos estrellas en el universo que me guían y protegen siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mi amada familia, por todo el apoyo y la ayuda brindada durante todas las etapas de mi vida, por enseñarme que el mejor horizonte a llegar es el hogar.

A Donají García, por su compañía, amor y apoyo durante estos dos últimos años, por ser ya mi familia.

A Iván Garzón, por su amistad brindada y por sus enseñanzas en el campo profesional y académico.

A la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación del Ecuador, por darme la oportunidad de postular y hacerme acreedor a una beca.

A mis codirectores de tesis por su ayuda, paciencia, enseñanzas y consejos durante todas las fases de la investigación.

A los miembros del Comité Asesor, por su ayuda y valiosos aportes durante todas las etapas de la investigación.

A Sergio Vílchez, por el tiempo y la colaboración brindada para realizar los análisis estadísticos.

A los profesores y el personal administrativo de la Escuela de Posgrado de CATIE, por ayudarme en temas de diferente índole.

A mis compañeros de maestría y fase de campo, Willan Caicedo y Samuel Oblitas, por su apoyo y trabajo en equipo siempre.

A las 90 familias rurales visitadas, por brindarme su tiempo e intercambiar sus experiencias.

A mis compañeros de maestría, por todos los momentos agradables vividos durante la estancia en CATIE.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Antecedentes 1
1.2 Justificación 2
1.3 Importancia 2
2. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivo general 3
2.2. Objetivos específicos 3
3. MARCO CONCEPTUAL 4
3.1 Sistemas agroforestales en Nicaragua 4
3.1.1 Sistemas silvopastoriles 4
3.1.2 Patios o huertos caseros 4
3.1.3 Cafetales con sombra 5
3.1.4 Cacaotales con sombra 6
3.1.5 Granos básicos con árboles dispersos 7
3.2. Contribución de los árboles a los medios de vida de hogares rurales. 7
3.3. Diversidad en sistemas agroforestales 8
3.4. ¿Qué es la curva de transición forestal? 9
4. RESULTADOS 10
5. CONCLUSIÓN 10
LITERATURA CITADA 10
Artículo: Contribución de los árboles en finca a los medios de vida de familias rurales en dos sitios contrastantes de Nicaragua. 15
RESUMEN 15
1. INTRODUCCIÓN 15
2. MATERIALES Y MÉTODOS 18
2.1 Descripción del área de estudio, selección de fincas y usos de suelo 18
2.2 Variables medidas 19
2.3 Toma de datos 19
2.3.1 Diversidad y densidad de los árboles 19
2.3.2 Producción de los árboles 20
2.3.3 Aprovechamiento de productos arbóreos e indicadores económicos 21
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 22
3.1 Modelo uno: Comparación de sitios a nivel de finca 22
3.2 Modelo dos: Comparación de sitios a nivel de uso de suelo, comparación entre usos de suelo e interacciones 22
4. RESULTADOS 23

4.1 Comparación de sitios a nivel de fincas 23
4.1.1 Descripción de las fincas 23
4.1.2 Diversidad y densidad de árboles 24
4.1.3. Producción y aprovechamiento de productos arbóreos 24
4.1.4 Indicadores económicos 25
4.2 Comparación de sitios a nivel de usos de suelo (parcela) 26
4.2.1 Diversidad y densidad de árboles 26
4.2.2 Producción de productos arbóreos 28
4.2.3 Indicadores económicos 29
4.3 Usos de suelo 30
4.3.1 Diversidad de árboles 30
4.3.2 Densidad y área basal de árboles 32
4.3.3 Producción de productos arbóreos 32
4.3.4 Indicadores económicos 35
5. DISCUSIÓN 36
5.1 Diversidad y densidad de árboles 36
5.2 Contribución de los árboles a los medios de vida 39
5.3 ¿Cómo potencializar la contribución de los árboles a partir su producción en las fincas? 41
5.3.1 Producción frutas 42
5.3.2 Volumen de madera en pie 42
5.3.3 Leña en pie 43
5.3.4 Manejo de árboles de acuerdo con el uso de suelo 44
7. Conclusión 45
Agradecimientos 46
LITERATURA CITADA 46
Anexo 1. Salidas de ANOVA para cada una de las variables evaluadas para la comparación de sitios a nivel de usos de suelo, usos de suelo e interacciones entre sitios y usos de suelo 54
Anexo 2. Encuesta aplicada en campo sobre el aprovechamiento de productos arbóreos, su destino, costos de cosecha y comercialización. 65
Anexo 3. Similitud en composición (usos de suelo) y áreas totales de fincas 66
Anexo 4. Promedio y rango de áreas (ha^{-1}) de los usos de suelo en las fincas visitadas de La Dalia y Waslala 68
Anexo 5. Promedios de aprovechamiento relativo (%) de los diferentes productos arbóreos en los usos de suelo evaluados. 68
Anexo 6. Proporciones de tipos de árboles (abundancia relativa) en la relación con la abundancia total de individuos en los distintos usos de suelo evaluados. 69
Anexo 7. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies arbóreas registradas en La Dalia 70

Anexo 8. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies arbóreas registradas en Waslala ..... …75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Característica climatológicas, topogográficas y número de fincas y usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala……..18

Cuadro 2. Ecuaciones alométricas utilizadas para calcular la cantidad de biomasa acumulada en los individuos clasificados como leña……..20

Cuadro 3. Promedio de riqueza, indice de Shannon, densidad y área basal de los árboles en las fincas de La Dalia (n = 45) y Waslala (n = 45)……24

Cuadro 4. Promedio del volumen de madera en pie , leña en pie y rendimiento de frutas en las fincas de La Dalia (n= 45) y Waslala (n= 45)……25

Cuadro 5. Promedio de la frecuencia de cosecha de madera y del porcentaje de aprovechamiento de los otros productos arbóreos en relación a la disponibilidad total en las fincas de La Dalia (n = 45) y Waslala (n = 45)……25

Cuadro 6. Valor promedio de indicadores económicos (US$ ha^{-1} $año^{-1}$) generados por el manejo, consumo y venta de productos arbóreos en fincas de La Dalia (n = 45) y Waslala (n = 45)……..26

Cuadro 7. Promedio de riqueza de especies, índice de Shannon, densidad y área basal de los árboles en La Dalia y Waslala…….....26

Cuadro 8. Listado de las diez especies con mayor índice de valor de importancia en La Dalia y Waslala……..27

Cuadro 9. Promedio del volumen de madera en pie en La Dalia y Waslala calculado a partir de la fórmula del tronco de cono……...28

Cuadro 10. Rendimiento promedio de los diferentes frutales registrados en La Dalia y Waslala……28

Cuadro 11. Promedio de leña en pie (Mg ha^{-1}) y aprovechamiento anual por las familias de La Dalia y Waslala (Mg $año^{-1}$)……29

Cuadro 12. Valor promedio de indicadores económicos (US$ ha^{-1} $año^{-1}$) generados por el manejo, consumo y venta de productos arbóreos en La Dalia y Waslala……29

Cuadro 13. Promedio de riqueza de especies e indice de diversidad de especies arbóreas en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala (n total =271)……30

Cuadro 14. Índice de similitud de composición botánica de Morisita-Horn para los usos de suelo estudiados en La Dalia y Waslala……30

Cuadro 15. Promedio de densidad (árboles ha^{-1}) y área basal (m^2 ha^{-1}) de los árboles en los usos de suelo estudiados de La Dalia y Waslala (n total =271)……..32

Cuadro 16. Promedio del volumen de madera en pie, leña en pie y rendimiento de frutas en los usos de suelo estudiados de La Dalia y Waslala……34

Cuadro 17. Valor promedio de indicadores económicos (US$ ha^{-1} $año^{-1}$) generados por el manejo, consumo y venta de productos arbóreos por usos de suelo en fincas de La Dalia y Waslala……34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Histograma de frecuencia de las áreas registradas en las 45 fincas visitadas de La Dalia y 45 fincas de Waslala…….23

Figura 2. Matriz de diagramas de dispersión de la relación entre las variables de área, riqueza y abundancia para las fincas de La Dalia y Waslala……24

Figura 3. Composición promedio de las fincas visitadas en La Dalia (45) y Waslala…….24

Figura 4. Porcentaje de especies arbóreas de acuerdo con su uso en La Dalia y Waslala. ……..27

Figura 5. Índice de valor de importancia (IVI) para las cinco especies más importantes en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala……..31

Figura 6. Porcentaje de especies de árboles de acuerdo con su uso en los uso de suelo evaluado de La Dalia y Waslala.……..31

Figura 7. Rendimiento promedio de cítricos en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala.…….**....**33

Figura 8. Rendimiento promedio de otras frutas que se cuantifican en unidades (guayaba, coco, pera de agua, zapote, melocotón) en los diferentes usos de suelo en La Dalia y Waslala ……..33

Figura 9. Histograma de frecuencias de las probabilidades de que dos fincas en La Dalia y Waslala sean iguales o diferentes en términos de composición y áreas de usos de suelo....67

Figura 10. Histograma de frecuencias de las probabilidades de que dos fincas en La Dalia y Waslala difieran en el área total……...67

RESUMEN

La expansión de la frontera agrícola durante las últimas décadas ha contribuido a mitigar la pobreza. Sin embargo, esto ha tenido un costo sobre la cobertura arbórea que se ha visto reducida, afectando negativamente los ecosistemas, razón por la cual se necesita de estrategias de desarrollo rural más sostenibles. Nicaragua es considerado uno de los países con una de las tasas más altas de deforestación en la región centroamericana, con un avance de la frontera agrícola que se da a un ritmo de 70 mil hectáreas por año. La agroforestería se viene promoviendo como posible solución a la degradación ambiental causada por este fenómeno. Una limitante es que la mayoría de estudios agroforestales en Nicaragua se han enfocado en variables biofísicas y poco se conoce del aporte económico que brindan los árboles a las familias rurales, lo cual podría ser información clave para incentivar un mayor diseño y manejo de fincas con árboles por parte de los actores vinculados al área rural. Para obtener información sobre la contribución de los árboles a la economía de las familias rurales y conocer cómo el contexto biofísico y socieconómico puede influir en esta, se visitaron 45 fincas en La Dalia y 45 en Waslala, dos sitios contrastantes del centro-norte de Nicaragua, en cada finca se evaluaron 5 usos de suelo de interes : cacaotales, cafetales, granos básicos, pasturas y patios. Se evaluaron cuatro grupos de variables: diversidad de árboles, densidad y área basal de árboles, producción de árboles (madera en pie, leña en pie y frutas) y beneficios económicos generados por los árboles. Las poblaciones de árboles de los sitios son similares en diversidad, densidad y área basal. Los sitios tambien son similares en la producción de la mayoría productos arbóreos, pero diferentes en el beneficio familiar generado por su aprovechamieto, siendo Waslala el sitio que presenta un mayor beneficio (US$ 544 $ha^{-1}año^{-1}$). Para la mayoría de las variables, el comportamiento de los usos de suelo fue independiente del sitio al que pertenecían. Los cafetales y cacaotales fueron los usos de suelo que presentaron la mayor diversidad, densidad y área basal de árboles. Del mismo modo fueron también los que presentaron una mayor producción de los árboles y el mayor beneficio económico por su aprovechamiento con un valor entre US$ 242 y 268 $ha^{-1}año^{-1}$. Los árboles en finca representan un suministro constante de productos que incrementan el bienestar socieconómico de las familas rurales, este beneficio podría aumentar si se aprovecha el potencial de productos arbóreos presentes en las fincas mediante el entrenamiento de productores e incorporación a mercados.

PALABRAS CLAVE: Agroforestería, usos de suelo, árboles, madera, leña, frutas, autoconsumo, indicadores económicos, diversidad.

SUMMARY

The expansion of the agriculture frontier during the last decades has contributed to mitigate the poorness. However, this has had a negative effect over the tree cover and the ecosystems, because of it are necessary strategies of rural development more sustainable. Nicaragua is considered one of the countries with the highest deforestation rates of Central America, with an advance of the agriculture frontier of 70 thousand hectares per year. The agroforestry is promoted as a possible solution to the environmental degradation caused by the deforestation. One limiting factor is the fact that the most agroforestry researches has focused in biophysics variables and little is known about the economic contribution that provide the tree in farms to the rural families. This could be key information to encourage to the rural actors to designs and management more farms with trees. To obtain information about the contribution of the tree to the economies of rural families and to know how the biophysics and socioeconomic context affect this, 45 farms were visited in La Dalia and 45 in Waslala, two contrasting sites of the Nicaragua north, in each farm 5 land uses of interest were evaluated, these were: cocoa plantation, coffee plantation, basic grains, pastures and home gardens. Four groups of variables were evaluated: tree diversity, density and basal area of trees, tree production (timber, firewood and fruits) and economic profits generated by the use of tree products. The diversity, density and basal area of the trees were similar in both sites. The sites were also similar in the production of the most tree products but different in the economic profit generated by its consumption or sale, Waslala was the site that show a major profit (US$ 544 ha-1year-1). For the most of the variables the response of the land uses was independent of the site that they belonged. The coffee and cocoa plantation were the land uses that show more diversity, density and basal area of trees. In the same way, these were the land uses that presented the highest production of tree products and economic profits by the consumption or sale of them. The tree in farm supply products that increase the socioeconomic welfare of the rural families, this welfare could be increased if the rural actors take more advantage of the stock of tree products that store the farms by mean of the training of the farmers and market involvement.

KEY WORDS: Agroforestry, land uses, trees, timber, firewood, fruits, economic indicators, diversity.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Desde que en el año 2000 se fijaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio, la reducción de la pobreza y la sostenibilidad ambiental han sido temas prioritarios en las políticas de desarrollo de la comunidad internacional (Garrity 2004; Schreckenberg *et al.* 2006). Aproximadamente, el 75 % de las personas pobres se encuentran en las zonas rurales de los países subdesarrollados, y basan sus medios de vida en la actividad agrícola y el aprovechamiento del bosque y sus recursos. El desarrollo rural es un pieza clave tanto para mejorar la calidad de vida de la población como para conservar los recursos naturales (Dixon *et al.* 2001; Kaimowitz y Sheil 2007).

La agroforestería es una alternativa de desarrollo rural sostenible basada en la integración árboles y cultivos en arreglos espaciales y temporales que permitan cubrir necesidades económicas, sociales y ambientales (Garrity 2004; Kalaba *et al.* 2010; Jamnadass *et al.* 2011). Actualmente se estima que más de 1.2 billones de personas practican la agroforestería, y de estas casi la mitad (46%) vive en paisajes agrícolas con más del 10 % de cobertura arbórea, que ocupan cerca de un billón de hectáreas (Zomer *et al.* 2009; Leakey 2013). Este hecho ha causado que autoridades vinculadas a la conservación, los bosques y el desarrollo, diseñen estrategias más amplias e integrales que tomen en cuenta la fuerte relación existente entre árboles, agricultura y las personas (Ambrose-Oji 2003; Schreckenberg *et al.* 2006).

Los árboles dentro de las fincas pueden contribuir a las estrategia de subsistencia de los productores, ayudarles a enfrentar eventualidades socioeconómicas o climáticas, suplir la demanda de productos importantes (madera, leña, frutos, medicinas y forraje) para sus medios de vida (Akinnifesi *et al.* 2008), mantener la fertilidad de los suelos mediante fijación de nitrógeno o la incorporación de materia orgánica al suelo (hojas, ramas, etc.) y rehabilitar tierras degradas, las cuales representan el 15 % de la superficie agrícola de los países en vías de desarrollo (Ajayi *et al.* 2007; Faye *et al.* 2010).

La contribución de los árboles a los medios de vida de las familias rurales ha sido reconocida por varios estudios llevados a cabo en África, Asia y América (Akinnifesi *et al.* 2008; Philpott *et al.* 2008; Cerda *et al.* 2014). Por ejemplo, en África del Sur, las frutas cosechadas de árboles nativos del ecosistema Miombo representan el 42 % de los alimentos consumidos por la población; en Guatemala, se estima que el 77 % de los productores extraen la madera de sus fincas para construcciones domésticas; en Perú, el 10 % de ingresos obtenidos en sistemas agroforestales de café corresponden al aprovechamiento de frutas de los árboles de sombra; en Brasil, muchas especies arbóreas del ecosistema Caatinga son esenciales para las prácticas terapéuticas de las comunidades, y en las zonas áridas del centro de Chile, el sistema espinal provee leña y carbón a los ganaderos y productores de cereales, al mismo tiempo que favorece al contenido de materia orgánica en el suelo (Akinnifesi *et al.* 2006; De Albuquerque *et al.* 2007; Muñoz *et al.* 2007; Rice 2008; Rice 2011)

El retorno económico por la presencia de los árboles en las fincas puede alcanzar hasta un 88% (Alston y Pardey 2001), debido a que requiere un manejo poco intensivo, y puede compensar bajas producciones de los cultivos principales o fluctuaciones de precios en el mercado (Schreckenberg *et al.* 2006; Leakey *et al.* 2007). Sin embargo, a pesar de que los árboles contribuyen en muchas formas a los medios de vida de las personas, la mayoría de estudios se ha enfocado solamente en su aporte ecológico (Montagnini y Nair 2004; Mcneely y Schroth 2006), y pocos han evaluado su contribución socioeconómica a los medios de vida de las familias rurales (Rice 2011).

1.2 Justificación

Los estudios socioeconómicos sirven para cuantificar los beneficios de los productos agroforestales, los cuales pueden variar dependiendo del contexto de las zonas. Hasta la actualidad, las investigaciones de este tipo han buscado determinar la contribución de los árboles a la economía y autoconsumo de hogares rurales, en función de factores como un uso de suelo determinado (Faye *et al.* 2010; Cerda *et al.* 2014), posición económica de los productores (Ambrose-Oji 2003), intensificación del manejo y oportunidades de mercado (Rice 2008; Rice 2011). Sin embargo, es escasa la información relacionada con la variación de esta contribución según los usos de suelo y el contexto agrícola de los sitios.

El estudio buscó determinar si la contribución de los árboles varía entre los usos de suelo en fincas de dos sitios con historial agrícola contrastante (La Dalia y Waslala) en el Paisaje Centinela de Nicaragua-Honduras (Leguía *et al.* 2014). Los "Paisajes Centinelas" son seis áreas delimitadas en África, Asia y América, caracterizados por estar constituidos por paisajes heterogéneos que podrían representar una supuesta curva de transición forestal (Mather y Needle 1998). Tienen como finalidad ser la base de estudios multidisciplinarios que permitan entender mejor la relación que existe entre los árboles y los medios de vida de las personas, la contribución de la diversidad arbórea a la mitigación del cambio climático, y los factores socioeconómicos que influyen en los cambios de uso de la tierra (J.Ordoñes y N.Sepulveda 2013).

La Dalia y Waslala son sitios que difieren principalmente en lo que respecta a la densidad poblacional y acceso a mercados, siendo La Dalia el que tiene un mayor desarrollo en estos dos aspectos. Waslala es un sitio donde se practica mayoritariamente la agricultura de subsistencia, y el acceso a mercados por parte de las comunidades rurales es bastante restringido debido a su aislamiento. Otra diferencia entre los sitios está asociada a los remanentes de bosques, los cuales están en mayor cantidad en Waslala. Ambos sitios presentan sistemas de producción diversificados, pudiendo estar constituidos por cinco y siete usos de la tierra.

1.3 Importancia

Demostrar y documentar que los árboles contribuyen significativamente a los medios de vida de familias rurales, con datos cuantitativos analizados responsablemente, puede ser de utilidad para promover más árboles en paisajes deforestados y evitar una mayor deforestación en otros, lo cual contribuiría a los servicios ecosistémicos locales (finca y comunidades), y también a servicios más globales como la mitigación del cambio climático,

al tener paisajes con más árboles que funcionen como sumideros de carbono, recuperadores de suelos, creadores de microclimas , entre otros.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Estimar la contribución de los árboles a la economía y al autoconsumo familiar en los usos de suelo predominantes en las fincas de La Dalia y Waslala.

2.2. Objetivos específicos

1. Estimar la riqueza, la composición botánica, la abundancia y los usos que reciben las especies arbóreas por parte de las familias rurales, en los sitios y usos de suelo predominantes.

- ¿Cómo varía la diversidad (riqueza, composición botánica y abundancia) de las especies arbóreas en los sitios y usos de suelo predominantes?

- ¿Cuáles son los usos que reciben los árboles en los sitios y usos de suelo predominantes?

2. Estimar la contribución de los árboles al beneficio familiar en sitios y usos de suelo predominantes

- ¿Cómo varía la producción de los árboles en los sitios y usos de suelo predominantes?

- ¿Cuál es el valor económico total (estimado con precios de mercado local) de los productos provenientes de los árboles en los sitios y usos de suelo predominantes?

- ¿Cómo varía la contribución económica de los árboles al ingreso bruto, ingreso neto, flujo neto, autoconsumo y beneficio familiar en los sitios y usos de suelo predominantes?

Hipótesis

- La cobertura arbórea de los sitios se refleja en la diversidad y densidad de los árboles en fincas.
- Los usos de suelo con estructuras más complejas (estratos de sombra) presentan mayor densidad y diversidad de árboles.
- La diversidad y densidad arbórea de los usos de suelo determinan el beneficio familiar generado por el aprovechamiento de productos arbóreos.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Sistemas agroforestales en Nicaragua

Se estima que los sistemas agroforestales en Nicaragua ocupan 2 millones de hectáreas (Orozco y López 2013). De acuerdo con Gunkel (1994), la agroforestería en este país ha sido implementada en varios usos de suelo y modalidades, promovidos en cuatro momentos de desarrollo agropecuario que tuvieron lugar en los últimos 40 años. Por ejemplo, en la década de los 80, se fomentaron los huertos caseros y los sistemas agroforestales con cultivos anuales; en los 90, cafetales con sombra; entre 1995 y 2005, sistemas silvopastoriles; y desde entonces hasta la fecha, existe un gran interés por los cacaotales con sombra. Estos cambios fueron emprendidos como respuesta a la expansión de la frontera agrícola, la caída del precio del café y el auge de los cacaotales con sombra como alternativa para productores de zonas remotas (Sacasa 2001).

A continuación, se detallan las singularidades de cada uno de los sistemas agroforestales anteriormente señalados.

3.1.1 Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles asocian árboles y pasturas para manejarlos de manera conjunta, con la finalidad de incrementar el bienestar y la producción animal, además de obtener otros beneficios (Pérez *et al.* 2005). Entre estos beneficios adicionales se puede señalar la extracción de leña y madera, que de acuerdo con Villanueva *et al.* (2004) es el principal motivo por el cual los productores de Centroamérica se animan a introducir árboles en sus potreros.

Estudios en la zona Centro-Norte de Nicaragua evidencian que los sistemas silvopastoriles de esas localidades muestran diseños distintos con una variable densidad, composición y cobertura de árboles (Betancourt *et al.* 2003). Sin embargo, este mismo autor señala que también existen similitudes en cuanto al sistema de pastoreo extensivo y el tipo de ganado doble propósito. De acuerdo Ibrahim *et al.* (2001), el 80 % de los ganaderos pertenecientes a estas regiones manejan árboles dentro de las fincas.

Adicional a la extracción de frutos, leña y madera, los árboles juegan un papel importante en la producción animal, ya que proveen forraje (follaje) de alto valor nutritivo que le permite al productor utilizarlos como suplementos en la época seca, cuando la disponibilidad de pasturas se ve afectada tanto en cantidad como en calidad (Casasola *et al.* 2001).

3.1.2 Patios o huertos caseros

Los patios o huertos caseros son sistemas caracterizados por su estructura diversa y compleja, su establecimiento involucra la íntima asociación de árboles y arbustos con cultivos anuales y perennes, así como con animales alrededor de la vivienda (Nair 2006). Durante los últimos treinta años, su funcionamiento ha sido objeto de estudio; debido a que es considerado un agroecosistema sostenible en donde se desarrolla un ciclaje eficiente de nutrientes, se conserva la biodiversidad, el uso de insumos externos es mínimo y con fuerte potencial para conservación de suelos (Gliessman 1998).

Al ser tan diversos en su composición proveen una serie de productos que sirven para satisfacer las necesidades de las familias rurales. En un estudio realizado en Nicaragua por Méndez *et al.* (2001), se encontró que el número de especies por huerto casero puede variar de 22 a 106, estas especies representan árboles multipropósito (fruta, madera, leña, etc.), granos básicos, plantas ornamentales y medicinales. Este mismo estudio concluyó que el 80 % de las familias poseía especies maderables en sus huertos. Montagnini (2006) reporta que en Centroamérica las especies que componen estos sistemas pueden alcanzar el número de 1200, la mayoría son nativas y usadas de diferentes maneras.

Los huertos caseros pueden ser encontrados en las zonas tropicales y subtropicales donde lo usos de suelo para subsistencia son predominantes (Fernandes y Nair 1986). En estos contextos, pueden representar la principal fuente de ingreso de sus propietarios, requiriendo muy poca inversión en mano de obra contratada y compra de productos sintéticos, y con el potencial de producir hasta más de diez productos para venta y autoconsumo (De Oliveira 2013). En el caso de Nicaragua se encontró que los productos más comunes son las frutas como limón, lima, naranja, cacao y café junto con bambú (Méndez *et al.* 2001).

3.1.3 Cafetales con sombra

El cultivo de café en Latinoamérica ocupa 3.6 millones de hectáreas, genera un importante movimiento económico que lo posiciona como uno de los principales productos agrícolas que exporta la región (Calo y Wise 2005). Millones de personas dependen de los cafetales para la generación de ingresos, y de estas la mayoría son pequeños productores que manejan el cultivo bajo un dosel sombra bastante diverso que puede albergar entre 50 y 70 especies, un diseño que se considera tradicional (López *et al.* 2003; Perfecto *et al.* 2007)

De acuerdo con Sullivan y O'regan (2003), la incorporación de árboles dentro de los cafetales representa productos adicionales que incrementan el valor del sistema. Por su parte, Muschler (2001) señala que otro incentivo que tienen los productores para establecer un dosel de sombra, son las múltiples ganancias agronómicas asociadas al tamaño y la calidad de los granos, control de enfermedades, control de malezas y menores requerimientos nutricionales, que se traducen en una mayor valoración de la cosecha y una reducción de los costos de manejo.

Estudios realizados por Rice (2008) en cafetales con sombra de Guatemala y Perú, indican que los productos agroforestales representan el 19 y 28 % del valor total obtenido, respectivamente. El mismo estudio señala que la mayoría de productores opta por usar leña para cocinar en vez de energía eléctrica, a pesar de contar con el servicio, lo cual se explica por el hecho de disponer de una fuente constante de este recurso que les permite generar un ahorro significativo. La misma situación ocurre con la madera, cuyo destino son las labores domésticas asociadas a la construcción de cercas, tablones, vigas, postes, etc. Los frutos forman parte de la dieta diaria de los productores, y son un recurso esencial para la venta, en momentos en que el precio del café tiende a caer (Rice 2011).

Los cafetales bajo sombra también son reconocidos por su valor ecológico dentro de los paisajes, por su potencial para proveer servicios ecosistémicos, incluso se considera que los

cafetales rústicos presentan una estructura y composición muy parecida a la del bosque en comparación con otros sistemas agrícolas (Beer *et al.* 1998; Perfecto *et al.* 2005). Esta complejidad en su diseño se convierte a su vez en el principal problema, debido a que se la asocia con bajas producciones. Sin embargo los estudios son bastantes contradictorios, por un lado unos afirman que a plena exposición solar el rendimiento incrementa entre 10-30 %, y otros que no existe un cambio significativo (Staver *et al.* 2001).

3.1.4 Cacaotales con sombra

El cultivo de cacao es la base de una larga cadena valor alrededor del mundo que involucra especialmente al sector agrícola e industrial, representando un movimiento económico de aproximadamente ciento diez mil millones de dólares por año, el cual es generado por las actividades dirigidas a la obtención de la almendra, su procesamiento y la demanda de los consumidores (Gilbert 2008). El cacao es cultivado por aproximadamente cinco millones de personas a nivel mundial, ocupa una superficie de 7 millones de hectáreas, de estas 1.5 millones se encuentran en Latinoamérica y el 70 % de ellas bajo sombra (Somarriba *et al.* 2014).

La principal motivación para asociar el cacao con especies arbóreas es proteger a al cultivo, regular su producción, prolongar su vida útil, y diversificar la producción por medio de la extracción de recursos arbóreos (Beer *et al.* 1998; Laird *et al.* 2007). Por estas razones, los sistemas agroforestales de cacao se posicionan como un uso de suelo con potencial para mejorar las condiciones socioeconómicas de las familias rurales, y a su vez conservar los recursos naturales (Franzen y Mulder 2007). Estudios realizados por Mendes (1999), quien realizó simulaciones de la producción de madera y frutas durante un determinado periodo, demuestran que el rendimiento de los cacaotales con sombra es mayor al de los monocultivos.

De acuerdo con Cerda *et al.* (2014) en Centroamérica los sistemas agroforestales de cacao se caracterizan por establecer moderadas y altas densidades de plantas (600/ha) y árboles (200/ha) respectivamente, lo cual podría tener consecuencias directas sobre el rendimiento del cultivo y demandar una mayor mano de obra. Sin embargo, este mismo autor señala que los componentes del dosel de sombra, pueden proveer importantes ingresos sin requerir mucho manejo, por lo cual concluye que trabajar dentro de estos cacaotales podría ser mucho más beneficioso que trabajar fuera de la finca.

Al igual que los cafetales bajo sombra, estos sistemas son valorados por sus efectos en la ecología de los paisajes, contribuyendo a la migración de fauna silvestre y sirviendo como sitio de descanso o alimentación, así como una zona de amortiguamiento previo al comienzo del bosque (Beer *et al.* 1998). Varios autores señalan que una mayor biodiversidad no tiene relación con la productividad, sin embargo Deheuvels *et al.* (2014) sugiere que podrían existir incompatibilidades, por lo cual si bien el rendimiento podría verse mermado, este vacío sería compensado por los productos agroforestales siempre y cuando las especies del sistema los provean, y además por las certificaciones ligadas a la conservación en caso de existir.

3.1.5 Granos básicos con árboles dispersos

En Centroamérica, la mayor cantidad de productores de granos básicos tales como el maíz, frijol y sorgo están localizados en zonas de laderas. En el caso de Nicaragua, el 100 y 77 % de los productores de maíz y frijol respectivamente, se encuentran establecidos en áreas con pendientes (López *et al.* 2003). La presencia de estos productores es de vital importancia para garantizar la seguridad alimentaria de los pobladores de zonas remotas (Jansen *et al.* 2007). No obstante, son vulnerables a eventualidades climáticas como periodos prolongados de sequía o lluvia (Pérez 2009).

Ante esta situación de vulnerabilidad climática, la incorporación de árboles, ya sea en plantaciones lineales o de forma dispersa, sirve como estrategia para contrarrestar los efectos adverso del clima. De acuerdo con Mendoza (2000), la presencia de los árboles reduce la erosión, incrementa la capacidad de retención de agua del suelo y mejora la fertilidad mediante la constante incorporación de biomasa. Pérez (2009) menciona que durante un proyecto de difusión y adopción de sistemas agroforestales con cultivos anuales en Nicaragua, la mayoría de los productores indicaron que sus cosechas habían mejorado o al menos eran menos propensas a la pérdida.

De igual forma, se conoce que muchas plantaciones lineales están constituidas por especies leñosas que proveen forraje para los productores que manejan ganado dentro de la finca, o alimento para venta o autoconsumo. Para evitar la competencia por luz entre el cultivo y los árboles, se recomienda podar estos últimos previo a la época de siembra, para además dar tiempo a que la biomasa eliminada se descomponga y prepare el suelo (Pasolac 2005).

3.2. Contribución de los árboles a los medios de vida de hogares rurales

Las especies arbóreas dentro y fuera del bosque han sido siempre utilizadas por las personas para extraer recursos que les permitan cubrir sus necesidades domésticas (Leakey y Newton 1993). Se estima que los bosques y los árboles fuera de los bosques, contribuyen al bienestar de más de un billón de personas (Agrawal *et al.* 2013). Este hecho se atribuye al incremento de la seguridad alimentaria e ingresos económicos, asociados en el primer caso a dietas más diversas y nutritivas, y en el segundo a una mayor disponibilidad de productos para venta y autoconsumo (Sunderland *et al.* 2013). En América Latina, la mitad de su población rural hace uso de estos recursos como fuentes de subsistencia, y de empleo (Dewees 2013).

El término de productos agroforestales surge para distinguir entre los productos colectados en el bosque y los que son colectados dentro de las fincas, englobando productos maderables y no maderables tales como madera, leña, frutas y forraje, que son usados para fines de construcción, energéticos, alimenticios, medicinales y agropecuarios (Belcher *et al.* 2005). Los productos agroforestales han sido centro de atención durante los últimos 20 años debido a que son una fuente diversa de recursos, que puede incentivar a los productores a plantar árboles para incrementar su bienestar socioeconómico, lo cual también conllevaría a un aumento de la sostenibilidad ambiental (Simons y Leakey 2004).

De acuerdo a Leakey *et al.* (2007), la diversificación alcanzada con los productos agroforestales es deseable para fines económicos y ecológicos. En el primer caso, permiten reducir la dependencia de productos ya posicionados en el mercado, cuyos precios muchas veces tienden a caer, mientras que en el segundo sirven como estrategia ante la constante preocupación por el acelerado ritmo de la deforestación, enfocándose principalmente en los productos no maderables, al considerar que su extracción no involucra la desaparición del árbol, teniendo un efecto más benigno sobre los ecosistemas (Belcher *et al.* 2005)

La comercialización de productos agroforestales ha sido promovida por proyectos vinculados a la conservación y el desarrollo rural (Garrity 2004). Estos se han centrado especialmente en la domesticación y mejoramiento de especies nativas con potencial de mercado, el fortalecimiento de capacidades de los productores, el establecimiento de viveros forestales y la propagación asexual para fijar las características de árboles superiores (Simons y Leakey 2004; Schreckenberg *et al.* 2006; Jamnadass *et al.* 2011).

El impacto socioeconómico de los productos agroforestales queda en evidencia ante cifras y situaciones señaladas por varios autores. En África del Sur los productos extraídos del sistema Miombo (frutas, miel, carne silvestre, hongos, corteza, leña, etc.) son esenciales para los medios de vida de poblaciones urbanas y rurales (Sileshi *et al.* 2007). En Camerún, el comercio anual de productos de cinco especies frutales clave genera un valor de $ 7.5 millones, de los cuales una tercera parte pertenece a exportaciones (Awono *et al.* 2002). En Nigeria el 15% de los ingresos de las familias rurales corresponde a la vente de frutas nativas colectadas en las fincas (Degrande *et al.* 2006). En Venezuela los productos cosechados del dosel de sombra de cafetales representa hasta el 58 % de los ingresos (Escalante 1995). En Centroamérica un estudio realizado en cacaotales con sombra concluyó que indicadores como el flujo de caja y beneficios familiares fueron positivos para todos los sistemas (Cerda *et al.* 2014).

3.3. Diversidad en sistemas agroforestales

Diversidad se refiere al número de categorías en que pueden ser agrupados los objetos de una determinada población, y a la distribución de estos dentro de cada categoría. En términos biológicos las categorías son representadas por las especies y los objetos por los individuos, que en el caso de los estudios agroforestales son los árboles(Kindt y Coe 2005). La diversidad entonces comprende dos enfoques, la riqueza y la estructura (equidad o dominancia) de las comunidades dentro de un paisaje, las cuales estarán dadas por el propósito asignado a un área de tierra (Magurran y Higham 1988; Kindt *et al.* 2006b).

La diversificación arbórea en paisajes tiene como objetivo incrementar la estabilidad y productividad de los ecosistemas, siendo los sistemas agroforestales un área clave de intervención para este propósito, debido a que los productores al percibir de manera más directa los beneficios de los árboles, contribuyen a la incorporación y diversificación de los mismos (Kindt *et al.* 2006a; Dawson *et al.* 2009; Gwali *et al.* 2015). Una mayor diversidad de árboles se traduce muchas veces en más usos y oportunidades de emprendimiento para el productor, ganando así en dos direcciones : biodiversidad y desarrollo rural (Méndez y Bacon 2005; Rice 2008).

3.4. ¿Qué es la curva de transición forestal?

De acuerdo a análisis históricos realizados en Europa, la curva de transición forestal se define como el cambio de cobertura arbórea a lo largo de la matriz del paisaje, iniciando con una amplia cobertura arbórea, que decrece conforme incrementan las demandas sobre la tierra (para agricultura, urbanización e industria) hasta niveles mínimos de presencia de árboles y después llega una fase de recuperación donde la cobertura arbórea incrementa (pero no a los niveles originales). (Meyfroidt y Lambin 2011; Noordwijk y Sunderland 2014).

De acuerdo a Mather y Needle (1998), esta curva es influenciada por una gama de factores políticos ,institucionales, económicos y culturales, que interactúan dentro del sector agrícola, forestal y energético. Sin embargo Yackulic *et al.* (2011) señalan que no solo los factores socioeconómicos influyen en los cambios, sino también aquellos de carácter biofísico como topografía, cercanía a parches de bosques y a ciudades, composición botánica, condiciones climatológicas entre otros. (Meyfroidt y Lambin 2011) por su parte sostienen que el desarrollo de los paisajes de diferentes países seguirá esta trayectoria, y que su rapidez dependerá de las políticas agrarias y de mercado.

Esta transición puede verse expresada a lo largo de la historia en los diferentes continentes, estando ligada a un sin número de eventos que tuvieron origen en el siglo diecinueve (Meyfroidt y Lambin 2011). Por ejemplo, en el este de Europa después de la Segunda Guerra Mundial, algunas regiones quedaron libres debido al traslado de sus poblaciones a otros lugares, lo cual favoreció la regeneración natural. En Europa Central las poblaciones rurales migraron a las ciudades como consecuencia del bajo precio de los productos agrícolas y el surgimiento de otras actividades económicas. Estados Unidos por su lado experimentó una concentración de la agricultura y ganadería en el suroeste, quedando tierras abandonadas en el noreste del país, en donde tuvieron lugar procesos de regeneración natural (Ramankutty *et al.* 2010).

América Latina vivió transformaciones similares, ligadas especialmente a la globalización económica, la cual favoreció en unos casos a la reforestación y en otros a la deforestación (Meyfroidt y Lambin 2011). Por ejemplo en Puerto Rico se decretaron políticas dirigidas a crear infraestructura y sistemas eficientes de importaciones que reemplazaran a la producción interna, liberando así muchas áreas agrícolas y reduciendo la presión sobre los bosques (Rudel *et al.* 2000). En Salvador se llevo a cabo un proceso similar, como consecuencia de la migración rural a las ciudades por efecto de la guerra civil, la cual se mantuvo incluso después del conflicto (Hecht y Saatchi 2007).

En países como Brasil, Chile, Ecuador, Panamá y Honduras, el incremento en la cobertura arbórea respondió a políticas económicas que buscaban evitar la escasez de madera ante una creciente demanda de mercados internos y externos, que trajo consigo el establecimiento de compañías forestales y apoyo gubernamental (Meyfroidt y Lambin 2011).

Los dos sitios de estudio se encuentran localizados dentro del paisaje centinela de Nicaragua – Honduras, este paisaje está integrado por áreas con diferente historia agrícola y

cobertura arbórea heterogénea, las cuales en su conjunto podrían representar una supuesta curva de transición forestal (Leguía et al. 2014).

4. RESULTADOS

- Los sitios son similares en terminos de diversidad y densidad de los árboles, pero difieren en los beneficios económicos generados por los árboles.
- Se registraron 261 especies en ambos sitios, 202 en La Dalia y 220 en Waslala (160 especies compartidas en ambos sitios) . A nivel de uso de suelo se registrarón 197 especies en cafetales , 189 especies en pasturas, 169 especies en cacaotales, 152 especies en patios y 138 especies en granos básicos. Las especies de mayor importancia por su abundancia , fruecuencia y dominancia relativa fueron : *Cordia alliodora, Mangifera indica, Persea americana, Citrus sinensis, Platymiscium dimorphadrum, Inga oestediana, Psidium guajava, Cedrela odorata, Guazuma ulmifolia y Tabebuia rosea.*
- Los usos de suelo que presentaron una mayor diversidad a nivel de parcela fueron los cafetales y cacaotales, mientras que los granos básicos fueron el uso de suelo que presentó la menor diversidad. Los cacaotales, cafetales, granos básicos y pasturas presentaron alta similitud con respecto a la composición botánica (70-90%), por su parte los patios fueron el uso de suelo que mostró una mayor distancia ecológica (30-50 %).
- Los cafetales y cacaotales presentaron la mayor densida de árboles por hectárea (138 - 79 árboles ha^{-1}) y los granos básicos la menor (30 árboles ha^{-1})
- Los productos arbóreos aprovechados con mayor frecuencia por las familias de La Dalia y Waslala fueron madera, fruta, leña y postes. Las frutas y la leña fueron los productos reportados en casi todas las fincas visitadas (97%) y los que más contribuian al beneficio familiar generado por los árboles debido a la venta o autoconsumo.
- El beneficio familiar generado por el aprovechamiento de productos arbóreos es mayor en los cafetales y cacaotales (268 – 242 US$ ha^{-1} $año^{-1}$), seguido por las pasturas, patios y granos básicos. A nivel de finca este puede llegar cerca de los 550 US$ ha^{-1} $año^{-1}$.

5. CONCLUSIÓN

- El aprovechamiento de productos arbóreos como madera, leña y frutas les permite a las familias rurales mejorar su calidad de vida en terminos de alimentacíon, confort y ahorro económico.
- Las fincas de La Dalia y Waslala tienen una alta reserva de poductos arbóreos para incorporarse a la comercialización de los mismos e incrementar su bienestar económico, para esto es clave el entrenamiento de productores en temas como el valor agregado y la asociación.
- El alto número de especies encontrado en los usos de suelo de las fincas reflejan que las fincas y sus productores son piezas clave a tomar en cuenta para implementar estrategias que busque un desarrollo rural más sostenible, en donde se incremente el bienestar humano y al mismo tiempo se conserven los ecosistemas y se mitigue el cambio climático.

LITERATURA CITADA

Agrawal, A.; Cashore, B.; Hardin, R.; Shepherd, G.; Benson, C.; Miller, D. 2013. Economic contributions of forests. *In* Background paper prepared for the United Nations Forum on

Forests. Document available at http://www. un. org/esa/forests/pdf/session_documents/unff10/EcoContrForests. pdf (retrieved 15 August 2013) 2013. Citeseer. p.

Ajayi, O.C.; Akinnifesi, F.K.; Sileshi, G.; Chakeredza, S. 2007. Adoption of renewable soil fertility replenishment technologies in the southern African region: Lessons learnt and the way forward. *In* Natural Resources Forum (4) 2007. Wiley Online Library. p. 306-317.

Akinnifesi, F.; Kwesiga, F.; Mhango, J.; Chilanga, T.; Mkonda, A.; Kadu, C.; Kadzere, I.; Mithofer, D.; Saka, J.; Sileshi, G. 2006. Towards the development of miombo fruit trees as commercial tree crops in southern Africa. Forests, Trees and Livelihoods (1): 103-121.

Akinnifesi, F.; Sileshi, G.; Ajayi, O.; Chirwa, P.; Kwesiga, F.; Harawa, R. 2008. Contributions of agroforestry research and development to livelihood of smallholder farmers in Southern Africa: 2. Fruit, medicinal, fuelwood and fodder tree systems. Agricultural Journal (1): 76-88.

Alston, J.M.; Pardey, P.G. 2001. Attribution and other problems in assessing the returns to agricultural R&D. Agricultural Economics (2-3): 141-152.

Ambrose-Oji, B. 2003. The contribution of NTFPs to the livelihoods of the'forest poor': evidence from the tropical forest zone of south-west Cameroon. International Forestry Review (2): 106-117.

Awono, A.; Ndoye, O.; Schreckenberg, K.; Tabuna, H.; Isseri, F.; Temple, L. 2002. Production and marketing of safou (Dacryodes edulis) in Cameroon and internationally: market development issues. Forests, Trees and Livelihoods (1-2): 125-147.

Beer, J.; Muschler, R.; Kass, D.; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *In*. 1998. Directions in Tropical Agroforestry Research. Springer. p. 139-164.

Belcher, B.; Ruíz-Pérez, M.; Achdiawan, R. 2005. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: implications for livelihoods and conservation. World development (9): 1435-1452.

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (39-40): 47-51.

Calo, M.; Wise, T.A. 2005. Revaluing peasant coffee production: Organic and fair trade markets in Mexico. Global Development and Environment Institute, Tufts University.

Casasola, F.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Kleinn, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (30): 17-20.

Cerda, R.; Deheuvels, O.; Calvache, D.; Niehaus, L.; Saenz, Y.; Kent, J.; Vilchez, S.; Villota, A.; Martinez, C.; Somarriba, E. 2014. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. Agroforestry Systems. 10.1007/s10457-014-9691-8

Dawson, I.K.; Lengkeek, A.; Weber, J.C.; Jamnadass, R. 2009. Managing genetic variation in tropical trees: linking knowledge with action in agroforestry ecosystems for improved conservation and enhanced livelihoods. Biodiversity and Conservation (4): 969-986.

De Albuquerque, U.P.; De Medeiros, P.M.; De Almeida, A.L.S.; Monteiro, J.M.; de Freitas Lins Neto, E.M.; de Melo, J.G.; Dos Santos, J.P. 2007. Medicinal plants of the< i> caatinga</i>(semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. Journal of Ethnopharmacology (3): 325-354.

De Oliveira, J. 2013. Contribución de los sistemas agroforestales a la seguridad alimentaria (con énfasis en huertos caseros) de la población del.

Degrande, A.; Schreckenberg, K.; Mbosso, C.; Anegbeh, P.; Okafor, V.; Kanmegne, J. 2006. Farmers' fruit tree-growing strategies in the humid forest zone of Cameroon and Nigeria. Agroforestry Systems (2): 159-175.

Deheuvels, O.; Rousseau, G.X.; Quiroga, G.S.; Franco, M.D.; Cerda, R.; Mendoza, S.J.V.; Somarriba, E. 2014. Biodiversity is affected by changes in management intensity of cocoa-based agroforests. Agroforestry Systems: 1-19.

Dewees, P. 2013. Bosques, árboles y hogares resilientes. unasylva (2): 241.

Dixon, J.A.; Gibbon, D.P.; Gulliver, A. 2001. Farming systems and poverty: improving farmers' livelihoods in a changing world. Food & Agriculture Org.

Escalante, E. 1995. Coffee and agroforestry in Venezuela. Agroforestry Today (ICRAF).

Faye, M.D.; Weber, J.C.; Mounkoro, B.; Dakouo, J.-M. 2010. Contribution of parkland trees to farmers' livelihoods: a case study from Mali. Development in Practice (3): 428-434.

Fernandes, E.C.; Nair, P.R. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. Agricultural systems (4): 279-310.

Franzen, M.; Mulder, M.B. 2007. Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide. Biodiversity and Conservation (13): 3835-3849.

Garrity, D.P. 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. Agroforestry Systems (1-3): 5-17.

Gilbert, C.L. 2008. Value chain analysis and market power in commodity processing with application to the cocoa and coffee sectors. Commodity market review: 5.

Gliessman, S.R. 1998. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. CRC Press.

Gunkel , M. 1994. La agroforesteria en Nicaragua.

Gwali, S.; Agaba, H.; Balitta, P.; Hafashimana, D.; Nkandu, J.; Kuria, A.; Pinard, F.; Sinclair, F. 2015. Tree species diversity and abundance in coffee farms adjacent to áreas of different disturbance histories in Mabira forest system, central Uganda. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management (ahead-of-print): 1-9.

Hecht, S.B.; Saatchi, S.S. 2007. Globalization and forest resurgence: changes in forest cover in El Salvador. BioScience (8): 663-672.

Ibrahim, M.; Franco, M.; Pezo, D.A.; Camero, A.; Araya, J. 2001. Promoting intake of Cratylia argentea as a dry season supplement for cattle grazing Hyparrhenia rufa in the subhumid tropics. Agroforestry Systems (2): 167-175.

J.Ordoñes; N.Sepulveda. 2013. Paisaje_Centinela Nicaragua - Honduras.

Jamnadass, R.; Dawson, I.; Franzel, S.; Leakey, R.; Mithöfer, D.; Akinnifesi, F.; Tchoundjeu, Z. 2011. Improving livelihoods and nutrition in sub-Saharan Africa through the promotion of indigenous and exotic fruit production in smallholders' agroforestry systems: a review. International Forestry Review (3): 338-354.

Jansen, H.G.; Pender, J.; Damon, A.; Schipper, R. 2007. Políticas de desarrollo rural y utilización sostenible de la tierra en las zonas de ladera de Honduras.

Kaimowitz, D.; Sheil, D. 2007. Conserving what and for whom? Why conservation should help meet basic human needs in the tropics. Biotropica (5): 567-574.

Kalaba, K.F.; Chirwa, P.; Syampungani, S.; Ajayi, C.O. 2010. Contribution of agroforestry to biodiversity and livelihoods improvement in rural communities of Southern African regions. *In*. 2010. Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change. Springer. p. 461-476.

Kindt, R.; Coe, R. 2005. Tree diversity analysis: a manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre.

Kindt, R.; Van Damme, P.; Simons, A. 2006a. Patterns of species richness at varying scales in western Kenya: planning for agroecosystem diversification. Biodiversity & Conservation (10): 3235-3249.

_____. 2006b. Tree diversity in western Kenya: using profiles to characterise richness and evenness. Biodiversity & Conservation (4): 1253-1270.

Laird, S.A.; Awung, G.L.; Lysinge, R.J. 2007. Cocoa farms in the Mount Cameroon region: biological and cultural diversity in local livelihoods. Biodiversity and Conservation (8): 2401-2427.

Leakey, R.; Newton, A. 1993. Domestication of'Cinderella'species as the start of a woody-plant revolution.

Leakey, R.; Tchoundjeu, Z.; Schreckenberg, K.; Simons, A.; Shackleton, S.; Mander, M.; Wynberg, R.; Shackleton, C.; Sullivan, C. 2007. Trees and markets for agroforestry tree products: targeting poverty reduction and enhanced livelihoods. World agroforestry into the future: 11-22.

Leakey, R.R. 2013. Towards the assessment of trees outside forests. Forests, Trees and Livelihoods (3): 212-213.

Leguía, E.; Rapidel, B.; E.Somarriba; J.Ordoñez. 2014. Resumen linea de base CCAFS a nivel de hogar en Nicaragua y Honduras.

López, A.; Orozco, L.; Somarriba, E.; Bonilla, G. 2003. Tipologías y manejo de fincas cafetaleras en los municipios de San Ramón y Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (Costa Rica) (37-38): 74-79.

Magurran, A.E.; Higham, A. 1988. Information transfer across fish shoals under predator threat. Ethology (2): 153-158.

Mather, A.S.; Needle, C. 1998. The forest transition: a theoretical basis. Área (2): 117-124.

McNeely, J.A.; Schroth, G. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation–traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. Biodiversity & Conservation (2): 549-554.

Mendes, F.T. 1999. Economic study of four agroforestry models with cocoa crop in Brazilian Amazonia. Multi-strata Agroforestry Systems with Perrennial Crops: 272-276.

Méndez, V.E.; Lok, R.; Somarriba, E. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socioeconomic importance. Agroforestry Systems (2): 85-96.

Méndez, V.E.; Bacon, C. 2005. Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. LEISA Revista de Agroecologıa (Perú) (4): 27-30.

Mendoza , R. 2000. Efecto de barreras vivas sobre la erosión hídrica. Laderas. Revista Centroamericana.(Dic (10): 5-8.

Meyfroidt, P.; Lambin, E.F. 2011. Global forest transition: prospects for an end to deforestation.

Montagnini, F.; Nair, P. 2004. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. Agroforestry Systems (1-3): 281-295.

Montagnini, F. 2006. Homegardens of Mesoamerica: biodiversity, food security, and nutrient management. *In*. 2006. Tropical Homegardens. Springer. p. 61-84.

Muñoz, C.; Zagal, E.; Ovalle, C. 2007. Influence of trees on soil organic matter in Mediterranean agroforestry systems: an example from the 'Espinal'of central Chile. European Journal of Soil Science (3): 728-735.

Muschler, R.G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. Agroforestry Systems (2): 131-139.

Nair, P. 2006. Whither homegardens? *In*. 2006. Tropical Homegardens. Springer. p. 355-370.

Noordwijk, M.V.; Sunderland, T.C.H. 2014. Productive Landscapes : What role for forests, trees and agroforestry?

Orozco, L.; López , A. 2013. Evolución, aplicación y futuro de la agroforestería en Nicaragua.

PASOLAC, P.P.L.A.S.E.L.D.A.C. 2005. La Transferencia de Tecnologias de Manejo Sostenible de Suelos y Agua: la estrategia del PASOLAC.

Pérez, A.M.; Sotelo, M.; Ramírez, F.; Ramírez, I.; López, A.; Siria, I. 2005. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio Blanco (Matagalpa, Nicaragua). Revista Ecosistemas (3).

Perez , C. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. Serie Tecnica (337): 69-84.

Pérez, C.J. 2009. Barreras vivas para producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: 69.

Perfecto, I.; Vandermeer, J.; Mas, A.; Pinto, L.S. 2005. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. Ecological Economics (4): 435-446.

Perfecto, I.; Armbrecht, I.; Philpott, S.M.; Soto-Pinto, L.; Dietsch, T.V. 2007. Shaded coffee and the stability of rainforest margins in northern Latin America. *In*. 2007. Stability of Tropical Rainforest Margins. Springer. p. 225-261.

Philpott, S.M.; Bichier, P.; Rice, R.A.; Greenberg, R. 2008. Biodiversity conservation, yield, and alternative products in coffee agroecosystems in Sumatra, Indonesia. Biodiversity and Conservation (8): 1805-1820.

Ramankutty, N.; Heller, E.; Rhemtulla, J. 2010. Prevailing myths about agricultural abandonment and forest regrowth in the United States. Annals of the Association of American Geographers (3): 502-512.

Rice, R.A. 2008. Agricultural intensification within agroforestry: the case of coffee and wood products. Agriculture, ecosystems & environment (4): 212-218.

Rice, R.A. 2011. Fruits from shade trees in coffee: how important are they? Agroforestry Systems (1): 41-49. 10.1007/s10457-011-9385-4

Rudel, T.K.; Perez-Lugo, M.; Zichal, H. 2000. When fields revert to forest: development and spontaneous reforestation in post-war Puerto Rico. The Professional Geographer (3): 386-397.

Sacasa, M.R.C. 2001. Árboles fuera del bosque en Nicaragua. Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina: 26.

Schreckenberg, K.; Awono, A.; Degrande, A.; Mbosso, C.; Ndoye, O.; Tchoundjeu, Z. 2006. Domesticating indigenous fruit trees as a contribution to poverty reduction. Forests, Trees and Livelihoods (1): 35-51.

Sileshi, G.; Akinnifesi, F.K.; Ajayi, O.C.; Chakeredza, S.; Kaonga, M.; Matakala, P. 2007. Contributions of agroforestry to ecosystem services in the Miombo eco-region of eastern and southern Africa. African Journal of Environmental Science and Technology (4): 068-080.

Simons, A.; Leakey, R. 2004. Tree domestication in tropical agroforestry. *In*. 2004. New Vistas in Agroforestry. Springer. p. 167-181.

Somarriba, E.; Suárez-Islas, A.; Calero-Borge, W.; Villota, A.; Castillo, C.; Vílchez, S.; Deheuvels, O.; Cerda, R. 2014. Cocoa–timber agroforestry systems: Theobroma cacao–Cordia alliodora in Central America. Agroforestry Systems. 10.1007/s10457-014-9692-7

Staver, C.; Guharay, F.; Monterroso, D.; Muschler, R. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. Agroforestry Systems (2): 151-170.

Sullivan, C.A.; O'Regan, D.P. 2003. Winners and losers in forest product commercialisation. Final Report.

Sunderland, T.; Powell, B.; Ickowitz, A.; Foli, S.; Pinedo-Vasquez, M.; Nasi, R.; Padoch, C. 2013. Food security and nutrition The role of forests. Discussion Paper.

Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Harvey, C. 2004. The importance of silvopastoral systems in rural livelihoods to provide ecosystems services.

Yackulic, C.B.; Fagan, M.; Jain, M.; Jina, A.; Lim, Y.; Marlier, M.; Muscarella, R.; Adame, P.; DeFries, R.; Uriarte, M. 2011. Biophysical and socioeconomic factors associated with forest transitions at multiple spatial and temporal scales. Ecology and Society (3): 15.

Zomer, R.J.; Trabucco, A.; Coe, R.; Place, F. 2009. Trees on farm: analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry. ICRAF Working Paper-World Agroforestry Centre (89).

Artículo: Contribución de los árboles en finca a los medios de vida de familias rurales en dos sitios contrastantes de Nicaragua.

Freddy Amores Contreras*
*CATIE, Escuela de Posgrado; Cartago, Turrialba, Costa Rica.

RESUMEN

La expansión de la frontera agrícola durante las ultimas decadas ha contribuido a mitigar la pobreza. Sin embargo, esto ha tenido un costo sobre la cobertura arbórea que se ha visto reducida afectando negativamente los ecosistemas, razón por la cual se necesita de estrategias de desarrollo rural más sostenibles. Nicaragua es considerado uno de los países con una de las tasas más altas de deforestación en la región centroamericána, con un avance de la frontera agrícola que se da a un ritmo de 70 mil hectáreas por año.La agroforestería se viene promoviendo como posible solución a la degradación ambiental causada por este fenomeno. Una limitante es que la mayoría de estudios agroforestales en Nicaragua se han enfocado en variables biofísicas y poco se conoce del aporte económico que brindan los árboles a las familias rurales, lo cual podría ser información clave para incentivar un mayor diseño y manejo de fincas con árboles por parte de los actores vinculados al área rural. Para obtener información sobre la contribución de lo árboles a la economía de las familias rurales y conocer cómo el contexto biofísico y socieconómico puede influir en esta, se visitaron 45 fincas en La Dalia y 45 en Waslala, dos sitios contrastantes del centro-norte de Nicaragua, en cada finca se evaluaron 5 usos de suelo de interés : cacaotales, cafetales, granos básios, pasturas y patios. Se evaluaron cuatro grupos de variables: diversidad de árboles, densidad y área basal de árboles, producción de árboles (madera en pie, leña en pie y frutas) y beneficios económicos generados por los árboles. Las poblaciones de árboles de los sitios son similares en diversidad, densidad y área basal. Los sitios también son similares en la producción de la mayoría productos arbóreos, pero diferentes en el beneficio familiar generado por su aprovechamieto, siendo Waslala el sitio que presenta un mayor beneficio (US$ 544 $ha^{-1}año^{-1}$). Para la mayoría de las variables, el comportamiento de los usos de suelo fue independiente del sitio al que pertenecían. Los cafetales y cacaotales fueron los usos de suelo que presentaron la mayor diversidad, densidad y área basal de árboles. Del mismo modo fueron tambien los que presentaron una mayor producción de los árboles y el mayor beneficio económico por su aprovechamiento con un valor entre US$ 242 y 268 $ha^{-1}año^{-1}$. Los árboles en finca representan un suministro constante de productos que incrementan el bienestar socieconómico de las familas rurales, este beneficio podría aumentar si se aprovecha el potencial de productos arbóreos presentes en las fincas mediante el entrenamiento de productores e incorporación a mercados.

PALABRAS CLAVE: Agroforestería, usos de suelo, árboles, madera, leña, frutas, autoconsumo, indicadores económicos, diversidad.

1. INTRODUCCIÓN

La expansión de la frontera agrícola durante las últimas décadas ha causado la pérdida de cobertura y diversidad arbórea, afectando la productividad de los ecosistemas (Kindt *et al.* 2006a; Henry 2009; Kalaba *et al.* 2010). Aunque la pobreza se ha visto reducida en

algunas regiones producto de esta expansión y las nuevas tecnologías agrícolas, esta todavía persiste alrededor del mundo, lo cual plantea la necesidad de nuevas estrategias de desarrollo rural en donde la reducción de la pobreza sea compatible con la conservción de los ecosistemas (Sunderlin *et al.* 2005; Haq *et al.* 2008). Con aproximadamente el 75 % de personas pobres en las zonas rurales de los países subdesarrollados, dependiendo de la actividad agrícola y el aprovechamiento del bosque y sus recursos, el desarrollo rural sostenible se ha convertido en un tema prioritario de las políticas de la comunidad internacional, estando presente en la lista de los objetivos de desarrollo sostenible (Dixon *et al.* 2001; Garrity 2004; Schreckenberg *et al.* 2006; Kaimowitz y Sheil 2007).

Una pieza clave del desarrollo rural sostenible son los sistemas de producción diversificados como la agroforestería. Estos ofrecen a las familias un portafolio de bienes y servicios que les permiten contrarrestar eventualidades climáticas y socioeconómicas (Reidsma y Ewert 2008; Padulosi *et al.* 2011). La agroforestería es la integración de árboles y cultivos en arreglos espaciales y temporales diseñados para cubrir necesidades económicas, sociales y ambientales (Garrity 2004; Kalaba *et al.* 2010; Jamnadass *et al.* 2011).

Actualmente, se estima que más de 1.2 billones de personas a nivel mundial practican la agroforestería y de estas casi la mitad (46%) vive en paisajes agrícolas con más del 10 % de cobertura arbórea que cubren cerca de un billón de hectáreas (Zomer *et al.* 2009; Leakey 2013). A nivel de América Central, el 95% de la tierra agropecuaria tiene hasta el 10% de cobertura arbórea siendo considerada como sistemas agroforestales (Zomer *et al.* 2009).

La contribución de los árboles en finca a los medios de vida de las familias rurales ha sido reconocida por algunos estudios llevados a cabo en África, Asia y América (Akinnifesi *et al.* 2008; Philpott *et al.* 2008; Cerda *et al.* 2014). Por ejemplo, en África del sur, las frutas cosechadas de árboles nativos del ecosistema miombo representan el 42 % de los alimentos consumidos por la población (Akinnifesi *et al.* 2006);en Guatemala, se estima que el 77 % de los productores extraen la madera de sus fincas para construcciones domésticas (Rice 2008); en Perú el 10 % de ingresos obtenidos en sistemas agroforestales de café corresponden al aprovechamiento de frutas de los árboles de sombra (Rice 2011). Las especies arbóreas también proveen otros beneficios como medicinas para las comunidades del ecosistema Caatinga en Brasil y; leña y carbón para los productores de cereales y ganaderos del centro de Chile que aprovechan los árboles del sistema espinal (De Albuquerque *et al.* 2007; Muñoz *et al.* 2007).

A pesar de que los beneficios generados por los sistemas agroforestales para el ambiente y el consumo familiar han sido documentados (Beer *et al.* 1998; Rice 2011; Saha *et al.* 2011; Gwali *et al.* 2015), los problemas de tenencia de la tierra, las políticas poco atractivas y la falta de información y demostración de la bondandes de la agroforestería, han sido algunas de las principales barreras para su implementación a gran escala (Current *et al.* 1995; Workman y Allen 2011). Uno de los vacíos de informacion clave es el aporte económico de los árboles en finca, más allá del consumo familiar (Current *et al.* 1995).

En Nicaragua, el avance de la frontera agrícola se da a un ritmo de 70 mil hectáreas por año. Estos cambios se ven reflejados por el hecho de que el área con árboles fuera del bosque

(4,318,344 ha) es mayor al área boscosa (3,254,145 ha) (Leiva 2013). Varios programas de desarrollo a nivel nacional y regional han tratado de mitigar los problemas de degradación ambiental y deforestación con programas que fomenten la incorporación de árboles en las fincas. Se estima que los sistemas agroforestales en Nicaragua ocupan 2 millones de hectáreas, siendo en su mayoría pasturas (Orozco y López 2013).

Multiples investigaciones en Nicaragua se han enfocado en promover los sistemas agroforestales y visibilizar la importancia de los árboles en estos sistemas (Almendárez *et al.* 2013; Orozco y López 2013). La mayor parte de estos estudios se ha enfocado en variables como densidad y diversidad de especies arbóreas, y se han llevado a cabo mayoritariamente en cacaotales, cafetales y pasturas, concluyendo que los usos de suelo con varios estratos de sombra como cacao y café presentan una mayor diversidad y densidad de árboles (Orozco y López 2013).

A pesar de lo anterior, existe un vacío de información en relación con otros usos de suelo predominantes como patios y granos básicos. Del mismo modo, es escasa la información relacionada con la producción de árboles (rendimiento de frutas, volumen de madera en pie, leña en pie, etc.) y los beneficios que genera el aprovechamiento de productos arbóreos para las familias en los distintos usos de suelo y a nivel de finca, información importante para diseñar estrategias de intervención dirigidas a maximizar el uso de los árboles (comercio o autoconsumo) para mitigar la pobreza en zonas rurales (Sunderlin *et al.* 2005).

Esta investigación evalúa la diversidad, la densidad, el área basal y la producción de los árboles en los diferentes usos de suelo de las fincas y cuantifica en términos económicos los beneficios derivados de los productos arbóreos para las familias. Dado que la diversidad, la densidad, la producción y el beneficio económico dependen del sistema productivo y son afectados por el entorno biofísico y socioeconómico, esta investigación se ha realizado en 5 usos de suelo agrícola predominantes en fincas de dos sitios contrastantes por su nivel de desarrollo agrícola e integración a mercados (La Dalia y Waslala).

Este estudio busca respuesta a las siguientes preguntas: **1)** ¿Cuál es la diversidad de árboles presente en los sitios y usos de suelo agrícola predominantes?, **2**) ¿ Cuál es la densidad y área basal de los árboles en los sitios y usos de suelo agrícolas predominantes?, **3) ¿**Cómo varía la produccción de los árboles en los sitios y usos de suelo agrícola predominantes? y **4)** ¿Cuál es el beneficio generado por el aprovechamiento productos arbóreos en los sitios y usos de suelo agrícola predominantes?

Con base en los resultados del estudio, se proponen mejoras para potencializar la contribución de los árboles a los medios de vida de las familias rurales, siendo un incentivo para promover más árboles en paisajes deforestados y evitar una mayor deforestación en otros, lo cual contribuiría a los servicios ecosistémicos locales (finca y comunidades), y también a servicios más globales como la mitigación del cambio climático.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del área de estudio, selección de fincas y usos de suelo

El estudio tuvo lugar en dos municipios, El-Tuma La Dalia y Waslala, en los departamentos de Matagalpa y la Región Autónoma del Atlántico Norte, respectivamente. El estudio incluyó 343 ha en la Dalia y 438 ha en Waslala, equivalente a un promedio de finca de 7.6 ha en La Dalia y 9.7 ha en Waslala. A nivel de municipio, en La Dalia hay alrededor de 4717 fincas y en Waslala 4738 (Inide-Magfor 2011; Leguía *et al.* 2014). Los cafetales son prevalentes en La Dalia y los cacaoatales en Waslala. Las pasturas y los patios son usos de suelo predominantes en ambos sitios (Leguía *et al.* 2014; Ayestas 2015).

La Dalia tiene una mayor densidad poblacional (86 habitantes/km^2) que Waslala (37 habitantes/km^2). La población de Waslala tiene un nivel económico menor y su alimentación depende en gran parte de la producción de la finca, a diferencia de La Dalia que tiene un mercado agrícola más desarrollado que promueve una agricultura comercial (Leguía *et al.* 2014). Ambos sitios tienen suelos de las categorías alfisoles y ultisoles, con textura franco arcillosa, pH entre 5,8 – 6,2 y una fertilidad aparente entre media y alta. Las condiciones de altitud, lluvia, temperatura, números de fincas y usos de suelo evaluados en ambos sitios se presentan en Cuadro 1.

En cada sitio, se escogieron 45 fincas al azar de un listado de 140 hogares en 7 comunidades dentro de un bloque de 10 km^2 estudiado por Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) (Leguía *et al.* 2014), y en comunidades que estaban fuera del bloque tomando en cuenta información de instituciones gubernamentales y asociaciones de productores. En la selección de fincas, se procuró tener una representación equitativa de cada uno de los usos de suelo predominantes en los dos sitios, esto se puede observar también en el cuadro 1.

Cuadro 1. Característica climatológicas, topogográficas y número de fincas y usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala.

Características	La Dalia	Área(ha)	Waslala	Área(ha)
Precipitación (mm)	2000-2500	-	1300-1500	-
Altura (msnm)	341-1193	-	420- 1247	-
Temperatura (°C)	22-24	-	22-25	-
Número de fincas	45	342,9	45	437,8
Número de cacaotales	4	13,7	27	45,6
Número de cafetales	30	52,1	11	21,2
Número de granos básicos	37	70,7	26	52,5
Número de pasturas	30	198,9	31	309,1
Número de patios	42	7,3	37	9,2

Usos de suelo: . Se consideraron cinco usos suelo agrícola con árboles: **1)** cacaotales, **2)** cafetales, **3)** granos básicos, **4)** pasturas y **5)** patio. **Los cacaotales y cafetales** son plantaciones comerciales que presentan dos componentes: las plantas de cacao o café como cultivo principal y el dosel de sombra. Este último puede estar constituido por árboles, arbustos, hierbas gigantes (bananos, bambúes) y palmeras, componentes que en su conjunto

proveen bienes y servicios que permiten a las familias cubrir necesidades alimenticias, culturales, de construcción, de manejo del cultivo, etc. **Los granos básicos** son áreas con árboles dispersos en donde se siembra comunmente maíz ,frijol y arroz. Los árboles se usan como fuente de sombra para las personas, madera y/o leña en los granos básicos. **Las pasturas** son sistemas silvopastoriles que asocian pasturas mejoradas o nativas, animales y árboles en diferentes arreglos espaciales para incrementar el bienestar animal y obtener otros beneficios. **Los patios** son áreas alrededor de la casa que están integradas por componentes leñosos, agrícolas y pecuarios, también son conocidos como huertos caseros. A cada uso de suelo se le denominó como parcela; cuando se presentaban dos o más parcelas del mismo uso de suelo, eran considerados como una sola unidad.

2.2 Variables medidas

En cada parcela se evaluó la diversidad de los árboles, densidad y área basal de los árboles, **3)** producción de los árboles y **4)** beneficios económicos generados por el aprovechamiento de los productos arbóreos.

Se consideraron cinco usos o productos arbóreos (productos que se aprovechan directamente de los árboles): **frutales, maderables, leña, postes** y **de servicio** (e.g. proveedores de sombra, mejoradores de suelo).

2.3 Toma de datos

2.3.1 Diversidad y densidad de los árboles

La diversidad arbórea se refiere al número de especies en que pueden ser categorizados los árboles en una determinada población y a la abundancia de estos en cada categoría, factores determinantes de la riqueza y equidad de la población.

En cada parcela, se realizaron inventarios completos de todos los árboles con dap (diámetro a la atura del pecho) $\geq$ 10 cm, con excepción de los árboles frutales cuya medida mínima fue de 5 cm. Cada individuo fue identificado por nombre local y nombre científico. En caso de especies de difícil identificación, se colectaron muestras botánicas (hojas y corteza del árboles) y se enviaron al herbario de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) en León para su identificación, a cada muestra se le asignó un código.

Para la recolección de las muestras botánicas, se contó con la ayuda de un taxónomo en el campo. En árboles con dos o más ejes, se midió el dap de cada uno y se calculó el diámetro cuadrático medio ($DCM=\sqrt{\sum dap_n^2}$) propuesto por Snowdon *et al.* (2002). El dap se utilizó para calcular el área basal ($g = (\pi/4)*dap^2$, en m^2). Los árboles fueron clasificados por el productor y un asistente de campo de acuerdo con su uso en: 1) fruta 2) leña, 3) madera, 4) poste y 5) servicio.

La diversidad se midió en términos de riqueza y equidad (Magurran 2013) con el índice de Shannon-Wiener (H'), calculado con el paquete *vegan* de R en el programa estadístico de Infostat (Di Rienzo *et al.* 2011). La importancia relativa de las especies se midió con el índice de valor de importancia (IVI) sugerido por Curtis y Mcintosh (1950) mediante la siguiente fórmula :

IVI especie i = A% i + D% i + F% i

Dónde: A% i = abundancia relativa de la especie i, D% i = dominancia relativa de la especie i, F% i = frecuencia relativa de la especie i.

Para estimar la diversidad beta (similitud entre sitios y entre los usos de suelo en relación con el número de especies que compartían y sus abundancias), se calculó el índice de similitud de Morisita-Horn (Magurran 2013), el cual se expresa en valores de entre 0 y 1, siendo 0 cuando son totalmente diferentes las comunidades y 1 cuando presentan la misma composición botánica. La fórmula es la siguiente:

$\mathbf{I_{M\text{-}H}} = 2\sum (an_i * bn_j) / (da+db)\ aN*bN$

Dónde: an_i = número de individuos de la i-esima especie del sitio A, bn_i = es el número de individuos de la j-esima especie del sitio B, $da = \sum an_i^2/aN^{2,}$ y $db=\sum bn_j^2/bN^{2.}$

2.3.2 Producción de los árboles

Usando el dap de los individuos clasificados como leña se estimó la cantidad de leña (Mg) en árboles en pie usando ecuaciones alométricas (Cuadro 2). A los árboles maderables además del dap se les midió también la altura comercial (hc), se estimó el diámetro del tronco a esa altura(dh), y se calculó el volumen de madera en pie (una medida de ahorro) usando la fórmula del tronco de cono (Vm= hc(π/12)(dap2+dh2+dap*dh), propuesta por Pearson *et al.* (2007).

Cuadro 2. Ecuaciones alométricas utilizadas para calcular la cantidad de biomasa acumulada en los individuos clasificados como leña.

Especies	Ecuación	Fuente
Ficus cotinifolia	B=10^(-4.00692+2.51389*Log10(dap))*1000	Arreaga (2002)
Guazuma ulmifolia	B = 10^(-2.18062+0.08012*(dap)-0.0006244*(dap^2))*1000	Ruíz (2002)
Inga oestediana	B=10^(-0.9578+2.3408*(Log10(dap)))	Suárez (2002)
Inga punctata	B = 10^(-0.559+2.067* Log10(dap))	Segura et al. (2006)
Inga vera	B = 10^(-0.559+2.067* Log10(dap))	Segura et al. (2006)
Otros árboles	B =(21.3-6.95 *(dap)+ 0.74*(dap^2))	Brown y Iverson (1992)

B = biomasa (kg); Log10 = logaritmo de base 10; dap (cm) = diámetro a la altura del pecho (1.30 m)

Los árboles frutales fueron clasificados con base en su dap, altura y el criterio del productor en cinco categorías de acuerdo con su estado productivo: joven improductivo, joven productivo, adulto productivo, viejo productivo y viejo improductivo. Se estimó la producción total de frutas multiplicando la cantidad de frutales en estado productivo por la producción individual de cada frutal estimado con base en entrevistas con comerciantes, productores y agrónomos, trabajando en los sitios de estudio. Con los datos de producción total por usos de suelo y finca se calcularon los rendimientos por hectárea de los diferentes frutales

2.3.3 Aprovechamiento de productos arbóreos e indicadores económicos

Mediante una entrevista semiestructurada se preguntó a los miembros de la familia sobre: 1) la producción y el destino (venta o autoconsumo) de los productos arbóreos en cada uso de suelo durante el año 2014, y 2); el manejo de los árboles, incluyendo listados de prácticas, duración, frecuencia, mano de obra (familiar y contratada), insumos y costos. Adicionalmente, para los frutales que las familias decían consumir, se preguntó cuales son los meses de cosecha.

Se utilizaron los precios declarados por el encuestado para los productos que destinó a la venta. Se usó el precio de compra de los comerciantes para estimar el valor de los productos de autoconsumo. Los costos en efectivos comprendieron la compra de insumos, comercialización y mano de obra contratada, mientras que los costos en especie consideraron solamente la mano de obra familiar. Los días de trabajo invertidos por la familia fueron multiplicados por el costo de una jornada diaria en campo, basado en el concepto de costo de oportunidad y en la metodología de análisis financiero en fincas de Imbach (1987), utilizada por estudios similares como los de Cerda (2008) y Ambrose-Oji (2003).

Con los datos de consumo y venta de frutas (unidades o kg) reportados por el productor, se estimó el porcentaje promedio de pérdidas y aprovechamiento en las fincas. Para la leña, se estimó el porcentaje que representaba el consumo anual por familia en relación con la disponibilidad de leña en pie en la finca. Para calcular una tasa anual de cosecha de madera, se identificaron y midieron todos los tocones que indicaban corte y extracción de árboles maderables. De cada tocón, se registró el año de corta y se dividió el total de árboles aprovechados para la edad del tocón más viejo.

El beneficio económico que genera el aprovechamiento de los árboles fue evaluado con base en indicadores económicos (Ambrose-Oji 2003; Cerda *et al.* 2014) como ingreso bruto (IB), ingreso neto (IN), flujo neto (FN), valor de consumo doméstico (VDC) y beneficio familiar (BF). El IB indica los ingresos totales por venta de productos, el IN se refiere a la ganancia total del productor después de deducir todos los costos en efectivo y en especie, el FN es el balance entre el dinero gastado y el dinero ganado dentro de un periodo determinado, el VDC es el valor monetario del autoconsumo, y el BF representa los beneficios totales considerando ventas y autoconsumo (Imbach 1987; Sánchez y Moreno 1996; Cerda *et al.* 2014). Estos indicadores fueron calculados de la siguiente manera:

- IB = Cantidad de productos para la venta x precio en el mercado
- IN = Ingreso bruto - (costo en efectivo + costo en especie)
- FN = Ingreso bruto – Costo en efectivo
- VDC = Cantidad de productos destinados al consumo doméstico x precio en el mercado
- BF = Valor de consumo doméstico + flujo neto

El valor de cada uno de estos indicadores fue extrapolado a hectárea por el modelo estadístico (ha^{-1}) y expresado en dólares norteamericanos (1 US$ = 26,7 córdobas). Para la madera y la leña, se calculó el valor en pie (US$ ha^{-1}) para reflejar la potencial reserva de ahorro con la que cuentan las familias. Las áreas de las fincas y los usos del suelo en cada

finca se midieron con GPS mediante recorridos completos por los perímetros y todas las divisiones internas de cada finca (Datos no publicados, Oblitas 2015).

3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar las variables evaluadas entre sitios y entre usos de suelo, se aplicaron dos modelos lineales generales y mixtos. El primero buscó realizar comparaciones de sitios a nivel de finca, siendo la observación de cada finca la sumatoria de los valores de cada uso de suelo de interes que la integraban. El segundo modelo realizó una comparación de sitios a nivel de usos de suelo (parcelas) y entre usos de suelo, y buscó determinar si existió efecto de la interacción entre los sitios y usos de suelo sobre las variables estudiadas. A continuación se describe detalladamente cada modelo.

3.1 Modelo uno: Comparación de sitios a nivel de finca

Para determinar las diferencias entre sitos a nivel de finca para las variables de diversidad, densidad, área basal, producción de los árboles e indicadores económicos, se realizaron análisis univariados de varianzas reportando como efecto fijo el sitio y como covariable el área de finca. Para este análisis, se utilizó una matriz de datos con las observaciones registradas a nivel de finca, 90 en total para cada variable. En cada modelo, se evaluó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante gráficos de Q-Q plot y de dispersión respectivamente, con los valores de predichos y residuos.

En los casos en que no se cumplió la normalidad, se transformaron los datos a logaritmo natural y los resultados se mostraron con los valores originales. Para la falta de homogeneidad de varianzas, se trabajó con modelos de varianzas residuales heterocedásticas. Para la comparación de medias, se utilizó la prueba LSD de Fisher con un 95 % de confiabilidad en el momento de encontrar diferencias ($p=0.05$). Los análisis se realizaron en el *software* estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.* 2011).

3.2 Modelo dos: Comparación de sitios a nivel de uso de suelo, comparación entre usos de suelo e interacciones

Para determinar las diferencias entre sitios y entre usos de suelo e interacciones para las variables de diversidad, densidad, área basal, producción de los árboles e indicadores económicos, se realizaron análisis univariados de varianzas reportando como efectos fijos los sitios y los usos de suelo, como efecto aleatorio las fincas, y como covariable las áreas de los uso de suelo.

Para este análisis, se utilizó una matriz de datos con las observaciones obtenidas a nivel de uso de suelo (parcela). Dependiendo de la variable analizada, las observaciones cambiaron entre 45 y 275; debido a que no se consideraron las parcelas cuyo valor era 0 en cada una de las variables examinadas, para reducir la variabilidad de los datos. Esta medida se justifica porque existían diferencias estructurales entre los usos de suelo con relación a los tipos de árboles que los integraban mayoritariamente, por lo cual si se tomaban los 0 se podría subestimar la respuesta de un uso suelo para una variable en cuestión.

Al no tomar parcelas con valores de 0, se pudo conocer el beneficio que se deja de percibir por la ausencia de árboles o de un determinado tipo de árbol en los uso de suelo evaluados. Se siguió el mismo procedimiento mencionado en el punto 3.1 en lo que respecta al cumplimiento de los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianzas y comparaciones múltiples.

4. RESULTADOS

Los resultados se presentan en el siguiente orden: primero se muestran los resultados del modelo uno que comparó sitios a nivel de finca; luego se muestran los resultados del modelo dos, que cotejó sitios a nivel de usos de suelo (parcela), comparó usos de suelos y determinó si hubo interacciones entre sitio y uso de suelo. Los resultados del segundo modelo se presentan desglosados en dos partes, sitios y usos de suelo, debido a que para la mayoría de las variables estudiadas no existió interacción entre los dos factores.

4.1 Comparación de sitios a nivel de fincas

4.1.1 Descripción de las fincas

El área promedio de finca en La Dalia fue de 7,4 ha y en Waslala de 9,7 ha, con un rango de 0,5 a 68 ha en La Dalia y 0,6 a 74 ha en Waslala (Figura 1). A medida que el área de finca incrementaba también lo hicieron la abundancia y el número de especies arbóreas (Figura 2). Las fincas de La Dalia y Waslala son diversificadas con 5 usos de suelo en promedio , de los cuales dos son no-agrícola (bosques o tacotales) y entre 2 y 5 usos de suelo agrícola: pasturas, granos básicos, café, cacao y patio (Figura 3)

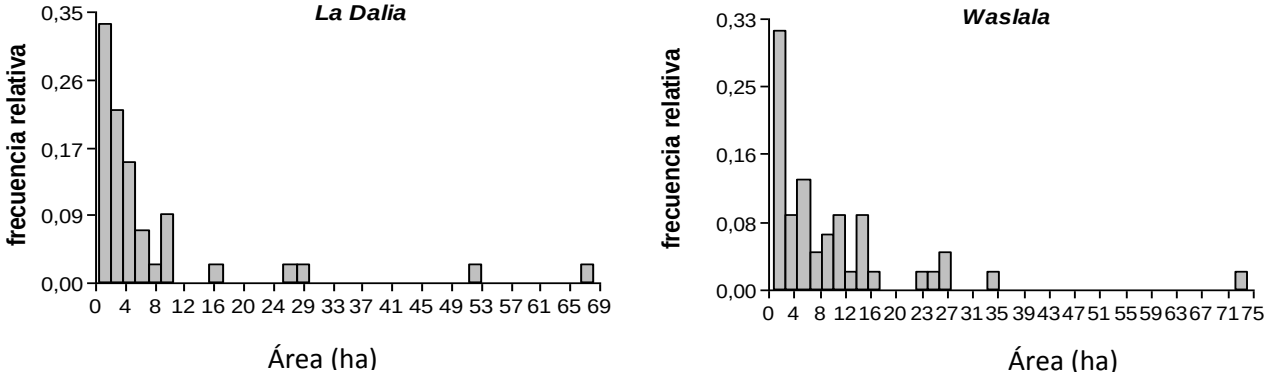


Figura 1. Histograma de frecuencia de las áreas de finca registradas en las 45 fincas visitadas de La Dalia y 45 fincas de Waslala.

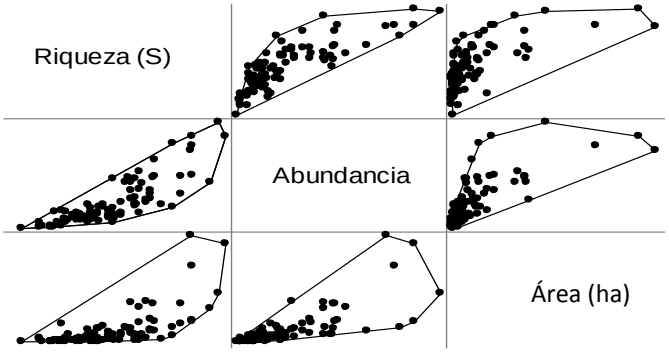


Figura 2. Matriz de diagramas de dispersión de la relación entra las variables de área, riqueza y abundancia para las fincas de La Dalia y Waslala.

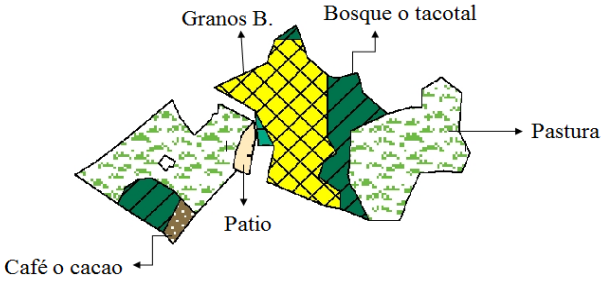


Figura 3. Composición promedio de las fincas visitadas en La Dalia (45) y en Waslala (45).

4.1.2 Diversidad y densidad de árboles

Las fincas de La Dalia y Waslala son similares estadísticamente en términos de la diversidad, densidad y área basal de los árboles, con un promedio de 38 especies, 181 árboles y 8,5 m^2 por hectárea respectivamente (Cuadro 3)

Cuadro 3. Promedio de riqueza, índice de Shannon, densidad y área basal de los árboles en las fincas de La Dalia (n = 45) y Waslala (n = 45).

Variable	La Dalia M± DE	Waslala M± DE	Promedio	*F*	*P*
Riqueza ha^{-1}	36 ± 16 a	39 ± 16 a	46 ± 13	1,24	0,26
Índice de Shannon (H')	2,6 ± 0,4 a	2,8 ± 0,4 a	2,9 ± 0,1	3,15	0,07
Densidad ha^{-1}	179 ± 26 a	182 ± 27 a	251 ± 25	0,03	0,86
Área basal m^2 ha^{-1}	8,5 ± 1,3 a	8,7 ± 0,8 a	8,6 ± 09	0,01	0,94

Medias con letras en filas similares no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DV=Desviación estándar.

4.1.3. Producción y aprovechamiento de productos arbóreos

A nivel de finca, el volumen de madera y la cantidad de leña en pie son similares en La Dalia y Waslala con un promedio de 16 m^3 ha^{-1} y 11 Mg ha^{-1}, respectivamente. Las fincas de La Dalia y Waslala difieren en el rendimiento por hectárea de cítricos, mangos y frutas cuantificadas en kilogramos como jocote, nancite y pejibaye. Para el resto de frutales, ambos sitios presentaron rendimientos similares (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio del volumen de madera en pie , leña en pie y rendimiento de frutas en las fincas de La Dalia (n= 45) y Waslala (n= 45).

Producto	La Dalia M± DE	Waslala M± DE	Promedio	*F*	*P*
VMP (m^3 ha^{-1})	12 ± 7 a	19 ± 8 a	16 ± 7,5	3,12	0,08
Leña (Mg biomasa ha^{-1})	11,1 ± 2,3 a	11,7 ± 2,8 a	11,4 ± 3	0,06	0,8
Cítricos (Unidades ha^{-1} $año^{-1}$)	3324 ± 475 b	5468 ± 601 a	4486 ± 538	4,86	0,03
Mangos (Unidades ha^{-1} $año^{-1}$)	3786 ± 504 a	2120 ± 310 b	2953 ± 407	6,24	0,01
Aguacate (Unidades ha^{-1} $año^{-1}$)	1351 ± 164 a	1052 ± 143 a	1201 ± 153	1,60	0,21
Otras frutas (Unidades ha^{-1} $año^{-1}$)	679 ± 649 a	917 ± 672 a	798 ± 660	3,15	0,08
Otras frutas (kg ha^{-1} $año^{-1}$)	162 ± 45 b	314 ± 70 a	238 ±58	4,84	0,03

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DV=Desviación estándar. Otras Frutas (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)= coco, pera de agua, guayaba, sonzapote, melocotón, guanábana. Otras Frutas (kg ha^{-1} $año^{-1}$)= pejibaye, nancite y jocote.

En las fincas de La Dalia, solo el 48 % de las familias entrevistadas reportaron haber aserrado árboles en el último año, mientras que en Waslala este porcentaje fue del 84 %. La tasa anual de cosecha de madera fue diferente entre La Dalia y Waslala. Frutas y leña se consumen en casi todas las fincas visitadas (97%). Las fincas de los sitios difieren en el aprovechamiento y pérdida de frutas, pero son similares en el porcentaje aprovechado de leña con relación a la disponibilidad total en las fincas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de la frecuencia de cosecha de madera y del porcentaje de aprovechamiento de los otros productos arbóreos en relación con la disponibilidad total en las fincas de La Dalia (n = 45) y Waslala (n = 45).

Producto	La Dalia M±DE	Waslala M± DE	Promedio	F	P
TCM (árbol ha^{-1} año)	0,42 ± 0,72 b	1,03 ± 0,86 a	0,72	13,8	<0,0001
Aprovechamiento leña (%)	6,8	9	8		
Consumo fruta (%)	16	34	25		
Venta fruta (%)	2	1	1,5		
Pérdida fruta (%)	82	65	73,5		

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DV=Desviación estándar. TCM= Tasa anual de cosecha de madera.

4.1.4 Indicadores económicos

El FN fue diferente en las fincas de los dos sitios, La Dalia presentó un FN positivo y Waslala uno negativo. El IN de las fincas en ambos sitios fue negativo y estadísticamente similar. El IN negativo es debido a la mínima comercialización de los productos arbóreos; el valor de los árboles en las fincas de ambos sitios se limita a su valor de consumo doméstico y beneficio familiar. Estas dos últimas variables son mayores, y estadísticamente diferentes en las fincas de Waslala en comparación con las de La Dalia, posiblemente debido al mayor aprovechamiento de madera en las fincas de Waslala. (Cuadro 6). En promedio, por finca, las frutas aportaron el 34% del beneficio familiar, la leña el 29 %, la madera el 28 % y los postes el 9 %. El valor de madera y leña en pie fue igual en las fincas de los dos sitios.

Cuadro 6. Valor promedio de indicadores económicos (US$ ha^{-1} $año^{-1}$) generados por el manejo, consumo y venta de productos arbóreos en fincas de La Dalia (n = 45) y Waslala (n = 45).

Indicador	La Dalia M±DE	Waslala M±DE	Promedio	*F*	*P*
CEF	20 ± 8 b	46 ± 16 a	34 ± 12	7,93	0,006
CES	41 ± 10 a	34 ± 9 a	76 ± 10	1,1	0,297
IB	65 ± 30 a	58 ± 16 a	62 ± 23	0,05	0,82
FN	37 ± 18 a	-32 ± 17 b	3 ± 18	9,02	0,003
IN	- 34 ± 17 a	-71 ± 18 a	-53 ± 18	2,76	0,100
VCD	343 ± 36 b	595 ± 82 a	469 ± 59	15,3	0,0002
BF	354 ± 49 b	566 ± 59 a	544 ± 54	11,40	0,001
ValMP	4910 ± 1325 a	7473 ± 1554 a	6192 ± 1439	3,12	0,08
VLP	780 ± 132 a	819 ± 147 a	850 ± 140	0,06	0,8

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DV=Desviación estándar. Medias con letras similares no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar. CEF= Costo en efectivo, CES= Costo en especie, IB= Ingreso bruto FN= Flujo neto, IN= Ingreso neto, VCD= Valor de consumo doméstico, BF= Beneficio familiar, Valmp= Valor de madera en pie, VLP= Valor de leña en pie

4.2 Comparación de sitios a nivel de usos de suelo (parcela)

4.2.1 Diversidad y densidad de árboles

Las poblaciones de árboles a nivel parcela en La Dalia y Waslala fueron similares en diversidad, densidad y área basal de los árboles (Cuadro 7). Se inventariaron 342,9 ha en La Dalia y 437,8 ha en Waslala, en ese orden se midieron 15192 y 17037 árboles, pertenecientes a 202 y 220 especies, respectivamente (160 especies compartidas en ambos sitios). Los sitios mostraron alta similaridad en la composición botánica como indica el índice de Morisita-Horn de 0,75.

Cuadro 7. Promedio de riqueza de especies, índice de Shannon, densidad y área basal de los árboles en La Dalia y Waslala.

Variable	La Dalia M± DE	n	Waslala M± DE	n	Promedio M± DE	*F*	*P*
Riqueza ha^{-1}	17,2 ± 13,1 a	142	19,2 ± 11,1 a	129	18,2 ± 12,1	1,81	0,18
Índice Shannon (H')	2,1 ± 0,6 a	142	2,3 ± 0,6 a	129	2,2 ± 0,6	3,56	0,06
Densidad ha^{-1}	72,4 ± 60,0 a	142	74,3 ± 60,5 a	129	74,3 ± 60,2	0,8	0,06
Área basal m^2 ha^{-1}	4,3 ± 8,1 a	142	4,1 ± 6,8 a	129	4,2 ± 7,4	3,38	0,06

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar.

Los árboles son aprovechados para obtener madera, leña, frutas, servicios y postes. En promedio en ambos sitios, el 36% de las especies fueron maderables, 29 % de leña, 17% frutales, 14% de servicio, y el 4% restante de otros usos (Figura 4). Las especies con mayor índice de valor de importancia en ambos sitios fueron: *C. alliodora, M. indica, P. americana, C. sinensis, P.dimorphadrum, I. oestediana, P. guajava, C. odorata, G.ulmifolia* y *T. rosea* (Cuadro 8).

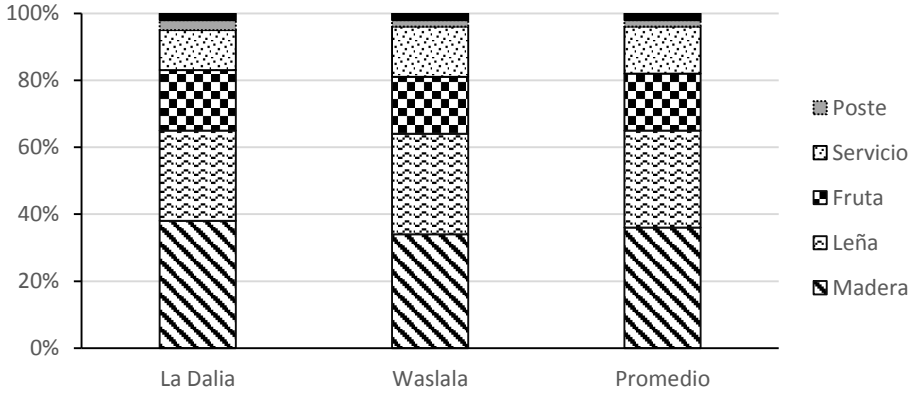


Figura 4. Porcentaje de especies arbóreas registradas de acuerdo con su uso en La Dalia y Waslala.

Cuadro 8. Listado de las diez especies con mayor índice de valor de importancia en La Dalia y Waslala.

Especie	Posición IVI	
	La Dalia	Waslala
Cordia alliodora	1	1
Guazuma ulmifolia	2	34
Mangifera indica	3	3
Platymiscium dimorphadrum	4	13
Persea americana	5	8
Psidium guajava	6	6
Albizia adinocephala	7	14
Citrus sinensis	8	4
Cedrela odorata	9	5
Tabebuia rosea	10	10
Inga oestediana	16	2
Spondia mombin	29	7
Lonchocarpus minimiflorus	14	9

4.2.2 Producción de productos arbóreos

El volumen de madera en pie fue similar en ambos sitios (Cuadro 9). Se identificaron 78 especies maderables en La Dalia y 75 en Waslala. Las especies más comunes en ambos sitios fueron *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Platymiscium dimorphadrum, Homalium racemosum* y *Dialium guianense.*

Cuadro 9. Promedio del volumen de madera en pie en La Dalia y Waslala calculado a partir de la fórmula del tronco de cono.

Variable	La Dalia M±DE	n	Waslala M±DE	n	Promedio	*F*	*P*
VMP (m^3 ha^{-1})	4,2 ± 4,5 a	128	5,3 ± 5,8 a	118	4,8	1,22	0,27

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar. VMP = Volumen de madera en pie.

En el caso de las frutas, se registraron 36 especies en La Dalia y 38 en Waslala, las cuales distribuían sus periodos de cosecha a lo largo de todo el año. Las frutas con mayor frecuencia de consumo en ambos sitios fueron los mangos, aguacates, naranjas, mandarinas y pejibayes. Las frutas fueron el único producto que se destinaba a la comercialización aunque de forma esporádica y en pequeñas cantidades, debido en gran parte a los bajos precios del mercado, malas vías de acceso y lejanía de las comunidades. El rendimiento por hectárea de la mayoría de frutales fue similar en los dos sitios. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Rendimiento promedio de los diferentes frutales registrados en La Dalia y Waslala.

Producto	La Dalia M ± DE	N	Waslala M ± DE	n	Promedio M ± DE	*F*	*P*
Cítricos (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)	2589 ± 543 a	81	2487 ± 410 a	94	2538 ± 526	0,03	0,86
Mangos (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)	1349 ± 260 a	87	1247 ± 208 a	73	1298 ±234	0,29	0,59
Aguacates (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)	962 ± 140 a	64	853 ± 120 a	54	907 ± 130	0,47	0,5
Otras frutas (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)	221 ± 42 b	89	340 ± 50 a	90	1713 ± 46	8,88	0,004
Otras frutas (kg ha^{-1} $año^{-1}$)	123 ± 43 a	73	177 ± 49 a	57	150 ±46	1,74	0,19

Medias con letras similares en filas no son diferentes (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación Estándar. Otras frutas (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)= coco, pera de agua, guayaba, sonzapote, melocotón, guanábana. Otras Frutas (kg ha^{-1} $año^{-1}$)= pejibaye, nancite y jocote.

La cantidad de leña en pie es similar en ambos sitios. El consumo de leña promedio por familia fue de 2,2 toneladas al año en La Dalia y 3,1 toneladas en Waslala. (Cuadro 11). Las especies de leña más usadas fueron: *Guazuma ulmifolia*, *Senna siamea, Lonchocarpus minimiflorus* e *Inga oestediana* en La Dalia, y *Spathodea campanulata, Morinda panamensis, Senna siamea e Inga oestediana* en Waslala.

Cuadro 11. Promedio de leña en pie (Mg ha^{-1}) y aprovechamiento anual por las familias de La Dalia y Waslala (Mg $año^{-1}$)

Variable	La Dalia M±DE	N	Waslala M±DE	n	Promedio M±DE	*F*	*P*
Leña (Mg ha^{-1})	3,1 ± 0,8 a	131	3,4 ± 0,7 a	125	3,2 ± 0,8	0,3	0,58
Consumo familia (Mg $año^{-1}$)	2,2 ± 0,3 b	45	3,1 ± 0,3 a	45	2,6 ±0,3	5,1	0,02

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar.

4.2.3 Indicadores económicos

Debido a que casi todos los productos arbóreos se destinaban al autoconsumo familiar, los valores de los indicadores económicos de FN e IN anual fueron bajos o negativos, existiendo diferencias entre los sitios en el FN. En el caso de los indicadores de VCD y BF, los valores fueron similares estadísticamente en los dos sitios (Cuadro 12).

En promedio, el 80 % de la mano de obra utilizada para la cosecha y acarreo de productos arbóreos fue familiar. Los costos en efectivo son superiores a los costos en especies puesto que las labores en que se contrataba personal demandaban más dinero, tal es el caso del aprovechamiento de madera o corte de leña en grandes cantidades. El valor de madera y leña en pie fue similar en ambos sitios con un promedio de 1719 y 228 dólares por hectárea, respectivamente.

Cuadro 12. Valor promedio de indicadores económicos (US$ ha^{-1} $año^{-1}$) generados por el manejo, consumo y venta de productos arbóreos en La Dalia y Waslala.

Indicador	La Dalia M±DE	n	Waslala M±DE	n	Promedio	*F*	*P*
CEF	14 ± 8 a	45	25 ± 11 a	53	19,5 ± 9	3,89	0,05
CES	17 ± 10 a	104	13 ± 6 a	98	14,8 ± 8	3,02	0,09
IB	31 ± 14 a	34	42 ± 15 a	11	36 ±14	1,22	0,28
FN	24 ± 112 a	57	-23 ± 90 b	55	- 0,05 ±101	6,09	0,02
IN	-10 ± 128 a	111	-30 ± 83 a	108	-20 ± 105	2,0	0,16
VCD	106 ± 47 a	118	145 ± 52 a	114	125 ± 50	2,03	0,16
BF	114 ± 47 a	118	143 ± 37 a	114	128 ± 42	1,00	0,32
ValMP	1539 ± 415 a	128	1899 ± 398 a	118	1,719 ± 406	0,85	0,36
VLP	214 ± 81 a	131	242 ± 69 a	125	228 ± 75	0,31	0,58

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar. CEF= Costo en efectivo, CES= Costo en especie, IB= Ingreso bruto FN= Flujo neto, IN= Ingreso neto, VCD= Valor de consumo doméstico, BF= Beneficio familiar, Valmp= Valor de madera en pie, VLP= Valor de leña en pie.

4.3 Usos de suelo

4.3.1 Diversidad de árboles

Se inventariaron 73 ha de cafetales, 59 ha de cacaotales, 508 ha de pasturas, 16 ha de patios y 123 ha de granos básicos, registrando en ese mismo orden 197, 169, 189, 152 y 138 especies. Las parcelas de cafetales fueron el uso de suelo en donde se registró una mayor riqueza de especies seguido de los cacaotales, las pasturas, los patios y los granos básicos. Así mismo, los índices de diversidad indicaron que las parcelas de café son más diversas (ricas por unidad de superficie y más equitativas) que las de granos básicos, las cuales tuvieron el uso de suelo que mostró menos diversidad (Cuadro 13). El índice de similitud de Morisita-Horn muestra claramente que los patios tienen la más baja similaridad con los otros usos del suelo, con un valor de apenas de entre 29% y 52 % . En cambio, cafetales y cacaotales son 90% similares entre si (Cuadro 14). Los cafetales presentaron 19 especies exclusivas, los cacaotales 13, las pasturas 8, los patios 14 y los granos básicos 2. Los cinco usos de suelo compartieron un total de 88 especies.

Cuadro 13. Promedio de riqueza de especies e índice de diversidad de especies arbóreas en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala (n total =271)

Variable	Cacao (n=31) M±DE	Café (n=41) M±DE	Granos (n=63) M±DE	Pastura (n=60) M±DE	Patio (n=76) M±DE	Promedio M±DE	*P*
Riqueza (ha^{-1})	20,9 ± 13,3 b	29,0 ± 11,5 a	10,6 ± 7,9 d	16,8 ± 11 bc	14,8 ± 7,8 c	23 ±19	< 0,0001
Shannon (H')	2,4 ± 1,1 ab	2,6 ± 0,6 a	1,9 ± 0,8 c	2,2 ± 0,8 b	2,1 ± 0,9 bc	2,2 ± 0,34	< 0,0001

Medias con letras similares no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar.

Cuadro 14. Índice de similitud de composición botánica de Morisita-Horn para los usos de suelo estudiados en La Dalia y Waslala.

Uso de suelo	Cacao	Café	Granos	Pastura	Patio
Cacao	-	0,90	0,69	0,73	0,52
Café	-	-	0,75	0,82	0,54
Granos	-	-	-	0,89	0,29
Pastura	-	-	-	-	0,37

El índice de valor de importancia mostró que las principales especies en los cacaotales y cafetales fueron: *Cordia alliodora*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis* e *Inga oestediana.* En las pasturas y granos básicos el *Cordia alliodora* se repite junto con el *Platymiscium dimorphadrum, Guazuma ulmifolia* y *Tabebuia rosea*. Para los patios las especies dominantes fueron: *Mangifera indica*, *Persea americana, Cordia alliodora, Senna siamea* y *Citrus sinensis,* siendo en su mayoría frutales (Figura 5). La mayor cantidad de especies en los usos de suelo son maderables y de leña, con excepción de los patios en donde se registró un mayor número de especies frutales (Figura 6).

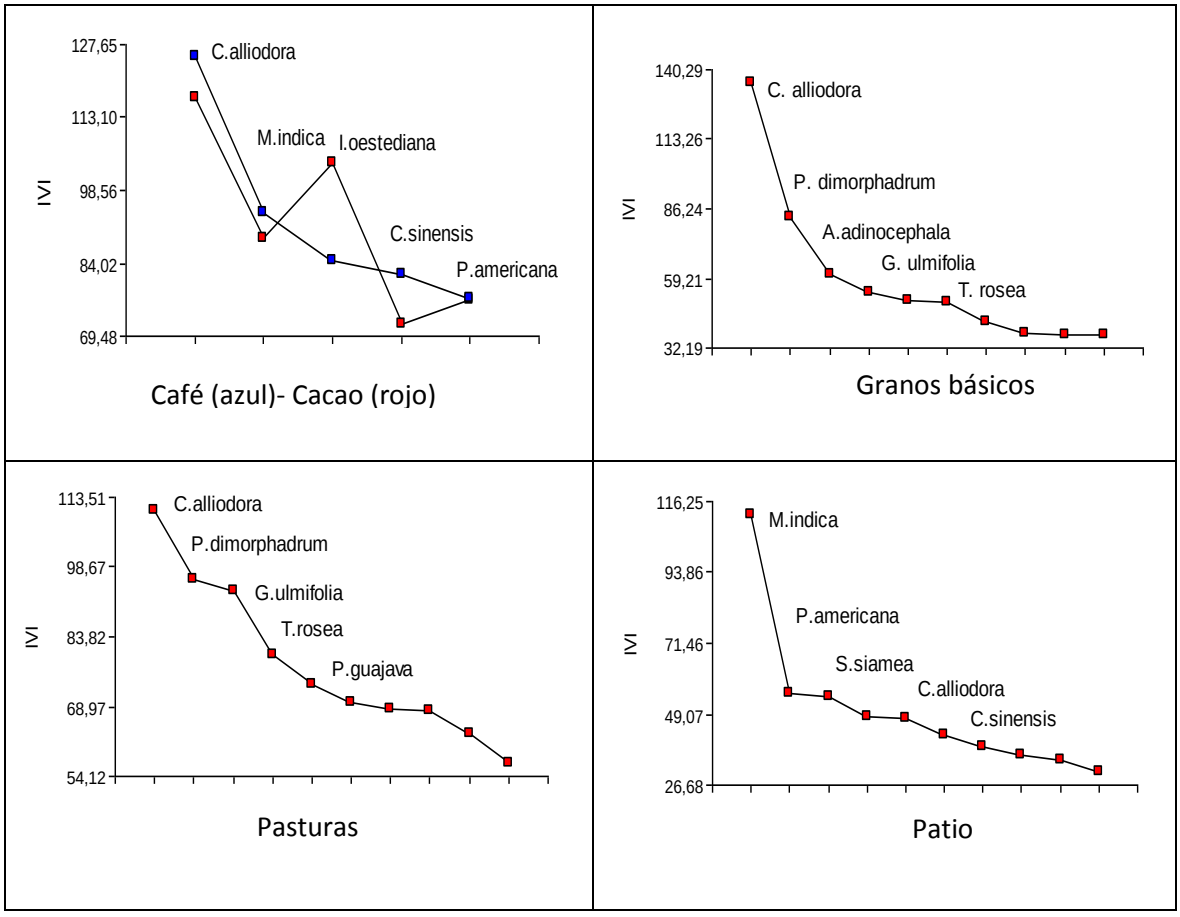


Figura 5. Índice de valor de importancia (IVI) para las cinco especies más importantes en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala.

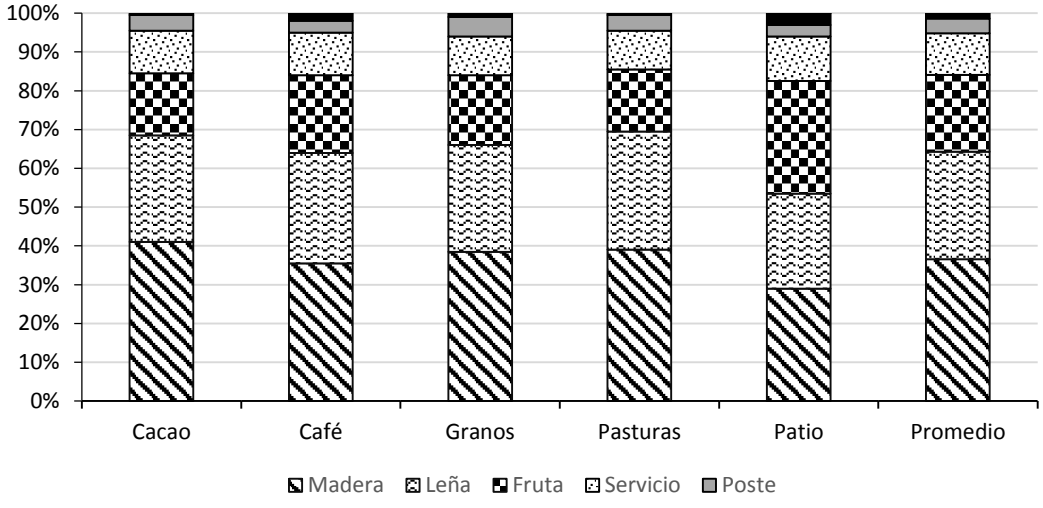


Figura 6. Porcentaje de especies de árboles registradas de acuerdo con su uso en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala.

4.3.2 Densidad y área basal de árboles

La densidad total (árboles ha-1) decrece desde 138 árboles ha^{-1} en cafetales hasta 31 árboles ha^{-1} en granos básicos. Este comportamiento se observa también en la densidad de frutales, leña y maderables. Los árboles de servicio mantienen muy bajas poblaciones (1.7 – 3.7 árboles ha^{-1}) en todos los usos del suelo. El comportamiento observado con el área basal es similar al de la densidad (Cuadro 15).

Cuadro 15. Promedio de densidad (árboles ha^{-1}) y área basal (m^2 ha^{-1}) de los árboles en los usos de suelo estudiados de La Dalia y Waslala (n total =271).

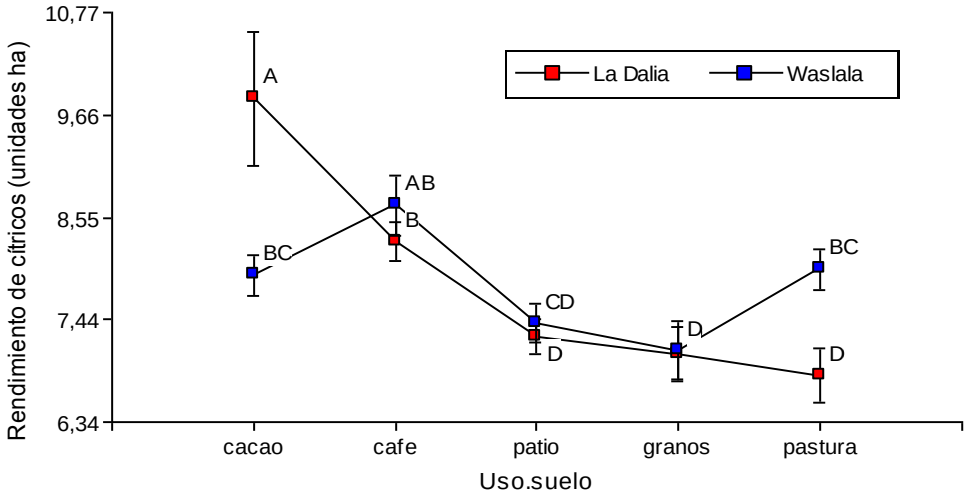
Variable	Café (n=41)	Cacao (n=31)	Pastura (n=60)	Patio (n=76)	Granos (n=63)	Promedio	*P*
	M±DE	M±DE	M±DE	M±DE	M±DE	M±DE	
				Densidad			
Total	138,4 ± 70 a	78,8 ± 64 b	67 ± 61,1 bc	51,8 ± 37,4 c	31,1 ± 35,7 d	122 ± 213	< 0,0001
Frutales	48,6 ± 53 a	30,1 ± 44 ab	13,5 ± 17,9 c	19,0 ± 15 bc	4,9 ± 10,3 d	26 ± 22	< 0,0001
Leña	34,5 ± 7,6 a	14,2 ± 7,1 b	20,0 ± 9,1 b	4,3 ± 8,4 c	5,4 ± 7,7 c	13 ± 3	< 0,0001
Madera	43,8 ± 7,6 a	22,6 ± 7,2 bc	34,1 ± 8,5 ab	4,2 ± 8,5 d	16,4 ± 8,5 c	20 ± 3	< 0,0001
Servicio	3,3 ± 6,8 a	2,9 ± 6,5 ab	3,7 ± 7,7 a	1,7 ± 6,9 b	2,0 ± 6,8 b	3 ± 2	< 0,0001
				Área basal			
Total	8,6 ± 10 a	5,4 ± 8,5 ab	3,0 ± 3,5 bc	2,3 ± 1,4 cd	1,7 ± 3 d	4,2 ± 5,2	< 0,0001
Frutales	0,9 ± 1,2 ab	0,5 ± 1,6 a	0,3 ± 1,4 b	0,3 ± 0,8 c	0,1 ± 0,6 b	0,3 ± 2	< 0,0001
Leña	1,7 ± 1,2 a	0,9 ± 1,6 ab	0,8 ± 1,5 b	0,2 ± 0,7 c	0,3 ± 1,4 c	1 ± 4	< 0,0001
Madera	3,4 ± 1,2 a	1,8 ± 1,6 a	1,8 ± 1,5 a	0,2 ± 1,5 c	0,9 ± 1,5 b	0,5 ± 3	< 0,0001
Servicio	0,2 ± 1,1	0,5 ± 1,8	0,1 ± 1,2	0,04 ± 1,1	0,1 ± 1,1	0,1 ± 2	< 0,0001

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar. Los valores de la densidad y área basal de acuerdo con uso de los árboles están en escala de logaritmo normal.

4.3.3 Producción de productos arbóreos

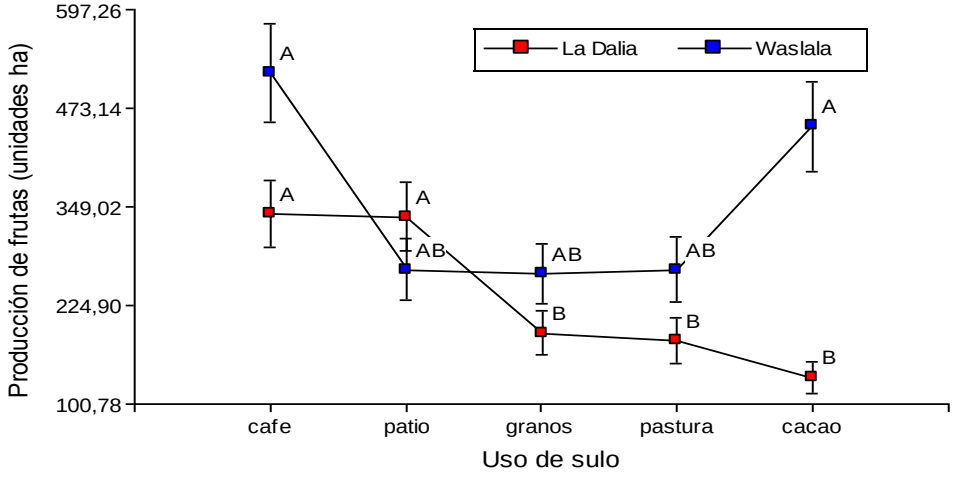
El volumen de madera en pie más alto se presentó en los cafetales con 16 m^3 ha^{-1} y el más bajo en los patios con 0,7 m^3 ha^{-1}. El rendimiento por hectárea de frutales como mangos, aguacates y pejibayes fue mayor en los cacaotales y cafetales, disminuyendo significativamente en las pasturas y granos básicos. La biomasa en pie de árboles de leña es alta en los cafetales con > 5 Mg ha^{-1} decreciendo entre 3 y 4 Mg en los granos básicos y pasturas (Cuadro 16).

Para la variable de rendimiento de cítricos, el análisis estadístico evidenció una interacción significativa entre los factores usos de suelo y sitio, siendo los cafetales y cacaotales de ambos sitios los que presentaron una mayor producción por hectárea, mientras que los campos de granos básicos de los dos sitios y las pasturas de La Dalia presentaron los valores más bajos (Figura 7). La variable de rendimiento de otras frutas cuantificadas en unidades presentó el mismo comportamiento; en los cacaotales y cafetales de Waslala, se da un rendimiento de hasta 500 frutas ha^{-1} mientras que en los cacaotales y pasturas de La Dalia este es solo de 200 frutas ha^{-1} (Figura 8).



Medias con letras similares no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). Valor de F: 3,89; Valor de p: 0,007. Valores del eje se encuentran en logaritmo natural.

Figura 7. Rendimiento promedio de cítricos en los usos de suelo evaluados en La Dalia y Waslala.



Medias con letras similares no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). Valor de F: 2,61; Valor de p: 0,04.

Figura 8. Rendimiento promedio de otras frutas que se cuantifican en unidades (guayaba, coco, pera de agua, zapote, melocotón) en los diferentes usos de suelo en La Dalia y Waslala

Cuadro 16. Promedio del volumen de madera en pie, leña en pie y rendimiento de frutas en los usos de suelo estudiados de La Dalia y Waslala.

Producto	n total	Cacao M± DE	Café M± DE	Granos M± DE	Pastura M± DE	Patio M± DE	Promedio M± DE	*P*
VMP (m^3 ha^{-1})	246	8,6 ± 0,3 ab	16,1 ± 0,2 a	3,4 ± 0,2 c	7,4 ± 0,2 b	0,7 ± 0,2 d	4,9 ± 3,7	< 0,0001
Cítricos (Unidades ha^{-1} $año^{-1}$)	175	7187 ± 0,4 a	4866 ± 0,2 a	1200 ± 0,2 b	1652 ± 0,2 b	1525 ± 0,1 b	3286 ± 303	< 0,0001
Mangos (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)	160	1379 ± 251 abc	2438 ± 371 a	741 ± 116 c	1175 ± 202 bc	1338 ± 189 ab	1618 ± 245	0,01
Aguacates (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)	118	1129 ± 181 ab	1394 ± 170 a	772 ± 121 ab	652 ± 76 b	765 ± 125 b	934 ± 114	0,02
Otras Frutas (Unidades ha^{-1} $año^{-1}$)	179	244 ± ab	419 ± a	233 ± b	221 ± b	301 ± ab	307 ± 43	0,01
Otras Frutas (kg ha^{-1} $año^{-1}$)	130	365 ± 0,35 a	180 ± 0,25 ab	101 ± 0,31 bc	122 ± 0,26 bc	89 ± 0,20 c	154 ± 25	< 0,0001
Leña (Mg biomasa ha^{-1})	256	5,3 ± 0,4 ab	10,1 ± 0,2 a	1,5 ± 0,2 c	4,5 ± 0,2 b	1,0 ± 0,2 c	3,3 ± 0,5	< 0,0001

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DV=Desviación estándar. Otras Frutas (Unidad ha^{-1} $año^{-1}$)= coco, pera de agua, guayaba, sonzapote, melocotón, guanábana. Otras Frutas (kg ha^{-1} $año^{-1}$)= pejibaye, nancite y jocote.

Cuadro 17. Valor promedio de indicadores económicos (US$ ha^{-1} $año^{-1}$) generados por el manejo, consumo y venta de productos arbóreos por usos de suelo en fincas de La Dalia y Waslala.

Indicador	n total	Cacao M± DE	Café M± DE	Granos M± DE	Pastura M± DE	Patio M± DE	Promedio M± DE	*P*
CEF	98	39 ± 18 a	32 ± 11 a	15 ± 6 a	25 ± 11 a	5 ± 4 b	17 ± 6	< 0,0001
CES	202	21 ± 11 ab	22± 7 a	10 ± 4 c	13 ± 5 bc	11 ± 4 bc	14 ± 2	< 0,0001
IB	45	44 ± 21 ab	46 ± 18 a	15 ± 10 ab	10± 10 b	50 ± 16 a	33 ± 10	0,11
FN	112	-4 ± 29 a	23 ± 15 a	-18 ± 19 a	-25± 18 a	24 ± 21 a	16 ± 47	0,19
IN	219	-24 ± 144 ab	-15 ± 115 ab	-21 ± 24 ab	-32 ± 65 b	-8 ± 30 a	- 20 ± 76	0,04
VCD	232	228 ± 90 ab	260 ± 62 a	67 ± 19 c	123 ± 34 b	60 ± 17 c	124 ± 22	< 0,0001
BF	232	242 ± 92 ab	268 ± 61 a	63 ± 17 c	118 ± 32 b	69 ± 18 c	128 ± 20	< 0,0001
Valor MP	246	3071 ± 0,4 ab	6248 ± 0,2 a	1300 ± 0,2 c	2836 ± 0,2 b	206 ± 0,2 d	1634 ± 312	< 0,0001
VLP	256	368 ± 1,4	712 ± 1,3	104 ± 1,3	314 ± 3,2	72 ± 1,3	215 ± 7	< 0,0001

Medias con letras similares en filas no difieren estadísticamente (LSD Fisher, p <0.05). M= Media, DE=Desviación estándar. CEF= Costo en efectivo, CES= Costo en especie, IB= Ingreso bruto FN= Flujo neto, IN= Ingreso neto, VCD= Valor de consumo doméstico, BF= Beneficio familiar, Valmp= Valor de madera en pie, VLP= Valor de leña en pie

4.3.4 Indicadores económicos

El IB fue positivo pero bajo para todos los usos de suelo, decreciendo en el orden de patio (50 US$ ha^{-1}año), café (46 US$ ha^{-1}año), cacao (44 US$ ha^{-1}año), granos (US15 ha^{-1}año) y pasturas (10 US$ ha^{-1}año). El FN fue negativo en cacaotales, granos básicos y pasturas, pero positivo en cafetales y patios (24 -24 US$ ha^{-1}año). El IN es negativo en todos los usos de suelo debido a la poca venta de productos arbóreos en las fincas. El BF fue alto en todos los usos de suelo disminuyendo en el orden café (268 US$ ha^{-1}año), cacao (242 $ ha^{-1}año), pasturas (118 US$ ha^{-1}año), patios (69 US$ ha^{-1}año) y granos básicos (63 US$ ha^{-1}año). Los CE y CEF fueron similares en todos los usos de suelo menos en patios y cafetales respectivamente. (Cuadro 17).

5. DISCUSIÓN

5.1 Diversidad y densidad de árboles

Los resultados reflejan que los usos de suelo tiene una fuerte influencia sobre la diversidad y densidad de los árboles ($p = <0,01$), y que a medida que su complejidad (estratos de sombra) disminuye lo hacen también el número de especies e individuos que integran el componente arbóreo, tal como reportaron Guyassa y Raj (2013b) en un estudio realizado en Etiopia con bosques, patios, pasturas y granos básicos. La complejidad de un uso de suelo está dada en gran parte por la intensificación de su manejo y la capacidad que tiene el cultivo principal para compartir los recursos (Augusseau *et al.* 2006; Bobo *et al.* 2006; Scales y Marsden 2008).

Los cafetales y cacaotales de La Dalia y Waslala fueron los más diversos y densos en comparación con los otros usos de suelo evaluados, puesto que estos sistemas son más tolerantes a la sombra y obtienen más beneficios de esta que los demás cultivos, como por ejemplo la regulación de la producción, protección de las plantas, mejor calidad de los granos, regulación de temperaturas, control de enfermedades, entre otros (Beer *et al.* 1998; Muschler 2001; Somarriba y Beer 2011; Orozco y López 2013; Somarriba *et al.* 2014; Gwali *et al.* 2015). Sin embargo, los cafetales fueron los más similares en comparación con los patios, esto indica que a nivel de paisaje no necesariamente son los usos de suelo con más diversidad de especies (Caicedo *et al*., en preparación).

La densidad de árboles en los cafetales de La Dalia y Waslala se aproxima (± 50) a la reportada por Orozco y López (2013) y Pinoargote (2014) en la zona centro-norte de Nicaragua (Estelí, Jinotega, San Ramón, El Cúa y La Dalia), pudiéndose catalogar como una densidad característica de los cafetales de esa región del país. Sin embargo, esta es ligeramente superior a la de los cafetales de países africanos como Uganda y Nigeria (120 ha^{-1}), y mucho menor a la de los cafetales del extremo sur de México (Chiapas) con densidades hasta 50 % mayores (250 ha^{-1}). El primer caso podría explicarse por la política de propiedad comunal que rige y desincentiva la incorporación de árboles, y en el segundo al hecho de que la mayoría de los cafetales son manejados por grupos indígenas cuya tradición es mantener sistemas de producción bastante complejos (Gobin *et al.* 2001; Peeters *et al.* 2003; Gwali *et al.* 2015).

La densidad de árboles en lo cacaotales fue mucho menor a la reportada por estudios en Centroamérica (200 ha^{-1}) y Camerún (120 ha^{-1}) (Jagoret *et al.* 2011; Cerda *et al.* 2014), pero superior a la registrada por Orozco *et al.* (2008) en Bolivia (>70 ha^{-1}), y similar a la mostrada por Leiva (2013) en Jinotega - Nicaragua, por lo cual las diferencias a nivel países podrían estar dadas por las formas de manejo propias de cada país, la edad de las plantaciones y los requerimientos de las variedades de cacao (Jagoret *et al.* 2011).

Las pasturas de La Dalia y Waslala presentaron una densidad de árboles que se encuentra dentro del rango (30-80 árboles ha^{-1}) reportado en otros departamentos de Nicaragua, Estelí y Chontales (Orozco y López 2013), pero muy superior a la hallada en las pasturas de Cañas – Costa Rica y Chiapas – México (8-9 árboles ha^{-1})(Otero-Arnaiz *et al.* 1999; Esquivel *et al.* 2003), y ligeramente mayor a la densidad mostrada por pasturas del Caribe de Colombia (4-

53 árboles ha^{-1}) (Cajas-Giron y Sinclair 2001). Por otra parte, los patios presentaron una densidad arbórea muy por debajo a la encontrada en patios del Sur de Etiopia (475 árboles ha^{-1}) y similar a la reportada en patios de Yucatán- México (García De Miguel 2004; Tesfaye *et al.* 2013).

En el caso de los granos básico, la densidad de árboles encontrada por este estudio es inferior al promedio nacional de Nicaragua que es de 44 árboles ha^{-1} (Orozco y López 2013). De igual forma está por debajo de la encontrada en El Salvador (58 árboles ha^{-1}) y en los sistemas Quesungual de Honduras (216 árboles ha^{-1}), pero es similar a la de los sistemas de tala y quema para cultivos anuales (30 árboles ha^{-1}) también en Honduras (García *et al.* 2001; Mendoza y Manrique 2014). Las diferencias en las densidades responden diferentes factores como los objetivos y las preferencias del productor, características del suelo, topografía, grado de intensificación agrícola, sequías, acceso a la tierra, entre otros (Lok 1998; García *et al.* 2001; Esquivel *et al.* 2003).

A nivel de parcela, los patios y pasturas son similares en términos de diversidad y densidad, diferente a lo que se esperaría de acuerdo con la descripción de los patios como áreas muy densas y diversificadas (Gliessman 1990; Galluzzi *et al.* 2010), criterio apoyado por estudios como los de Henry *et al.* (2009) en Kenia. Este resultado puede deberse a que muchos de los patios de La Dalia y Waslala presentaban una baja intensificación agroforestal, con áreas pequeñas (0,04-0,6 ha), con una sola micro-zona (área del patio destinada a un uso específico) y muchas veces con pocos árboles, probablemente porque con frecuencia cafetales y cacaotales se encontraban cerca de las casas, lo cual generaba bienes y servicios que compensaban la simplicidad de los patios, esta relación fue encontrada también en patios de India (Peyre *et al.* 2006).

Las pasturas se caracterizaban por presentar una amplia composición de especies y abundancia de árboles para garantizar la alimentación y el confort de los animales durante la época seca, además de ser una de las principales fuentes de postes para el establecimiento de cercas, criterio que concuerda con lo publicado por Betancourt *et al.* (2003); Aklilu *et al.* (2013) y Orozco y López (2013).

El índice de similitud de Morisita- Horn mostró valores altos (0,7-0,9) para cuatro de los cinco usos de suelo evaluados, pudiendo concluir que son muy parecidos en su composición botánica y evidenciando una baja tasa de recambio de especies. Los patios fueron los que presentaron una mayor distancia ecológica (0,3 -0,5) similar a lo encontrado por Guyassa y Raj (2013a). Esto puede ser producto de la marcada dominancia de especies frutales y ornamentales en su composición, características señaladas también por Henry *et al.* (2009) y Gebauer (2005) en estudios realizados en Etiopía y Sudán respectivamente.

Los otros usos de suelo posiblemente compartían muchas especies que por su rusticidad permanecieron después del establecimiento de áreas agrícolas como sugiere Scales y Marsden (2008). Esto podría respaldarse también por el hecho de que los cacaotales, cafetales, granos básicos y pasturas compartían un importante número de especies a nivel del índice de valor de importancia en órdenes muy similares, siendo las principales: *Cordia alliadora*, *Cedrela odarata*, *Inga Oestediana*, *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis* y *Persea americana*, especies que en su conjunto

presentaban diversas utilidades (madera, leña, poste, frutas). Los patios al contrario presentaron 13 especies frutales dentro de las primeras 15 especies con más alto índice de valor de importancia.

Al ser La Dalia y Waslala sitios que difieren en su historial agrícola, densidad poblacional y desarrollo de mercados, se cree que representan dos fases de la curva de transición forestal en el Paisaje Centinela de Nicaragua-Honduras (Leguía *et al.* 2014). Sin embargo, los resultados mostrados por este estudio y por el estudio de Caicedo (*2015)* muestran que la población de árboles de los sitios son similares en diversidad, densidad y área basal, lo cual se asocia también a un alto número de especies compartidas (160) que se expresa en un alto índice de similitud en composición botánica (0,75).

Si bien los sitios difieren en los aspectos anteriormente mencionados, estos también comparten una serie de características biofísicas, climáticas y socioeconómicas que podrían explicar estos resultados. Por ejemplo, en ambos sitios las fincas se caracterizan por ser bastante diversificadas y con los mismos usos de suelo predominantes. En los dos sitios, los árboles representan un suministro constante de productos arbóreos claves para la subsistencia de las familias según lo demostrado por este estudio. Del mismo modo la intensificación del manejo de los cultivos no presenta grandes diferencias de acuerdo con *Oblitas et al* (en preparación).

Otra característica que comparten los sitios es su altura sobre el nivel de mar (msnm) y la temperatura anual promedio con rangos de 340-1250 msnm y 22-25 Cº, respectivamente. Por lo cual, se podría inferir que los aspectos en que difieren los sitios no influyen fuertemente sobre la cobertura arbórea, tema que requiere mayor investigación, ya que posiblemente el lugar que ocupan ambos sitios en la curva de transición forestal no es tan diferente como se piensa.

Varios estudios sostienen que la presencia y la diversidad de árboles en fincas está fuertemente ligada a las decisiones que toma el productor sobre cuáles árboles dejar para cubrir sus necesidades y potencializar sus estrategias de subsistencia, ya sea por la selección y protección de individuos durante los procesos de regeneración natural o mediante la plantación de estos (Kindt *et al.* 2006a; Méndez *et al.* 2007; Méndez 2008; Guyassa y Raj 2013a).

Una mayor densidad y diversidad de árboles puede traducirse en una mayor disponibilidad y variedad de bienes y servicios como madera, leña, frutas, postes, medicinas, forraje, fibras, protección de los cultivos, incorporación de materia orgánica, entre otros (Muschler 2001; Kindt *et al.* 2006b; Kalaba *et al.* 2010). Estos hechos se reflejan en el alto número de especies encontradas en las fincas de La Dalia (202 sp) y Waslala (220 sp) en donde todas eran identificadas por los productores para el aprovechamiento de un producto por lo menos. Esto hace de las fincas de La Dalia y Waslala piezas claves hacia donde deben destinarse los esfuerzos para la conservación de los ecosistemas de los sitios, ya que los árboles en usos de suelo agrícola incrementan la productividad de la tierra y reducen la presión sobre los bosques al aprovechar productos como madera y leña (Aklilu *et al.* 2013). Además sirven de refugio y alimento a la fauna local, contribuyen a la dispersión de semillas

y mantienen procesos reproductivos mediante el flujo de polen (Hanson *et al.* 2008; Henry *et al.* 2009)

5.2 Contribución de los árboles a los medios de vida

Los árboles en las fincas eran aprovechados para obtener productos como: madera, leña, frutas, postes vivos o muertos, los mismos reportados en diferentes partes del mundo por Méndez (2008), Peeters *et al.* (2003), Rice (2008) y Faye *et al.* (2010) en distintos usos de suelo de El Salvador, México, Perú, y Malí respectivamente. Otros autores como Akinnifesi *et al.* (2008) y Ros-Tonen y Wiersum (2005) registraron en Mozambique y Honduras el aprovechamiento de más productos tales como corteza, hojas y fibras de los árboles para fines de manufactura o medicinales. Un mayor número de productos aprovechados puede estar dado por un mayor conocimiento local y por la cercanía y demanda de mercados por artesanías (Demmer y Overman 2001).

Otro factor relacionado son las tradiciones y vínculos espirituales que tienen muchas comunidades rurales con los árboles, llegando incluso a considerarlos sagrados, venerarlos durante ceremonias religiosas y no cortar ciertos árboles por ninguna razón durante la limpieza de un terreno destinado a uso agrícola (Akinnifesi *et al.* 2008).

A pesar del alto valor de mercado de la madera no es el producto que más contribuye al beneficio familiar , ya que este lugar es ocupado por los frutales (34%) y la leña (29%), resultado similar a lo encontrado por Angelsen *et al.* (2014) en un estudio realizado a nivel mundial. En el caso de las fincas de La Dalia y Waslala, el bajo aprovechamiento anual de madera mostrado por este estudio (< 1 árbol/año) se da posiblemente por las disposiciones del marco legal para la comercialización de madera. El proceso de obtención de permisos para la venta legal dura entre 50 y 60 días, y el productor muchas veces no está dispuesto a seguirlo por factor tiempo y dinero, por lo cual el aprovechamiento es solo para uso doméstico, para el cual los requerimientos no son siempre anuales (Larson 2006; Leiva 2013)

En el caso de las frutas, estas juegan un rol importantes para las familias de La Dalia y Waslala quienes declararon aprovechar alguna fruta ya sea en sus fincas (97%) o en las de vecinos (3%) en cualquier época del año, ya que los periodos de cosecha eran distintos y existía siempre disponibilidad. Esto hace que las frutas constituyan una parte importante en las dietas de las familias rurales disponible incluso en épocas de sequía cuando otros productos de autoconsumo escasean, contexto similar al de zonas rurales de África y Asia (Akinnifesi *et al.* 2002; Mithöfer y Waibel 2003; Haq *et al.* 2008).

Este hecho es importante puesto que las frutas contienen vitaminas, carbohidratos y minerales como calcio y potasio que reducen el riesgo de sufrir deficiencias nutricionales especialmente en los niños como lo reporta Packham (1993) y Akinnifesi *et al.* (2008) en los sistemas Miombo del Sur de África. Cuatro de las frutas de mayor consumo en las fincas de La Dalia y Waslala (naranja, mandarían, aguacate y mango) presentaron los mayores contenidos de vitamina A en un estudio realizado en fincas cacaoteras de Waslala, mientras que el pejibaye mostró los mayores valores de zinc y hierro. La vitamina A, el zinc y hierro

representan las mayores deficiencias en las familias pobres de Nicaragua, afectando los procesos reproductivos y sistema inmunológico de las personas (Sáenz 2013).

Las frutas también pueden ser una fuente potencial comercio que permitiría a las familias incrementar su poder adquisitivo (Akinnifesi *et al.* 2002). Este potencial no es explotado por las fincas de La Dalia y Waslala en donde la comercialización baja y sin valor agregado se refleja en los valores negativos del flujo e ingreso neto. De acuerdo con Jamnadass *et al.* (2011), las principales limitantes para que los productores se involucren en una producción comercial de frutas son la pobre infraestructura vial, inadecuadas prácticas poscosecha y una pobre organización de los mercados, lo que fácilmente podría adaptarse al contexto de Waslala y a algunas comunidades lejanas de La Dalia. Esto a su vez se convierte en una oportunidad de intervención con miras a potencializar la contribución de los árboles.

Por su parte, la leña fue la principal fuente de energía para las familias de La Dalia y Waslala al igual que lo reportado por Salazar (2013) en Boaco-Nicaragua y por Soto (2013) quien también menciona una creciente demanda anual de leña y carbón vegetal del 5% en Nicaragua. Esta tendencia podría explicarse por dos situaciones, primero por la falta de infraestructura energética en la cual encajarían las fincas de Waslala en su mayoría lejanas, y segundo porque a pesar de existir esta infraestructura el uso de leña genera un ahorro significativo para las familias al no tener que pagar servicios de instalación y de electricidad mensualmente, contexto que se aplicaría a La Dalia en donde las fincas están más cerca de los poblados, esta misma dinámica fue encontrada por Rice (2008) en Guatemala y Perú.

Otro hecho señalado que podría influir es la preparación de alimentos altamente demandantes de energía como el frijol y arroz, componentes de todos los días en las dietas de las familias de La Dalia y Waslala (Rice 2008). El consumo de unidades o rajas de leña por día (6) fue similar a los encontrados por Salazar (2013) y Ramírez *et al.* (1995) en otras regiones de Nicaragua. En términos de kilogramos por persona/día este fue menor (1,1kg) al consumo registrado en países de África (2 kg) (Nyadzi *et al.* 2003).

Los árboles en las fincas de La Dalia y Waslala les permiten a los productores incrementar su portafolio de bienes y servicios a un bajo costo al igual que en Camerún y Nigeria, representando un alto retorno económico en los sistemas agroforestales (Garrity 2004; Ajayi y Matakala 2006; Leakey 2013). Los costos en efectivo y especie asociados al mantenimiento y aprovechamiento de los árboles representan apenas entre el 7 y 10 % del beneficio familiar generado por estos, debido a que muchas de estas labores están destinadas a los cultivos principales y forman parte de las actividades diarias de las fincas, por lo cual no representan una demanda adicional de tiempo o dinero como se ha reportado también en Camerún (Ambrose-Oji 2003). En los sitios de estudios, estas labores estaban relacionadas a la regulación de la sombra, fertilización y deshierba de los cultivos.

A nivel de usos de suelo, los más densos y diversos (café y cacao) fueron también los que presentaron un mayor beneficio familiar generado a partir de productos arbóreos, existiendo una relación positiva encontrada también encontrada por Cerda *et al.* (2014) en Centroamérica. En el caso del café los resultados coinciden por los reportados por Pinoargote (2014) en cafetales de la zona centro-norte de Nicaragua ($ 262 ha^{-1} año), mientras que para el cacao lo valores fueron inferiores a los mostrados por Cerda *et al.* (2014) en cacaotales de

Centroamérica con características similares a los evaluados en este estudio ($ 368 ha^{-1} año), probablemente porque Cerda *et al.* (2014) tomó en cuenta ingresos provenientes de la venta y consumo de musáceas que representaban cerca del 61% del beneficio familiar generado por el dosel de sombra.

A pesar de que los otros usos de suelo mostraron valores más bajos, en conjunto representan una importante contribución al beneficio familiar a nivel de finca que puede alcanzar hasta $ 600 ha^{-1} año, superior a lo encontrado en fincas de Perú (140 $ ha^{-1}) y Guatemala (224 $ ha^{-1}) por Rice (2011) y similar (508 $ ha^{-1} año) a lo reportado por Angelsen *et al.* (2014) en un estudio realizado en países subdesarrollados de los cinco continentes. Para La Dalia y Waslala, este valor en gran proporción está generado por un autoconsumo que es de vital importancia para las familias rurales y que les permite mejorar de cierta forma su calidad de vida en términos de necesidades básicas (Rice 2011; Angelsen *et al.* 2014; Gwali *et al.* 2015).

5.3 ¿Cómo potencializar la contribución de los árboles a partir su producción en las fincas?

Si bien los árboles contribuyen en buena forma a las familias rurales de La Dalia y Waslala, esta contribución debe ir más allá del autoconsumo y no enfocarse solo en la subsistencia como lo hacían los proyectos agroforestales entre las décadas del 70 y 90 (Scherr 2004). Se ha comprobado que el autoconsumo de estos productos tiene un techo a partir del cual ya no generan un incremento a los ingresos totales de la familia, siendo la comercialización la alternativa para pasar de la etapa de subsistencia a una de mayor progreso económico (Ambrose-Oji 2003; Angelsen *et al.* 2014).

Las fincas agroforestales tienen gran potencial para incorporarse a los mercados debido a que los productores pueden aprovechar distintos productos arbóreos, de diferentes especies, calidad, cantidad y en distintos años (Scherr 2004). Para lograr este objetivo, más que tecnologías se necesita entrenamiento de los productores en temas como el valor agregado, eficiencia en las labores de cosecha y almacenamiento, asistencia para la comercialización de los productos y asociación de productores (Haq *et al.* 2008; Leakey 2013). Además deben existir análisis de mercados para identificar los nichos hacia donde puedan apuntar los productores. Todos estos desafíos son una responsabilidad conjunta de los tomadores de decisiones en diversas áreas asociadas a la economía y producción de un país (Garrity 2004).

Como se mostró en este estudio, la comercialización de productos es muy baja en las fincas de La Dalia y Waslala representando en promedio solo 13 % (42$ ha^{-1} año) del beneficio generado por los árboles, escenario muy contrastante si se compara con estudios realizados en Camerún donde la venta de productos representa 205 $ ha^{-1}año, casi el 50 % del beneficio total promedio reportado por este estudio (460 ha^{-1} año), lo mismo en Nigeria donde la venta de frutas representa entre 380 a 2000 $ por finca-año e igual situación en Guyana donde comunidades rurales agregan valor a productos arbóreos y obtienen una ganancia de 228 $ per capita por año (Ayuk *et al.* 1999; Sullivan 2003; Schreckenberg *et al.* 2006; Leakey 2013). A continuación, se dan recomendaciones de intervención para incrementar el beneficio de árboles en fincas de La Dalia y Waslala tomando en cuenta la

producción de sus frutales, el valor en pie de madera y leña y manejo de árboles de acuerdo con el uso de suelo.

5.3.1 Producción frutas

El porcentaje aprovechado de frutas en las fincas de La Dalia y Waslala es muy bajo con respecto a la producción total por año , entre 18 y 35 %, valores por debajo a lo encontrado en fincas de Perú y Guatemala (55-40%) en donde la infraestructura vial, las conexiones a mercados y los buenos precios harían la diferencia (Schreckenberg *et al.* 2006; Rice 2011). La cantidad destinada a la venta es mínima (1-2%) y en su totalidad se comercializa como productos frescos sin ningún valor agregado, lo que representa poca valorización en el mercado (Haq *et al.* 2008; Jamnadass *et al.* 2011). Sin embargo las fincas de La Dalia y Waslala tienen un potencial de casi de 10 mil frutas producidas ha^{-1}año que en una finca con área promedio de La Dalia y Waslala (7,4-9,7 ha^{-1}) representaría entre 74000 y 97000 frutas de diferentes especies, reflejando una gran disponibilidad de materia prima.

Para aprovechar esta oportunidad, es necesario el entrenamiento de los productores en temas como valor agregado a través de la elaboración de mermeladas, jaleas, conservas, salsas, helados, frutas deshidratadas, entre otros productos, además de prácticas para una buena cosecha y empaquetado si es el caso. Esto debe ir acompañado de un análisis de mercados para conocer los requerimientos y los estándares de los consumidores hacia donde apuntar.

Se deben promover también contratos de justa distribución de beneficios con los productores que además les garanticen un mercado, ya sea para programas gubernamentales o privados, como por ejemplo desayuno infantil en las escuelas, apoyo a seguridad alimentaria en hogares pobres, alianzas con supermercados o incluso exportación (Leakey 2013). Otro factor que podría mejorar los canales de distribución es una buena infraestructura vial que permita tanto a productores, intermediarios y vendedores ingresar y salir con más facilidad de las comunidades, lo cual generaría una reducción en los costos de transporte para cualquiera de los actores. Del mismo modo es importante promover una mayor demanda de frutas por parte de la población mediante la promoción de los beneficios nutricionales que proveen las frutas de las cuales se habló anteriormente, de esta forma se contribuye a equilibrar la oferta y demanda en los mercados. (Scherr 2004; Schreckenberg *et al.* 2006; Haq *et al.* 2008; Leakey 2013; Pinoargote 2014).

5.3.2 Volumen de madera en pie

El volumen de madera en pie en las fincas representa una reserva de ahorro para cubrir necesidades familiares no previstas, generar ingresos adicionales e incrementar el valor de la tierra (Scherr 2004; Somarriba y Beer 2011; Somarriba *et al.* 2014). Se estima que en Nicaragua hay 15 millones de metros cúbicos de madera bajo sistemas agroforestales (Orozco y López 2013). En las fincas de La Dalia y Waslala, este ahorro equivale a 12 y 19 $m^3 ha^{\cdot 1}$ respectivamente, que a nivel de una finca promedio suma 89 y 184 $m^3 ha^{-1}$ en el mismo orden. Esta reserva es poco aprovechada comercialmente en gran parte debido a las disposiciones legales que regulan el aprovechamiento comercial de madera. Actualmente, la

adjudicación de un permiso se logra mediante un trámite de siete pasos con un costo muchas veces inaccesible al pequeño productor, entre estos están:

- Solicitud escrita del propietario o cesionario dirigida al delegado municipal del INAFOR o MARENA (en zonas de amortiguamiento).
- Título de dominio de la propiedad autenticada.
- Designar regente forestal.
- Aval de la alcaldía (previa visita de inspección).
- Pago de la inspección técnica.
- Compromiso de reposición del recurso forestal.
- Plan General de Manejo Forestal.

Este proceso puede durar entre 30 y 60 días y a un costo de entre $ 7-20 por m^3 dependiendo del municipio. A estas limitantes, se suma el desconocimiento de los trámites por parte de los productores y la poca capacidad institucional para las inspecciones técnicas y elaboración de planes de manejo, situación mencionada por autoridades de los organismos competentes (Larson 2006; Navarro *et al.* 2008; Leiva 2013).

Para que el aprovechamiento de madera contribuya más a la economía de los productores, es necesario establecer mejores estrategias de comunicación y descentralizar las funciones de adjudicación de permisos, de igual forma es importante simplificar la lista de requisitos y que solo baste la autorización de un organismo encargado para evitar trabas burocráticas. Es importante también tomar en cuenta la estructura y dinámica de poblaciones de las especies maderables y a partir de un análisis establecer vedas o un aprovechamiento más flexible de ciertas especies tema no evaluado por este estudio.

Con un marco legal más amigable para los productores agroforestales, es necesario crear condiciones que les permitan ser más competitivos; es necesario promover su asociación para que puedan ofertar volúmenes significativos y tengan mayor poder de negociación de precios justos, ya sea con intermediarios o directamente con compañías forestales. Es importante también que se organice el mercado de tal manera que sean los pequeños productores los que abastezcan de madera a los poblados más cercanos a sus comunidades y en donde no llegan los propietarios de plantaciones o grandes compañías, o que llegan pero con altos precios producto de los costos de transporte (Scherr 2004).

5.3.3 Leña en pie

El carbón vegetal es un derivado de la combustión de la leña en espacios cerrados y que conforma una de las principales fuentes de energía en Nicaragua, con una demanda de 20 mil toneladas métricas anuales y que se concentra en las zonas urbanas del país (Soto 2013). Este mercado representa uno de los principales medios de vida en el occidente de Nicaragua generando aproximadamente 250 mil empleos. Entre las principales barreras que existen para el desarrollo de este mercado se encuentran la ilegalidad de las actividades, las malas prácticas de carbonización y el inestable abastecimiento de materia prima (leña) para producir carbón (Finnfor 2012).

La alta disponibilidad de biomasa en pie en las fincas de La Dalia y Waslala (81-116 Mg por finca) es una oportunidad para involucrarse en el mercado del carbón vegetal, incrementando el beneficio de los árboles y ayudando a la sostenibilidad de este mercado mediante nuevas fuentes de suministros que favorezcan la creación de cadenas de valor. Con la biomasa en pie de leña con la que cuenta en una finca promedio de La Dalia y Waslala fácilmente se podría cubrir entre 3 y 5 veces la demanda de comerciantes minoristas (4 ton año) a un rendimiento de la carbonización de 6 a 1, y cerca del 12 % de la demanda de mayoristas (168 ton año) (Finnfor 2012).

5.3.4 Manejo de árboles de acuerdo con el uso de suelo

Un aspecto importante para que el flujo de productos arbóreos sea sostenible a largo plazo es un manejo adecuado de los árboles para controlar, proteger y promover su regeneración y crecimiento (Montagnini y Ashton 1999). Este manejo puede englobar una serie de actividades como por ejemplo la selección de los árboles, arreglos especiales, cercados temporales, raleos, control de plagas, podas, entre otros. El tipo de prácticas a realizar varían dependiendo del uso de suelo y el uso que se le quiere dar a los árboles. Por ejemplo, la regulación de sombra será distinta en los cafetales, cacaotales o patios en comparación con las pasturas o granos básicos, en el primer grupo los cultivos principales pueden tolerar un porcentaje de sombra superior al 50 %, mientras que en el segundo el límite es del 40 % si se quiere mantener una buena producción de pasto o granos, este porcentaje puede variar dependiendo de la luminosidad de la zona, pero la tendencia será la misma (Suryanto *et al.* 2011).

Del mismo modo, en el momento de la selección de los árboles, la altura, la forma de las hojas y la copa deben ser tomados en cuenta para seleccionar los árboles adecuados para uno u otro uso de suelo, ya que estas características determinarán los estratos y densidad del dosel de sombra (Somarriba y Domínguez 2002). Además el uso de los árboles podría influir en los arreglos espaciales, por ejemplo los árboles maderables probablemente necesitarán menos competencia en su contorno para engrosar más rápido.

Decisiones de manejo basadas en el conocimiento de la dinámica cultivos-árboles pueden incrementar la densidad de árboles en los usos de suelo y la disponibilidad de las reservas de madera o leña así como la producción de frutas, especialmente en los granos básicos y patios cuya densidad de árboles es muy baja en comparación con sistemas similares de otras partes del mundo (Méndez *et al.* 2001; Mendoza y Manrique 2014).

Los productores de La Dalia y Waslala realizaban algunas de las prácticas mencionadas con base en su conocimiento empírico. Sin embargo, sería importante reforzar este capital humano intercambiando experiencias entre científicos y productores mediante talleres participativos con los miembros de la comunidad que permitan promover innovaciones en el manejo de los sistemas agroforestales que se traduzcan en un mayor beneficio para las familias (Cirilo *et al.* 2007; Jamnadass *et al.* 2011). Casos exitosos de la aplicación de esta estrategia son las escuelas de campo (ECAS) emprendidas por el CATIE en Centroamérica en diferentes ramas del desarrollo rural logrando la diversificación de medios de vida, uso sostenible de la tierra y acceso a mercados (Agüero *et al.* 2012).

Otra oportunidad que se podría aprovechar con las ECAS es el entrenamiento de los productores en temas como la selección y propagación asexual de frutales que muestren características superiores, estrategia que ha dado resultado en África Central con un incremento en la venta de frutas e impacto en la nutrición de las familias (Jamnadass *et al.* 2011).

Es necesario que técnicos y científicos trasmitan conocimientos a los productores sobre cuáles son las características que hacen superior a un individuo como por ejemplo el tamaño, la forma y el sabor de las frutas, la producción, el periodo de cosecha, el tiempo de maduración, las enfermedades, entre otras, para continuar con una segunda fase de capacitación en propagación asexual mediante injertos, parte importante ya que del tipo de material vegetativo e injerto dependerá la precocidad de la fructificación y la altura del árbol, aspectos a tomar en cuenta para definir el uso de suelo del que será parte (Schreckenberg *et al.* 2006; Tchoundjeu *et al.* 2006).

Como tercera fase, se puede capacitar a los productores en la construcción de viveros y bancos comunitarios de material genético, para el resguardo de las plantas. Estos viveros pueden convertirse en una fuente de ingreso si se crean las condiciones para su comercialización.

Con estas estrategias de intervención, se puede cumplir con uno de los principales desafíos de los países subdesarrollados, que es la reconciliación entre el bienestar de las familias rurales y la conservación de los ecosistemas, dos objetivos muchas veces difíciles de integrar producto del establecimiento de áreas protegidas que restringen el aprovechamiento de los productos arbóreos por parte de las comunidades. Es por esto que el dotar de capacidades a los productores para tomar decisiones que permitan incrementar la densidad de árboles y beneficios en sus usos de suelo y fincas representa una gran oportunidad para lograrlo.

7. Conclusión

Los sitios de estudio son similares en términos de diversidad, densidad y producción de los árboles, pero difieren en los beneficios económicos generados por su aprovechamiento. Los usos de suelo presentaron un importante número de especies arbóreas asociadas a los cultivos principales, representando un suministro constante de productos (madera, leña, fruta, poste) que permitía a las familias incrementar su bienestar socioeconómico.

Esto refleja el importante rol que deben jugar los árboles fuera del bosque para mantener la generación de servicios ecosistémicos e incrementar el bienestar de las familias rurales. La mayor cantidad de productos arbóreos eran cosechados de los cafetales y cacaotales, usos de suelo que también presentaron una mayor densidad y diversidad de árboles, por lo cual puede asociarse a estas dos variables con una mayor disponibilidad y variedad de productos arbóreos y por consiguiente un mayor beneficio expresado ya sea por autoconsumo o venta.

Los árboles de los usos de suelo en su conjunto pueden generar un beneficio económico a nivel de finca de aproximadamente US$ 550 ha^{-1} $año^{-1}$. Este valor podría incrementarse si se aprovecha el potencial de frutas, madera y leña con el que cuentan los usos de suelo y fincas de La Dalia y Waslala, mediante la incorporación de valor agregado e incorporación

a mercados. Maximizando la contribución de los árboles a los medios de vida de familias rurales se puede ganar en dos direcciones claves de los objetivos de desarrollo sostenible: reducir pobreza y conservar ecosistemas.

Agradecimientos

Quisiera agradecer a las 90 familias de La Dalia y Waslala que me recibieron en sus hogares y brindaron su tiempo para recorrer sus parcelas y compartir sus experiencias y conocimientos, a mis compañeros de maestría Willan Caicedo y Samuel Oblitas por su apoyo y trabajo en equipo, a los asistentes de campo Nelson Quinteros y Alcides Quinteros por su colaboración durante el recorrido de las comunidades y registro de datos, a Sergio Vílchez por su ayuda en los análisis de datos. Especial agradecimiento para Eduardo Somarriba, Rolando Cerda, Geovanna Carreño Rocabado y Jenny Ordoñez por su guía y sugerencias durante la fase del anteproyecto, toma de datos y redacción del documento. Este estudio estuvo financiado por FTA/CATIE.

LITERATURA CITADA

Agrawal, A.; Cashore, B.; Hardin, R.; Shepherd, G.; Benson, C.; Miller, D. 2013. Economic contributions of forests. *In* Background paper prepared for the United Nations Forum on Forests. Document available at http://www. un. org/esa/forests/pdf/session_documents/unff10/EcoContrForests. pdf (retrieved 15 August 2013) 2013. Citeseer. p.

Agüero, F.R.; Gutiérrez-Montes, I.A.; Bartol, P. 2012. Las Escuelas de Campo del MAP.

Ajayi, O.C.; Matakala, P. 2006. Environmental conservation and food security in developing countries: Bridging the disconnect. *In* 26 th triennial Conference of the International Association of Agricultural Economists (IAAE), Queensland, Australia August 2006. p.

Ajayi, O.C.; Akinnifesi, F.K.; Sileshi, G.; Chakeredza, S. 2007. Adoption of renewable soil fertility replenishment technologies in the southern African region: Lessons learnt and the way forward. *In* Natural Resources Forum (4) 2007. Wiley Online Library. p. 306-317.

Akinnifesi, F.; Kwesiga, F.; Mhango, J.; Mkonda, A.; Chilanga, T.; Swai, R. 2002. Domesticating priority miombo indigenous fruit trees as a promising livelihood option for small-holder farmers in Southern Africa. *In* XXVI International Horticultural Congress: Citrus and Other Subtropical and Tropical Fruit Crops: Issues, Advances and 632 2002. p. 15-30.

Akinnifesi, F.; Kwesiga, F.; Mhango, J.; Chilanga, T.; Mkonda, A.; Kadu, C.; Kadzere, I.; Mithofer, D.; Saka, J.; Sileshi, G. 2006. Towards the development of miombo fruit trees as commercial tree crops in southern Africa. Forests, Trees and Livelihoods (1): 103-121.

Akinnifesi, F.; Sileshi, G.; Ajayi, O.; Chirwa, P.; Kwesiga, F.; Harawa, R. 2008. Contributions of agroforestry research and development to livelihood of smallholder farmers in Southern Africa: 2. Fruit, medicinal, fuelwood and fodder tree systems. Agricultural Journal (1): 76-88.

Aklilu, A.; Belayneh, A.; Alemayehu, W.; Hadgu, K.M.; Aynekulu, E.; Mowo, J. 2013. Agroforestry practices and farmers' perception in Koga watershed, upper Blue Nile Basin, Ethiopia. Agriculture and Forestry (3): 75-89. Disponible en http://www.btf.ac.me

Almendárez, E.; Orozco, L.; López, A. 2013. Existencias de especies maderables y frutales en fincas de Waslala, Nicaragua.

Alston, J.M.; Pardey, P.G. 2001. Attribution and other problems in assessing the returns to agricultural R&D. Agricultural Economics (2-3): 141-152.

Ambrose-Oji, B. 2003. The contribution of NTFPs to the livelihoods of the'forest poor': evidence from the tropical forest zone of south-west Cameroon. International Forestry Review (2): 106-117.

Angelsen, A.; Jagger, P.; Babigumira, R.; Belcher, B.; Hogarth, N.J.; Bauch, S.; Börner, J.; Smith-Hall, C.; Wunder, S. 2014. Environmental income and rural livelihoods: a global-comparative analysis. World Development: S12-S28.

Arreaga, W.E. 2002. Almacenamiento del carbono en bosques con manejo forestal sostenible en la Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba (Costa Rica). Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0249e/A0249e.pdf

Augusseau, X.; Nikiéma, P.; Torquebiau, E. 2006. Tree biodiversity, land dynamics and farmers' strategies on the agricultural frontier of southwestern Burkina Faso. Biodiversity & Conservation (2): 613-630.

Awono, A.; Ndoye, O.; Schreckenberg, K.; Tabuna, H.; Isseri, F.; Temple, L. 2002. Production and marketing of safou (Dacryodes edulis) in Cameroon and internationally: market development issues. Forests, Trees and Livelihoods (1-2): 125-147.

Ayestas, E. 2015. Caracterización de árboles promisorios de cacao en fincas orgánicas de Waslala, Nicaragua.

Ayuk, E.T.; Duguma, B.; Franzel, S.; Kengue, J.; Mollet, M.; Tiki-Manga, T.; Zekeng, P. 1999. Uses, management, and economic potential ofDacryodes edulis (Burseraceae) in the Humid Lowlands of Cameroon. Economic Botany (3): 292-301.

Beer, J.; Muschler, R.; Kass, D.; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *In*. 1998. Directions in Tropical Agroforestry Research. Springer. p. 139-164.

Belcher, B.; Ruíz-Pérez, M.; Achdiawan, R. 2005. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: implications for livelihoods and conservation. World development (9): 1435-1452.

Betancourt, K.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (39-40): 47-51.

Bobo, K.S.; Waltert, M.; Sainge, N.M.; Njokagbor, J.; Fermon, H.; Mühlenberg, M. 2006. From forest to farmland: species richness patterns of trees and understorey plants along a gradient of forest conversion in Southwestern Cameroon. Biodiversity & Conservation (13): 4097-4117.

Brown, S.; Iverson, L.R. 1992. Biomass estimates for tropical forests. Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11165i/A11165i.pdf

Cajas-Giron, Y.; Sinclair, F. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pastures in the Caribbean Region of Colombia. Agroforestry Systems (2): 215-225.

Calo, M.; Wise, T.A. 2005. Revaluing peasant coffee production: Organic and fair trade markets in Mexico. Global Development and Environment Institute, Tufts University.

Casasola, F.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Kleinn, C. 2001. Caracterización y productividad de sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (30): 17-20.

Cerda, R. 2008. Calidad de suelos en plantaciones de cacao, banano y plátano en el valle de Talamanca, Costa Rica. Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 56 p. Consultado 04/03/2014.

Cerda, R.; Deheuvels, O.; Calvache, D.; Niehaus, L.; Saenz, Y.; Kent, J.; Vilchez, S.; Villota, A.; Martinez, C.; Somarriba, E. 2014. Contribution of cocoa agroforestry systems to family income and domestic consumption: looking toward intensification. Agroforestry Systems. 10.1007/s10457-014-9691-8

Cirilo, S.O.; Sánchez, L.J.; Chulím, N.E.; Valverde, B.R.; Olvera, B.P.; Sánchez, A.R.; Guerra, M.M. 2007. Escuelas de campo y adopción de ecotecnia agrícola. Revista Ecosistemas (2).

Current, D.; Scherr, S.J.; Lutz, E. 1995. Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: experiencia en América Central and el Caribe. CATIE.

Curtis, J.T.; McIntosh, R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology: 434-455.

Dawson, I.K.; Lengkeek, A.; Weber, J.C.; Jamnadass, R. 2009. Managing genetic variation in tropical trees: linking knowledge with action in agroforestry ecosystems for improved conservation and enhanced livelihoods. Biodiversity and Conservation (4): 969-986.

De Albuquerque, U.P.; De Medeiros, P.M.; De Almeida, A.L.S.; Monteiro, J.M.; de Freitas Lins Neto, E.M.; de Melo, J.G.; Dos Santos, J.P. 2007. Medicinal plants of the< i> caatinga</i>(semi-arid) vegetation of NE Brazil: A quantitative approach. Journal of Ethnopharmacology (3): 325-354.

De Oliveira, J. 2013. Contribución de los sistemas agroforestales a la seguridad alimentaria (con énfasis en huertos caseros) de la población del.

Degrande, A.; Schreckenberg, K.; Mbosso, C.; Anegbeh, P.; Okafor, V.; Kanmegne, J. 2006. Farmers' fruit tree-growing strategies in the humid forest zone of Cameroon and Nigeria. Agroforestry Systems (2): 159-175.

Deheuvels, O.; Rousseau, G.X.; Quiroga, G.S.; Franco, M.D.; Cerda, R.; Mendoza, S.J.V.; Somarriba, E. 2014. Biodiversity is affected by changes in management intensity of cocoa-based agroforests. Agroforestry Systems: 1-19.

Demmer, M.J.; Overman, J.P.M. 2001. Indigenous people conserving the rain forest? The effect of wealth and markets on the economic behaviour of Tawahka Amerindians in Honduras.

Dewees, P. 2013. Bosques, árboles y hogares resilientes. Unasylva (2): 241.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. 2011. InfoStat. Córdoba, Argentina. Disponible en http://www.infostat.com.ar/

Dixon, J.A.; Gibbon, D.P.; Gulliver, A. 2001. Farming systems and poverty: improving farmers' livelihoods in a changing world. Food & Agriculture Org.

Escalante, E. 1995. Coffee and agroforestry in Venezuela. Agroforestry Today (ICRAF).

Esquivel, H.; Ibrahim, M.; Harvey, C.A.; Villanueva, C.; Benjamin, T.; Sinclair, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (39-40): 24-29.

Faye, M.D.; Weber, J.C.; Mounkoro, B.; Dakouo, J.-M. 2010. Contribution of parkland trees to farmers' livelihoods: a case study from Mali. Development in Practice (3): 428-434.

Fernandes, E.C.; Nair, P.R. 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. Agricultural systems (4): 279-310.

Finnfor. 2012. Finnfor (Bosques y Manejo Forestal en América Central). 2012. Cadena de valor carbón vegetal proveniente de las plantaciones de eucalipto en Chinandega y León, Nicaragua. Turrialba, CR.

Franzen, M.; Mulder, M.B. 2007. Ecological, economic and social perspectives on cocoa production worldwide. Biodiversity and Conservation (13): 3835-3849.

Galluzzi, G.; Eyzaguirre, P.; Negri, V. 2010. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. Biodiversity and Conservation (13): 3635-3654.

García de Miguel, J. 2004. Etnobotánica maya: origen y evolución de los huertos familiares de la Península de Yucatán, México.

García, E.; Jaime, M.; Mejía, B.; Guillén, L.; Harvey, C. 2001. Dispersed trees in annual crops of Ilobasco, El Salvador. Árboles dispersos dentro de cultivos anuales en el municipio de Ilobasco, El Salvador. Agroforestería en las Américas (CATIE).

Garrity, D.P. 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. Agroforestry Systems (1-3): 5-17.

Gebauer, J. 2005. Plant species diversity of home gardens in El Obeid, Central Sudan. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS) (2): 97-103.

Gilbert, C.L. 2008. Value chain analysis and market power in commodity processing with application to the cocoa and coffee sectors. Commodity market review: 5.

Gliessman, S.R. 1990. Integrating trees into agriculture: the home garden agroecosystem as an example of agroforestry in the tropics. *In*. 1990. Agroecology. Springer. p. 160-168.

_____. 1998. Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture. CRC Press.

Gobin, A.; Campling, P.; Feyen, J. 2001. Logistic modelling to identify and monitor local land management systems. Agricultural Systems (1): 1-20.

Gunkel , M. 1994. La agroforestería en Nicaragua.

Guyassa; Raj. 2013a. Assessment of biodiversity in cropland agroforestry and its role in livelihood development in dryland áreas: a case study from Tigray region, Ethiopia. International Journal of Agricultural Technology (4): 829-844. Disponible en http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v9_n4_13_July/8_IJAT_2013_9(4)_Etefa%20Guyassa%20and%20Antony%20Joseph%20_Biodiversity.pdf

Guyassa, E.; Raj, A.J. 2013b. Assessment of biodiversity in cropland agroforestry and its role in livelihood development in dryland áreas: A case study from Tigray region, Ethiopia. Journal of Agricultural Technology (4): 829-844.

Gwali, S.; Agaba, H.; Balitta, P.; Hafashimana, D.; Nkandu, J.; Kuria, A.; Pinard, F.; Sinclair, F. 2015. Tree species diversity and abundance in coffee farms adjacent to áreas of different disturbance histories in Mabira forest system, central Uganda. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management (ahead-of-print): 1-9.

Hanson, T.R.; Brunsfeld, S.J.; Finegan, B.; Waits, L.P. 2008. Pollen dispersal and genetic structure of the tropical tree Dipteryx panamensis in a fragmented Costa Rican landscape. Molecular Ecology (8): 2060-2073.

Haq, N.; Bowe, C.; Clarke, C. 2008. A case for promotion of tropical underutilised fruits for improvement of livelihoods.

Hecht, S.B.; Saatchi, S.S. 2007. Globalization and forest resurgence: changes in forest cover in El Salvador. BioScience (8): 663-672.

Henry, M.; Tittonell, P.; Manlay, R.; Bernoux, M.; Albrecht, A.; Vanlauwe, B. 2009. Biodiversity, carbon stocks and sequestration potential in aboveground biomass in smallholder farming systems of western Kenya. Agriculture, ecosystems & environment (1): 238-252.

Henry, R.J. 2009. Plant resources for food, fuel and conservation. Routledge.

Ibrahim, M.; Franco, M.; Pezo, D.A.; Camero, A.; Araya, J. 2001. Promoting intake of Cratylia argentea as a dry season supplement for cattle grazing Hyparrhenia rufa in the subhumid tropics. Agroforestry Systems (2): 167-175.

Imbach, A. 1987. Análisis financiero y económico .pdf>.

INIDE-MAGFOR. 2011. IV Censo Nacional Agropecuario CENAGRO. .

J.Ordoñes; N.Sepulveda. 2013. Paisaje_Centinela Nicaragua - Honduras.

Jagoret, P.; Michel-Dounias, I.; Malézieux, E. 2011. Long-term dynamics of cocoa agroforests: a case study in central Cameroon. Agroforestry Systems (3): 267-278.

Jamnadass, R.; Dawson, I.; Franzel, S.; Leakey, R.; Mithöfer, D.; Akinnifesi, F.; Tchoundjeu, Z. 2011. Improving livelihoods and nutrition in sub-Saharan Africa through the promotion of indigenous and exotic fruit production in smallholders' agroforestry systems: a review. International Forestry Review (3): 338-354.

Jansen, H.G.; Pender, J.; Damon, A.; Schipper, R. 2007. Políticas de desarrollo rural y utilización sostenible de la tierra en las zonas de ladera de Honduras.

Kaimowitz, D.; Sheil, D. 2007. Conserving what and for whom? Why conservation should help meet basic human needs in the tropics. Biotropica (5): 567-574.

Kalaba, K.F.; Chirwa, P.; Syampungani, S.; Ajayi, C.O. 2010. Contribution of agroforestry to biodiversity and livelihoods improvement in rural communities of Southern African regions. *In*. 2010. Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change. Springer. p. 461-476.

Kindt, R.; Coe, R. 2005. Tree diversity analysis: a manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies. World Agroforestry Centre.

Kindt, R.; Van Damme, P.; Simons, A. 2006a. Patterns of species richness at varying scales in western Kenya: planning for agroecosystem diversification. Biodiversity & Conservation (10): 3235-3249.

_____. 2006b. Tree diversity in western Kenya: using profiles to characterise richness and evenness. Biodiversity & Conservation (4): 1253-1270.

Laird, S.A.; Awung, G.L.; Lysinge, R.J. 2007. Cocoa farms in the Mount Cameroon region: biological and cultural diversity in local livelihoods. Biodiversity and Conservation (8): 2401-2427.

Larson, A.M. 2006. Los grupos marginados, la descentralización y el sector forestal en Nicaragua. Cifor.

Leakey, R.; Newton, A. 1993. Domestication of'Cinderella'species as the start of a woody-plant revolution.

Leakey, R.; Tchoundjeu, Z.; Schreckenberg, K.; Simons, A.; Shackleton, S.; Mander, M.; Wynberg, R.; Shackleton, C.; Sullivan, C. 2007. Trees and markets for agroforestry tree products: targeting poverty reduction and enhanced livelihoods. World agroforestry into the future: 11-22.

Leakey, R.R. 2013. Towards the assessment of trees outside forests. Forests, Trees and Livelihoods (3): 212-213.

Leguía, E.; Rapidel, B.; E.Somarriba; J.Ordoñez. 2014. Resumen línea de base CCAFS a nivel de hogar en Nicaragua y Honduras.

Leiva, E.R. 2013. Efectos del marco político y legislativo en el aprovechamiento de la madera de sistemas agroforestales del Municipio de El Cuá, Nicaragua.

Lok, R. 1998. Huertos caseros tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. CATIE.

López, A.; Orozco, L.; Somarriba, E.; Bonilla, G. 2003. Tipologías y manejo de fincas cafetaleras en los municipios de San Ramón y Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas (Costa Rica) (37-38): 74-79.

Magurran, A.E.; Higham, A. 1988. Information transfer across fish shoals under predator threat. Ethology (2): 153-158.

Magurran, A.E. 2013. Ecological diversity and its measurement. Springer Science & Business Media.

Mather, A.S.; Needle, C. 1998. The forest transition: a theoretical basis. Área (2): 117-124.

McNeely, J.A.; Schroth, G. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation–traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. Biodiversity & Conservation (2): 549-554.

Mendes, F.T. 1999. Economic study of four agroforestry models with cocoa crop in Brazilian Amazonia. Multi-strata Agroforestry Systems with Perrennial Crops: 272-276.

Méndez, V.E.; Lok, R.; Somarriba, E. 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: micro-zonation, plant use and socioeconomic importance. Agroforestry Systems (2): 85-96.

Méndez, V.E.; Bacon, C. 2005. Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. LEISA Revista de Agroecologıa (Perú) (4): 27-30.

Méndez, V.E.; Gliessman, S.R.; Gilbert, G.S. 2007. Tree biodiversity in farmer cooperatives of a shade coffee landscape in western El Salvador. Agriculture, ecosystems & environment (1): 145-159.

Méndez, V.E. 2008. Farmers' livelihoods and biodiversity conservation in a coffee landscape of El Salvador. Confronting the coffee crisis: fair trade, sustainable livelihoods and ecosystems in Mexico and Central America. MIT Press, Cambridge: 207-236.

Mendoza, A.; MANRIQUE, J.M.Y.E. 2014. Potencial del Sistema Agroforestal Quesungual (SAQ) para el Aprovechamiento Agroganadero Sostenible en el Sudeste de Honduras.

Mendoza , R. 2000. Efecto de barreras vivas sobre la erosión hídrica. Laderas. Revista Centroamericana.(Dic (10): 5-8.

Meyfroidt, P.; Lambin, E.F. 2011. Global forest transition: prospects for an end to deforestation.

Mithöfer, D.; Waibel, H. 2003. Income and labour productivity of collection and use of indigenous fruit tree products in Zimbabwe. Agroforestry Systems (3): 295-305.

Montagnini, F.; Ashton, M.S. 1999. The silvicultural basis for agroforestry systems. CRC Press.

Montagnini, F.; Nair, P. 2004. Carbon sequestration: an underexploited environmental benefit of agroforestry systems. Agroforestry Systems (1-3): 281-295.

Montagnini, F. 2006. Homegardens of Mesoamerica: biodiversity, food security, and nutrient management. *In*. 2006. Tropical Homegardens. Springer. p. 61-84.

Muñoz, C.; Zagal, E.; Ovalle, C. 2007. Influence of trees on soil organic matter in Mediterranean agroforestry systems: an example from the 'Espinal'of central Chile. European Journal of Soil Science (3): 728-735.

Muschler, R.G. 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. Agroforestry Systems (2): 131-139.

Nair, P. 2006. Whither homegardens? *In*. 2006. Tropical Homegardens. Springer. p. 355-370.

Navarro, G.; Sánchez, M.; Otárola, M.; Larson, A.; Bermúdez, G.; Méndez, E. 2008. Evaluación del sistema administrativo par acceso al uso legal del recurso y propuesta conceptual de simplificación de trámites de permisos forestales para el Sistema de verificación de la legalidad del sector forestal en Nicaragua. Informe parte del proceso de gobernanza forestal. sl, Inafor.

Noordwijk, M.V.; Sunderland, T.C.H. 2014. Productive Landscapes : What role for forests, trees and agroforestry?

Nyadzi, G.; Otsyina, R.; Banzi, F.; Bakengesa, S.; Gama, B.; Mbwambo, L.; Asenga, D. 2003. Rotational woodlot technology in northwestern Tanzania: Tree species and crop performance. Agroforestry Systems (3): 253-263.

Orozco, L.; López, A.; Somarriba, E. 2008. Enriquecimiento de fincas cacaoteras con frutales y maderables en Alto Beni, Bolivia. Agroforestería en las Américas: 65-72.

Orozco, L.; López , A. 2013. Evolución, aplicación y futuro de la agroforestería en Nicaragua.

Otero-Arnaiz, A.; Castillo, S.; Weave, J.; Ibarra-Manríquez, G. 1999. Isolated Pasture Trees and the Vegetation under their Canopies in the Chiapas Coastal Plain, México 1. Biotrópica (2): 243-254.

Packham, J. 1993. The value of indigenous fruit-bearing trees in miombo woodland áreas of South-Central Africa. ODI Rural Development Forestry Network Paper 15c: 13-20.

Padulosi, S.; Heywood, V.; Hunter, D.; Jarvis, A. 2011. Underutilized species and climate change: current status and outlook. Crop adaptation to climate change, 1st edn. Wiley, New York: 507-521.

PASOLAC, P.P.L.A.S.E.L.D.A.C. 2005. La Transferencia de Tecnologías de Manejo Sostenible de Suelos y Agua: la estrategia del PASOLAC.

Pearson, T.R.; Brown, S.L.; Birdsey, R.A. 2007. Measurement guidelines for the sequestration of forest carbon.

Peeters, L.Y.; Soto-Pinto, L.; Perales, H.; Montoya, G.; Ishiki, M. 2003. Coffee production, timber, and firewood in traditional and Inga-shaded plantations in Southern Mexico. Agriculture, ecosystems & environment (2): 481-493.

Pérez, A.M.; Sotelo, M.; Ramírez, F.; Ramírez, I.; López, A.; Siria, I. 2005. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua). Revista Ecosistemas (3).

Perez , C. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. Serie Tecnica (337): 69-84.

Pérez, C.J. 2009. Barreras vivas para producción de granos básicos en zonas de laderas de América Central. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: 69.

Perfecto, I.; Vandermeer, J.; Mas, A.; Pinto, L.S. 2005. Biodiversity, yield, and shade coffee certification. Ecological Economics (4): 435-446.

Perfecto, I.; Armbrecht, I.; Philpott, S.M.; Soto-Pinto, L.; Dietsch, T.V. 2007. Shaded coffee and the stability of rainforest margins in northern Latin America. *In*. 2007. Stability of Tropical Rainforest Margins. Springer. p. 225-261.

Peyre, A.; Guidal, A.; Wiersum, K.; Bongers, F. 2006. Dynamics of homegarden structure and function in Kerala, India. Agroforestry Systems (2): 101-115.

Philpott, S.M.; Bichier, P.; Rice, R.A.; Greenberg, R. 2008. Biodiversity conservation, yield, and alternative products in coffee agroecosystems in Sumatra, Indonesia. Biodiversity and Conservation (8): 1805-1820.

Pinoargote. 2014. Almacenamiento de carbono y beneficios familiares obtenidos de cafetales en fincas de pequeños productores de Nicaragua.

Ramankutty, N.; Heller, E.; Rhemtulla, J. 2010. Prevailing myths about agricultural abandonment and forest regrowth in the United States. Annals of the Association of American Geographers (3): 502-512.

Ramírez , R.; Downs Galeano, M.; Reyes Flores, F. 1995. Caracterización del consumo y comercialización de leña y carbón en el Municipio Villa Carlos Fonseca Managua, III Región.

Reidsma, P.; Ewert, F. 2008. Regional farm diversity can reduce vulnerability of food production to climate change. Ecology and Society (1): 38.

Rice, R.A. 2008. Agricultural intensification within agroforestry: the case of coffee and wood products. Agriculture, ecosystems & environment (4): 212-218.

Rice, R.A. 2011. Fruits from shade trees in coffee: how important are they? Agroforestry Systems (1): 41-49. 10.1007/s10457-011-9385-4

Ros-Tonen, M.A.; Wiersum, K.F. 2005. The scope for improving rural livelihoods through non-timber forest products: an evolving research agenda. Forests, Trees and Livelihoods (2): 129-148.

Rudel, T.K.; Perez-Lugo, M.; Zichal, H. 2000. When fields revert to forest: development and spontaneous reforestation in post-war Puerto Rico. The Professional Geographer (3): 386-397.

Ruíz , A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Turrialba (Costa Rica), : CATIE. Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0265e/A0265e.pdf

Sacasa, M.R.C. 2001. Árboles fuera del bosque en Nicaragua. Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina: 26.

Sáenz , Y.I. 2013. Aporte del cacaotal en la economía y nutrición familiar en Waslala, Nicaragua.

Saha, S.K.; Stein, T.V.; Nair, P.R.; Andreu, M.G. 2011. The Socioeconomic Context of Carbon Sequestration in Agroforestry: A Case Study from Homegardens of Kerala, India. *In*. 2011. Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems. Springer. p. 281-298.

Salazar, C.S. 2013. Caracterización del consumo y comercialización de leña y carbón en las comunidades del Tule y Catarina del Municipio de San Lorenzo, Boaco, Nicaragua.

Sánchez, F.J.Q.; Moreno, L.A.R. 1996. Contabilidad general. Francisco Javier Quesada Sánchez.

Scales, B.R.; Marsden, S.J. 2008. Biodiversity in small-scale tropical agroforests: a review of species richness and abundance shifts and the factors influencing them. Environmental conservation (02): 160-172.

Scherr, S. 2004. Building opportunities for small-farm agroforestry to supply domestic wood markets in developing countries. Agroforestry Systems (1-3): 357-370.

Schreckenberg, K.; Awono, A.; Degrande, A.; Mbosso, C.; Ndoye, O.; Tchoundjeu, Z. 2006. Domesticating indigenous fruit trees as a contribution to poverty reduction. Forests, Trees and Livelihoods (1): 35-51.

Segura, M.; Kanninen, M.; Suárez, D. 2006. Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. Agroforestry Systems (2): 143-150.

Sileshi, G.; Akinnifesi, F.K.; Ajayi, O.C.; Chakeredza, S.; Kaonga, M.; Matakala, P. 2007. Contributions of agroforestry to ecosystem services in the Miombo eco-region of eastern and southern Africa. African Journal of Environmental Science and Technology (4): 068-080.

Simons, A.; Leakey, R. 2004. Tree domestication in tropical agroforestry. *In*. 2004. New Vistas in Agroforestry. Springer. p. 167-181.

Snowdon, P.; Keith, H.; Raison, R.J. 2002. Protocol for sampling tree and stand biomass. Australian Greenhouse Office Parkes, ACT.

Somarriba, E.; Domínguez, L. 2002. Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. Agroforestería en las Américas (35-36): 86-94.

Somarriba, E.; Beer, J. 2011. Productivity of Theobroma cacao agroforestry systems with timber or legume service shade trees. Agroforestry Systems (2): 109-121.

Somarriba, E.; Suárez-Islas, A.; Calero-Borge, W.; Villota, A.; Castillo, C.; Vílchez, S.; Deheuvels, O.; Cerda, R. 2014. Cocoa–timber agroforestry systems: Theobroma cacao–Cordia alliodora in Central America. Agroforestry Systems. 10.1007/s10457-014-9692-7

Soto, I.L. 2013. Estrategia de competitividad para la cadena productiva del carbón vegetal en parvas,producido a partir de residuos de aprovechamiento forestal y agroforestal en eloccidente de Nicaragua.

Staver, C.; Guharay, F.; Monterroso, D.; Muschler, R. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: shade-grown coffee in Central America. Agroforestry Systems (2): 151-170.

Suárez , D.A. 2002. Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la Comarca Yassica Sur, Matagalpa, Nicaragua. Turrialba (Costa Rica), : CATIE. Disponible en http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0262e/A0262e.pdf

Sullivan, C. 2003. Forest Resource Use in Amerindian Villages in Guyana: Implications for Development Policy. Resources, Planning and Environmental Management in a Changing Caribbean: 75.

Sullivan, C.A.; O'Regan, D.P. 2003. Winners and losers in forest product commercialisation. Final Report.

Sunderland, T.; Powell, B.; Ickowitz, A.; Foli, S.; Pinedo-Vasquez, M.; Nasi, R.; Padoch, C. 2013. Food security and nutrition The role of forests. Discussion Paper.

Sunderlin, W.D.; Angelsen, A.; Belcher, B.; Burgers, P.; Nasi, R.; Santoso, L.; Wunder, S. 2005. Livelihoods, forests, and conservation in developing countries: an overview. World Development (9): 1383-1402.

Suryanto, P.; Hamzah, M.Z.; Mohamed, A.; Alias, M.A. 2011. Silviculture Agroforestry Regime: Compatible Management in Southern Gunung Merapi National Park, Java, Indonesia. International Journal of Biology (2): p115.

Tchoundjeu, Z.; Asaah, E.; Anegbeh, P.; Degrande, A.; Mbile, P.; Facheux, C.; Tsobeng, A.; Atangana, A.; Ngo-Mpeck, M.; Simons, A. 2006. Putting participatory domestication into practice in West and Central Africa. Forests, Trees and Livelihoods (1): 53-69.

Tesfaye, A.; Sterck, F.J.; Wiersum, K.F.; Bongers, F. 2013. Diversity, composition and density of trees and shrubs in agroforestry homegardens in Southern Ethiopia. Agroforestry Systems (6): 1283-1293. Disponible en http://rd.springer.com/journal/10457 10.1007/s10457-013-9637-6

Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Harvey, C. 2004. The importance of silvopastoral systems in rural livelihoods to provide ecosystems services.

Workman, S.W.; Allen, S.C. 2011. The practice and potential of agroforestry in the Southeastern United States.

Yackulic, C.B.; Fagan, M.; Jain, M.; Jina, A.; Lim, Y.; Marlier, M.; Muscarella, R.; Adame, P.; DeFries, R.; Uriarte, M. 2011. Biophysical and socioeconomic factors associated with forest transitions at multiple spatial and temporal scales. Ecology and Society (3): 15.

Zomer, R.J.; Trabucco, A.; Coe, R.; Place, F. 2009. Trees on farm: analysis of global extent and geographical patterns of agroforestry. ICRAF Working Paper-World Agroforestry Centre (89).

Anexos

Anexo 1. Salidas de ANOVA para cada una de las variables evaluadas para la comparación de sitios a nivel de usos de suelo, usos de suelo e interacciones entre sitios y usos de suelo

- **Riqueza ha^{-1}**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
271	1959,12	2008,97	-965,56	5,74	0,48	0,5

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	172	326,82	<0,0001
Sitio	1	88	1,81	0,18
Uso.suelo	4	172	19,04	<0,0001
Área.uso	1	172	85,51	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	172	1,23	0,30

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	15,71	4,6	172	3,41	0,0008
Sitio2	5,34	4,95	88	1,08	0,2844
Uso.suelocafe	11,13	4,99	172	2,23	0,0269
Uso.suelogranos	-9,09	4,73	172	-1,92	0,0561
Uso.suelopastura	-3,81	4,86	172	-0,79	0,4335
Uso.suelopatio	-3,31	4,74	172	-0,7	0,4855
Área.uso	2,56	0,28	172	9,25	0
Sitio2:Uso.suelocafe	-8,07	6,19	172	-1,3	0,1943
Sitio2:Uso.suelogranos	-2,34	5,3	172	-0,44	0,6594
Sitio2:Uso.suelopastura	-0,65	5,61	172	-0,12	0,908
Sitio2:Uso.suelopatio	-5,57	5,23	172	-1,07	0,2883

- **Índice de Shannon**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
269	492,19	538,38	-233,1	0,53	0,25	0,38

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	170	2203,84	<0,0001
Sitio	1	88	2,86	0,0946
Uso.suelo	4	170	8,56	<0,0001
Área.uso	1	170	15,44	0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	170	1,86	0,1194

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	2,35	0,27	170	8,56	<0,0001
Sitio2	0,1	0,29	88	0,33	0,7414
Uso.suelocafe	0,31	0,29	170	1,06	0,2887
Uso.suelogranos	-0,54	0,29	170	-1,89	0,0601
Uso.suelopastura	-0,37	0,29	170	-1,27	0,2066
Uso.suelopatio	-0,28	0,29	170	-0,99	0,3237
Área.uso	0,02	0,01	170	3,93	0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	-0,21	0,35	170	-0,61	0,5417
Sitio2:Uso.suelogranos	0,19	0,32	170	0,59	0,5577
Sitio2:Uso.suelopastura	0,34	0,32	170	1,06	0,2912
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,04	0,32	170	-0,12	0,9062

- **Densidad ha^{-1}**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
271	2909,12	2958,97	-1440,56	26,45	0,6	0,6

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	172	85,53	<0,0001
Sitio	1	88	0,06	0,8084
Uso.suelo	4	172	21,25	<0,0001
Área.uso	1	172	99,16	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	172	0,84	0,5005

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	37,85	20,86	172	1,81	0,0713
Sitio2	23,66	22,95	88	1,03	0,3055
Uso.suelocafe	83,82	24,63	172	3,4	0,0008
Uso.suelogranos	-36,84	21,67	172	-1,7	0,091
Uso.suelopastura	-6,46	22,72	172	-0,28	0,7765
Uso.suelopatio	-12,75	21,42	172	-0,6	0,5524
Área.uso	29,07	2,92	172	9,96	<0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	-48,36	32,84	172	-1,47	0,1426
Sitio2:Uso.suelogranos	-21,63	24,64	172	-0,88	0,3811
Sitio2:Uso.suelopastura	-10,59	27,5	172	-0,39	0,7005
Sitio2:Uso.suelopatio	-28,41	24,07	172	-1,18	0,2395

- **Área basal**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
269	1415,16	1479,11	-689,58	4,43	0,57	0,57

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	170	30,8	<0,0001
Sitio	1	88	0,04	0,8475
Uso.suelo	4	170	6,51	0,0001
Área.uso	1	170	101,2	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	170	1,28	0,2786

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	3,65	2,87	170	1,27	0,2043
Sitio2	0,39	3,08	88	0,13	0,8984
Uso.suelocafe	4,31	3,36	170	1,28	0,2009
Uso.suelogranos	-3,32	2,91	170	-1,14	0,2558
Uso.suelopastura	-2,65	2,91	170	-0,91	0,3629
Uso.suelopatio	-2,55	2,87	170	-0,89	0,3762
Área.uso	1,55	0,15	170	10,06	<0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	-2,09	4,41	170	-0,47	0,6367
Sitio2:Uso.suelogranos	-0,72	3,17	170	-0,23	0,8204
Sitio2:Uso.suelopastura	0,94	3,19	170	0,29	0,7686
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,98	3,09	170	-0,32	0,7504

- **Volumen de madera en pie (VMP)**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
246	821,61	866,59	-397,81	1,11	0,53	0,67

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	147	182,23	<0,0001
Sitio	1	88	1,22	0,2721
Uso.suelo	4	147	44,37	<0,0001
Área.uso	1	147	35,66	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	147	2,08	0,0858

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	2,09	0,59	147	3,52	0,0006
Sitio2	-0,03	0,64	88	-0,04	0,9673
Uso.suelocafe	0,43	0,62	147	0,68	0,4962
Uso.suelogranos	-1,08	0,62	147	-1,75	0,0814
Uso.suelopastura	-0,59	0,62	147	-0,95	0,3441
Uso.suelopatio	-2,3	0,62	147	-3,69	0,0003
Área.uso	0,07	0,01	147	5,97	<0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	0,41	0,76	147	0,54	0,5867
Sitio2:Uso.suelogranos	0,3	0,69	147	0,44	0,6634
Sitio2:Uso.suelopastura	0,9	0,69	147	1,3	0,1966
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,31	0,7	147	-0,45	0,656

- **Leña en pie**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
256	909,64	955,15	-441,82	1,3	0,43	0,52

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	157	4581,01	<0,0001
Sitio	1	88	0,31	0,5797
Uso.suelo	4	157	21,57	<0,0001
Área.uso	1	157	42,26	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	157	0,52	0,72

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	8,47	0,67	157	12,58	<0,0001
Sitio2	0,02	0,72	88	0,03	0,9773
Uso.suelocafe	0,64	0,71	157	0,9	0,37
Uso.suelogranos	-1,14	0,71	157	-1,62	0,108
Uso.suelopastura	-0,33	0,71	157	-0,46	0,6484
Uso.suelopatio	-1,81	0,71	157	-2,56	0,0113
Área.uso	0,08	0,01	157	6,5	<0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	0,04	0,86	157	0,04	0,9669
Sitio2:Uso.suelogranos	-0,23	0,8	157	-0,29	0,7704
Sitio2:Uso.suelopastura	0,34	0,79	157	0,43	0,6688
Sitio2:Uso.suelopatio	0,38	0,78	157	0,48	0,6316

- **Rendimiento de cítricos**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
175	539,87	580,17	-256,94	0,96	0,31	0,52

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	83	4192,46	<0,0001
Sitio	1	83	0,03	0,8629
Uso.suelo	4	81	11,18	<0,0001
Área.uso	1	81	13,91	0,0004
Sitio:Uso.suelo	4	81	3,8	0,007

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	9,79	0,73	83	13,38	<0,0001
Sitio2	-1,91	0,76	83	-2,5	0,0144
Uso.suelocafe	-1,54	0,76	81	-2,03	0,046
Uso.suelogranos	-2,77	0,78	81	-3,56	0,0006
Uso.suelopastura	-2,99	0,78	81	-3,83	0,0003
Uso.suelopatio	-2,57	0,75	81	-3,43	0,0009
Área.uso	0,04	0,01	81	3,73	0,0004
Sitio2:Uso.suelocafe	2,3	0,85	81	2,69	0,0086
Sitio2:Uso.suelogranos	1,96	0,86	81	2,27	0,0257
Sitio2:Uso.suelopastura	3,06	0,84	81	3,65	0,0005
Sitio2:Uso.suelopatio	2,05	0,8	81	2,55	0,0126

- **Rendimiento de otras frutas (cuantificadas en kg)**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
130	435,27	471,4	-204,64	0,97	0,23	0,71

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	76	1166,54	<0,0001
Sitio	1	76	1,74	0,1915
Uso.suelo	4	43	4,14	0,0064
Área.uso	1	43	7,63	0,0084
Sitio:Uso.suelo	4	43	0,53	0,7157

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	5,79	0,63	76	9,13	<0,0001
Sitio2	0,16	0,7	76	0,23	0,8167
Uso.suelocafe	-0,7	0,66	43	-1,06	0,2933
Uso.suelogranos	-1,69	0,75	43	-2,27	0,0284
Uso.suelopastura	-1,28	0,7	43	-1,83	0,0741
Uso.suelopatio	-1,35	0,65	43	-2,08	0,0432
Área.uso	0,03	0,01	43	2,76	0,0084
Sitio2:Uso.suelocafe	-0,01	0,83	43	-0,01	0,9931
Sitio2:Uso.suelogranos	0,81	0,92	43	0,88	0,3839
Sitio2:Uso.suelopastura	0,34	0,79	43	0,43	0,6676
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,13	0,77	43	-0,18	0,8613

- **Rendimiento de otras frutas (cuantificadas en unidades)**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
179	446,01	486,62	-210,01	0,74	0,17	0,26

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	88	5222,44	<0,0001
Sitio	1	80	8,88	0,0038
Uso.suelo	4	88	3,29	0,0145
Área.uso	1	88	10,17	0,002
Sitio:Uso.suelo	4	88	2,61	0,041

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	4,87	0,44	88	11,13	<0,0001
Sitio2	1,22	0,47	80	2,61	0,0109
Uso.suelocafe	0,93	0,46	88	2,02	0,0465
Uso.suelogranos	0,35	0,47	88	0,74	0,4597
Uso.suelopastura	0,31	0,48	88	0,64	0,5207
Uso.suelopatio	0,92	0,46	88	2,01	0,0479
Área.uso	0,02	0,01	88	3,19	0,002
Sitio2:uso.suelocafe	-0,8	0,55	88	-1,45	0,1501
Sitio2:uso.suelogranos	-0,88	0,55	88	-1,59	0,1146
Sitio2:uso.suelopastura	-0,82	0,52	88	-1,56	0,1221
Sitio2:uso.suelopatio	-1,43	0,51	88	-2,82	0,0059

- **Rendimiento de mangos**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
160	490,93	529,98	-232,47	1	0,21	0,29

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	79	4374,84	<0,0001
Sitio	1	79	0,29	0,5943
Uso.suelo	4	70	3,43	0,0127
Área.uso	1	70	8,32	0,0052
Sitio:Uso.suelo	4	70	2,23	0,0744

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	6,99	0,51	79	13,65	<0,0001
Sitio2	0,36	0,56	79	0,63	0,53
Uso.suelocafe	1,08	0,55	70	1,97	0,0529
Uso.suelogranos	-0,45	0,6	70	-0,76	0,4518
Uso.suelopastura	-0,13	0,57	70	-0,23	0,8151
Uso.suelopatio	0,59	0,54	70	1,09	0,2784
Área.uso	0,03	0,01	70	2,88	0,0052
Sitio2:Uso.suelocafe	-0,95	0,7	70	-1,36	0,1782
Sitio2:Uso.suelogranos	-0,27	0,77	70	-0,35	0,7294
Sitio2:Uso.suelopastura	0,01	0,66	70	0,02	0,9824
Sitio2:Uso.suelopatio	-1,12	0,63	70	-1,78	0,0802

- **Rendimiento de aguacates**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
123	315,66	351,01	-144,83	0,76	0,24	0,24

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	73	5187,68	<0,0001
Sitio	1	73	0,47	0,4973
Uso.suelo	4	39	3,21	0,0228
Área.uso	1	39	15,36	0,0003
Sitio:Uso.suelo	4	39	1,09	0,3741

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	7,47	0,44	73	16,86	<0,0001
Sitio2	-0,95	0,48	73	-2	0,0494
Uso.suelocafe	-0,3	0,47	39	-0,64	0,5257
Uso.suelogranos	-1	0,48	39	-2,09	0,0435
Uso.suelopastura	-1,05	0,5	39	-2,1	0,0421
Uso.suelopatio	-0,82	0,48	39	-1,73	0,092
Área.uso	0,04	0,01	39	3,92	0,0003
Sitio2:Uso.suelocafe	1,03	0,58	39	1,77	0,0844
Sitio2:Uso.suelogranos	1,26	0,68	39	1,86	0,0707
Sitio2:Uso.suelopastura	1	0,58	39	1,73	0,0909
Sitio2:Uso.suelopatio	0,87	0,55	39	1,58	0,1219

- **Costo en efectivo**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
98	325,35	357,41	-149,67	1,08	0,41	0,53

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	66	350,95	<0,0001
Sitio	1	66	3,89	0,0527
Uso.suelo	4	21	5,33	0,004
Área.uso	1	21	8,48	0,0083
Sitio:Uso.suelo	4	21	0,91	0,4787

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	2,99	0,8	66	3,73	0,0004
Sitio2	1,29	0,85	66	1,51	0,1367
Uso.suelocafe	0,08	0,85	21	0,09	0,9258
Uso.suelogranos	-0,71	0,88	21	-0,81	0,4286
Uso.suelopastura	-0,17	0,87	21	-0,19	0,8519
Uso.suelopatio	-1,09	0,87	21	-1,25	0,2254
Área.uso	0,03	0,01	21	2,91	0,0083
Sitio2:Uso.suelocafe	-0,58	0,97	21	-0,59	0,559
Sitio2:Uso.suelogranos	-0,49	1,01	21	-0,48	0,6329
Sitio2:Uso.suelopastura	-0,55	0,95	21	-0,57	0,5725
Sitio2:Uso.suelopatio	-1,92	1,13	21	-1,7	0,1039

- **Costo en especie**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
202	566,7	608,98	-270,35	0,84	0,16	0,42

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	105	724,52	<0,0001
Sitio	1	86	3,12	0,081
Uso.suelo	4	105	4,67	0,0016
Área.uso	1	105	4,33	0,0399
Sitio:Uso.suelo	4	105	1,47	0,2151

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	3,2	0,64	105	5,04	<0,0001
Sitio2	-0,28	0,66	86	-0,43	0,6684
Uso.suelocafe	-0,06	0,65	105	-0,09	0,9297
Uso.suelogranos	-0,54	0,66	105	-0,82	0,4147
Uso.suelopastura	-0,68	0,66	105	-1,04	0,3028
Uso.suelopatio	-0,54	0,65	105	-0,84	0,4047
Área.uso	0,02	0,01	105	2,08	0,0399
Sitio2:Uso.suelocafe	0,19	0,74	105	0,26	0,7985
Sitio2:Uso.suelogranos	-0,51	0,72	105	-0,71	0,4798
Sitio2:Uso.suelopastura	0,33	0,71	105	0,46	0,6441
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,23	0,7	105	-0,33	0,7405

- **Ingreso neto**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
219	2261,06	2317,8	-1113,53	100,01	0,2	0,31

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	120	5,83	0,0173
Sitio	1	88	1,99	0,1616
Uso.suelo	4	120	2,57	0,0413
Área.uso	1	120	14,48	0,0002
Sitio:Uso.suelo	4	120	2,4	0,0534

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	28,11	55,3	120	0,51	0,6121
Sitio2	-100,8	57,63	88	-1,75	0,0837
Uso.suelocafe	-58,36	58,28	120	-1	0,3187
Uso.suelogranos	-49,24	55,37	120	-0,89	0,3756
Uso.suelopastura	-40,85	56,3	120	-0,73	0,4695
Uso.suelopatio	-31,2	55,43	120	-0,56	0,5746
Área.uso	-2,04	0,54	120	-3,8	0,0002
Sitio2:Uso.suelocafe	135,42	68,42	120	1,98	0,0501
Sitio2:Uso.suelogranos	104,88	57,9	120	1,81	0,0726
Sitio2:Uso.suelopastura	65,36	59,57	120	1,1	0,2748
Sitio2:Uso.suelopatio	95,9	57,94	120	1,66	0,1005

- **Flujo neto**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
112	1225,76	1259,76	-599,88	74,95	0,28	0,41

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	72	0,03	0,8728
Sitio	1	72	6,09	0,0159
Uso.suelo	4	29	1,66	0,187
Área.uso	1	29	4,1	0,0523
Sitio:Uso.suelo	4	29	1,96	0,1271

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	73,85	55,4	72	1,33	0,1867
Sitio2	-153,34	59,14	72	-2,59	0,0115
Uso.suelocafe	-59,74	57,67	29	-1,04	0,3088
Uso.suelogranos	-77	60,6	29	-1,27	0,2139
Uso.suelopastura	-70,69	59,97	29	-1,18	0,248
Uso.suelopatio	-37,1	58,8	29	-0,63	0,5331
Área.uso	-1,66	0,82	29	-2,02	0,0523
Sitio2:Uso.suelocafe	175,31	66,64	29	2,63	0,0135
Sitio2:Uso.suelogranos	127,67	69,63	29	1,83	0,077
Sitio2:Uso.suelopastura	99,66	65,65	29	1,52	0,1398
Sitio2:Uso.suelopatio	130,68	71,55	29	1,83	0,0781

- **Valor de consumo doméstico**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
232	761,01	805,19	-367,51	1,17	0,36	0,36

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	133	1660,35	<0,0001
Sitio	1	88	2,03	0,1582
Uso.suelo	4	133	10,76	<0,0001
Área.uso	1	133	33,15	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	133	0,99	0,4132

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	5,17	0,83	133	6,23	<0,0001
Sitio2	0,39	0,86	88	0,45	0,652
Uso.suelocafe	0,12	0,86	133	0,14	0,8872
Uso.suelogranos	-1,12	0,86	133	-1,3	0,1944
Uso.suelopastura	-0,78	0,86	133	-0,91	0,3633
Uso.suelopatio	-1,08	0,85	133	-1,27	0,2061
Área.uso	0,06	0,01	133	5,76	<0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	0,01	0,96	133	0,01	0,9906
Sitio2:Uso.suelogranos	-0,21	0,93	133	-0,23	0,8211
Sitio2:Uso.suelopastura	0,32	0,92	133	0,35	0,7255
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,51	0,91	133	-0,56	0,5794

- **Beneficio familiar**

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2_0	R2_1
232	744,13	788,31	-359,07	1,13	0,35	0,35

	numDF	denDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	133	1815,43	<0,0001
Sitio	1	88	1	0,3206
Uso.suelo	4	133	10,85	<0,0001
Área.uso	1	133	35,63	<0,0001
Sitio:Uso.suelo	4	133	1,12	0,352

	Value	Std.Error	DF	t-value	p-value
(Intercept)	5,38	0,8	133	6,73	<0,0001
Sitio2	0,1	0,83	88	0,12	0,9027
Uso.suelocafe	-0,03	0,82	133	-0,04	0,9663
Uso.suelogranos	-1,36	0,83	133	-1,65	0,1021
Uso.suelopastura	-1	0,82	133	-1,21	0,2274
Uso.suelopatio	-1,1	0,82	133	-1,34	0,1833
Área.uso	0,06	0,01	133	5,97	<0,0001
Sitio2:Uso.suelocafe	0,27	0,92	133	0,29	0,7717
Sitio2:Uso.suelogranos	0,04	0,9	133	0,05	0,9631
Sitio2:Uso.suelopastura	0,54	0,89	133	0,61	0,5407
Sitio2:Uso.suelopatio	-0,3	0,88	133	-0,34	0,7315

Anexo 2. Encuesta aplicada en campo sobre el aprovechamiento de productos arbóreos, su destino, costos de cosecha y comercialización.

Producción y destino de la producción (cultivo principal y cultivos asociados incluyendo árboles)

Anexo_____ (número anexo de acuerdo al uso de suelo) Hoja _____

Uso de suelo _____(colocar el nombre de uso de suelo de acuerdo a tabla 3.2)

1. Datos de producción y destino de la producción **del año pasado (2014)**, del cultivo principal, cultivos asociados y árboles presentes en este uso de suelo

Cultivo o nombre árbol (incluir variedad)					
Si es un árbol indicar número de individuos					
Producto (una entrada por producto)					
Cantidad producción/ año					
Unidad producción					
Costo cosecha producto (días+ mano de obra + equipo+ insumos)					
Unidad costos cosecha					
Cantidad para consumo familia/año					
Cantidad para consumo animal/año					
Cantidad para venta/año (unidad)					
Valor comercial producto si se vende					
Valor comercial producto si se compra					
Unidad valor comercial					
Cómo lo vende (ver opciones), si la respuesta es 3, pase a la siguiente pregunta					
Costo transporte					
Unidad					
Meses de cosecha					
Como lo vende: 1 = en pie (el comprador cosecha el producto que compra); 2 = venta de producto en la finca; 3=venta del producto en mercado (indicar en paréntesis el nombre del lugar donde se sale a vender)					

No olvidar:

- Comenzar la lista con el cultivo principal, luego asociados y luego árboles.
- **El valor comercial siempre se pregunta, aunque el producto no se venda**. El valor comercial es lo que el entrevistado tendría que pagar si comprara el producto en el mercado o en una tienda.
- Las unidades en que se vende el producto **siempre** deben incluir **valor monetario/unidad de medida de producto**.
- Las unidades del costo de transporte **siempre** deben incluir el **valor monetario/unidad de medida de producto**.

Anexo 3. Similitud en composición (usos de suelo) y áreas totales de fincas

Para explorar las similitudes existentes entre fincas en su composición y área total, se programó la comparación de todas las combinaciones de pares de fincas posibles con base en las 90 fincas visitadas (4005 en total), comparando la proporción del área de cada uso de suelo en dos fincas cualesquiera, mediante la siguiente ecuación :

$$Rij = ½ \sum^{5}(Pi-Pj)$$

Donde : j e i representan a dos fincas seleccionadas al azar y P a las proporciones de los 5 usos de suelo en relación con el área total.

Por cada comparación, se obtuvo un valor entre 0 y 1, 0 representa a fincas idénticas mientras 1 a fincas totalmente diferentes. Con estos datos, se elaboró una tabla y un histograma de frecuencias de 10 clases con un intervalo de 0,1 usando la siguiente fórmula:

Clase = Intervalo (R/0,10) + 1

El mismo procedimiento se siguió para compararar dos fincas cualesquiera en función de su área total, elaborando un histograma de frecuencias con intervalo de clase de 2 hectáreas, siendo 37 en total. Los analisis se realizaron en los *softwares* estadísticos SAS e Infostat (Di Rienzo *et al.* 2011).

Los resultados que se muestran a continuación permiten corroborar una percepción del campo de que las fincas eran bastantes parecidas, en cuanto a su composición de usos de suelo y sus áreas totales, además soporta la decisión de no haber realizado análisis de las varibles estudiadas contrastando tipologías de fincas, ya que las diferencias no son marcadas.

3.1 Similitudes entre fincas de acuerdo con su composición de usos de suelo y área total

La distribución de frecuencias de las probabilidades de que dos fincas sean iguales o diferentes comparando la proporción de los usos de suelo en relación con el área total es bimodal, con una campana que se forma entre las clases 1 y 9, con un 38 % de los datos en las clases 4, 5 y 6, y después un repunte en la clase 10 integrada por el 20 % de los datos (Figura 9). Se puede concluir entonces que si se visitan dos fincas al azar existen un 15 % de probabilidades de que estas sean muy parecidas, un 38 % de probabilidades de que estas

difieran en casi la mitad de su composición, y un 20 % de que estas sean totalmente diferentes en cuanto a sus usos de suelo.

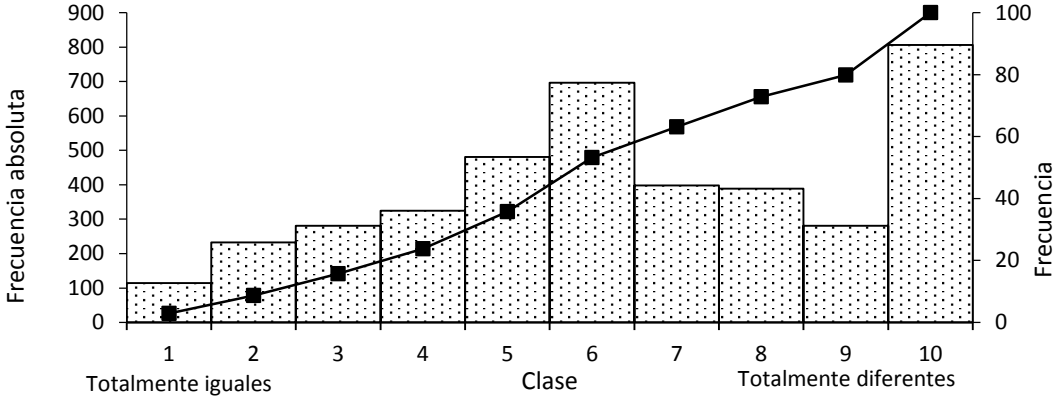


Figura 9. Histograma de frecuencias de las probabilidades de que dos fincas en La Dalia y Waslala sean iguales o diferentes en términos de composicion y áreas de usos de suelo.

Por otra parte, la distribución de frecuencias sobre cómo varían dos fincas visitadas al azar con respecto a su área total es asimétrica hacia la izquierda, con el 70 % de los valores ubicados entre las clases 1 y 5 (Figura 10). Si se desglosa este porcentaje se puede concluir que existe un 26 % de probabilidades de que dos fincan visitadas al azar varíen solo entre 1 y 2 hectáreas, un 17 % entre 2 y 4 hectáreas, 12 % entre 4 y 6 hectáreas, y 6 % entre 6 y 8 hectáreas, y 7 % entre 8 y 10 hectáreas, mientras que es muy poco probable que dos fincas difieren en más de 30 hectáreas (10%). La variación más alta encontrada entre pares de fincas fue de 73 hectáreas, aunque las probabilidades de encontrar una situación así es menor a 1 %.

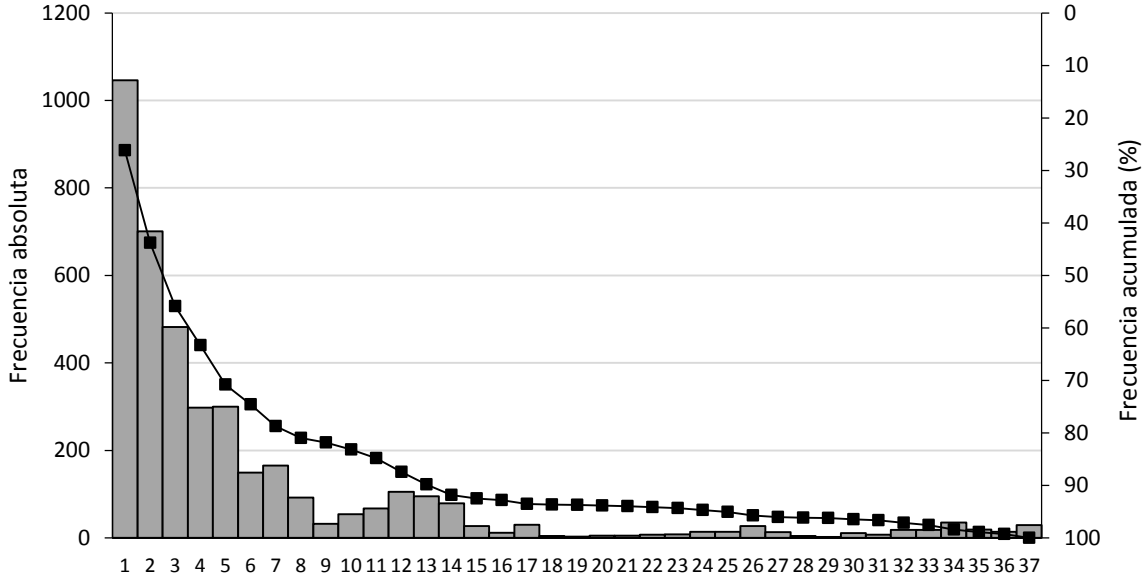


Figura 10. Histograma de frecuencias de las probabilidades de que dos fincas en La Dalia y Waslala difieran en el área total

Es importante mencionar que dos fincas que difieren en su área total no necesariamente lo harán en las proporciones de los usos de suelo, ya que si bien el valor de p de la correlación de Pearson es significativo (p=0,0027), el valor de R es muy bajo (0,05), sugiriendo una leve influencia de las diferencias del área de finca.

Anexo 4. Promedio y rango de áreas (ha^{-1}) de los usos de suelo en las fincas visitadas de La Dalia y Waslala

Sitio	Uso de suelo	Media	Mín.	Máx.
La Dalia	Cacao	3,44	0,23	12,5
	Café	1,74	0,25	8,08
	Granos Básicos	1,91	0,18	11,55
	Pastura	6,63	0,11	50,04
	Patio	0,18	0,03	0,62
Waslala	Cacao	1,69	0,07	5,98
	Café	1,93	0,2	5,12
	Granos Básicos	2,02	0,21	10,32
	Pastura	9,97	0,59	73,96
	Patio	0,25	0,02	1,49

Mín= área mínima reportada, Max= área máxima reportada

Anexo 5. Promedios de aprovechamiento relativo (%) de los diferentes productos arbóreos en los usos de suelo evaluados.

Uso de suelo	Aprovechamiento relativo				
	Madera	**Leña**	**Cítricos**	**Frutas (unidades)**	**Frutas (kg)**
Cacao	2,3	12,4	19,2	19,1	13,6
Café	4,3	14,7	13,9	22,1	14,8
Granos B	3,3	9,1	7,7	15,9	3,9
Pasturas	1,8	12,5	8,1	17,2	11,3
Patio	1,1	4,1	26,9	16,2	14,1

Anexo 6. Proporciones de tipos de árboles (abundancia relativa) en la relación con la abundancia total de individuos en los distintos usos de suelo evaluados.

Uso de suelo	Densidad relativa	Media	Mín.	Máx.
Cacao	**Frutales**	26,9	0,0	78,6
	Leña	29,5	7,5	66,7
	Maderables	37,7	7,1	73,9
	Poste	2,1	0,0	15,6
Café	**Frutales**	30,2	0,0	79,1
	Leña	27,6	8,5	55,3
	Maderables	35,5	2,8	72,3
	Poste	3,4	0,0	22,2
Granos básicos	**Frutales**	14,8	0,0	77,8
	Leña	21,4	0,0	100,0
	Maderables	57,6	0,0	95,7
	Poste	1,8	0,0	15,4
Pasturas	**Frutales**	13,7	0,0	56,7
	Leña	31,1	5,3	91,7
	Maderables	49,8	1,7	86,7
	Poste	2,1	0,0	18,9
Patios	**Frutales**	57,0	0,0	100,0
	Leña	19,1	0,0	69,2
	Maderables	16,3	0,0	75,0
	Poste	1,5	0,0	19,1

Anexo 7. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies arbóreas registradas en La Dalia

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Laurel	*Cordia alliodora*	95,6	11,6	10,4	117,5	m
Guacimo.ternero	*Guazuma ulmifolia*	95,6	10,8	9,6	115,9	l
Mango	*Mangifera indica*	93,3	6,1	6,4	105,9	f
Coyote	*Platymiscium dimorphandrum*	84,4	11,5	9,5	105,4	m
Aguacate	*Persea americana*	93,3	2,3	2,1	97,7	f
Guayaba	*Psidium guajava*	84,4	2,1	1,0	87,6	f
Gavilan	*Albizia adinocephala*	84,4	1,8	1,1	87,3	m
Naranja.dulce	*Citrus sinensis*	75,6	3,8	2,1	81,4	f
Cedro.real	*Cedrela odorata*	75,6	1,6	2,5	79,7	m
Macuelizo	*Tabebuia rosea*	75,6	2,3	1,7	79,6	m
Aguacate.blanco	*Nectandra purpurea*	71,1	1,2	1,0	73,3	m
Madero.negro	*Gliricidia sepium*	66,7	2,0	1,2	69,9	l
Acacia.amarilla	*Senna siamea*	66,7	0,8	0,6	68,0	l
Chaperno	*Lonchocarpus minimiflorus*	62,2	2,6	3,2	67,9	l
Jocote	*Spondia purpurea*	66,7	0,5	0,2	67,4	f
Guaba.colorada	*Inga oerstediana*	60,0	3,5	2,7	66,2	l
Nancite	*Byrsonima crassifolia*	64,4	0,7	0,2	65,4	f
Guacamaya	*Astronium graveolens*	60,0	1,1	0,8	61,9	m
Helequeme	*Erythrina fusca*	48,9	2,5	9,7	61,1	p
Cacauillo	*Cupania latifolia*	57,8	0,7	0,5	58,9	l
Guarumo	*Cecropia peltata*	55,6	0,7	0,4	56,6	s
Mandarina	*Citrus reticulata*	53,3	0,6	0,2	54,2	f
Guayabon	*Terminalia oblonga*	51,1	1,0	1,7	53,8	m
Ceiba	*Ceiba pentandra*	44,4	0,4	7,2	52,0	m
Guaba.cuajinicuil	*Inga vera*	51,1	0,4	0,4	51,9	l
Sonzapote	*Licania platypus*	48,9	0,3	0,2	49,5	f
Caoba.pacifico	*Swietenia macrophylla*	44,4	0,7	0,8	46,0	m
Cacao	*Theobroma cacao*	44,4	1,2	0,2	45,8	f
Jobo	*Spondia mombin*	44,4	0,4	0,7	45,6	s
Guaba.negra	*Inga punctata*	46,6	1,9	1,2	49,7	l
Limon.dulce	*Citrus limetta*	44,4	0,3	0,0	44,7	f
Chinche	*Zanthoxylum kellermanii*	42,2	0,4	0,2	42,8	m
Guacimo.colorado	*Luehea seemannii*	40,0	0,3	1,2	41,5	l
Lechoso	*Sapium macrocarpum*	40,0	0,4	0,2	40,7	l
Areno	*Homalium racemosum*	40,0	0,3	0,4	40,6	m
Bucaro	*Erythrina poeppigiana*	37,8	0,9	1,5	40,2	p
Pejibaye	*Bactris gasipaes*	35,6	3,5	0,0	39,0	f
Guanabana	*Annona muricata*	37,8	0,2	0,0	38,0	f
Guanacaste.oreja	*Enterolobium cyclocarpum*	35,6	0,4	1,0	36,9	m
Genizaro	*Samanea saman*	35,6	0,4	0,5	36,4	l
Jicaro.guacal	*Crescentia cujete*	35,6	0,2	0,0	35,8	s
Madrono	*Calycophyllum candidissimum*	33,3	0,5	0,6	34,5	l
Jinocuabo	*Bursera simaruba*	33,3	0,4	0,2	34,0	p

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Guaba.cuadrada	*Inga sapindoides*	33,3	0,3	0,1	33,8	l
Zapote	*Pouteria sapota*	33,3	0,2	0,2	33,8	m
Carao	*Cassia grandis*	33,3	0,2	0,1	33,6	m
Pera.agua	*Syzygium malaccense*	33,3	0,2	0,0	33,5	f
Granadillo.rojo	*Dalbergia cubilquitzensis*	31,1	0,6	0,6	32,3	m
Limon.marango	*Citrus lumia*	31,1	0,3	0,0	31,4	f
Aguacate.canelo	*Nectandra reticulata*	28,9	0,3	0,4	29,6	m
Pochote	*Pachira quinata*	28,9	0,4	0,2	29,5	m
Zopilocuabo.dalia	*Lonchocarpus heptaphyllus*	28,9	0,3	0,2	29,4	m
Mamon	*Melicoccus bijugatus*	28,9	0,2	0,1	29,2	f
Mampas	*Lippia myriocephala*	28,9	0,2	0,1	29,2	l
Llamarada.bosque	*Spathodea campanulata*	28,9	0,2	0,1	29,2	l
Coco.amarillo	*Cocos nucifera*	28,9	0,1	0,0	29,0	f
Nogal	*Juglans olanchana*	26,7	0,7	1,6	29,0	m
Ojoche.sapo	*Trophis racemosa*	26,7	0,5	0,5	27,6	m
Ojoche	*Brosimum alicastrum*	26,7	0,2	0,6	27,4	m
Muneco	*Cordia collococca*	26,7	0,3	0,4	27,3	l
Cucharo	*Schizolobium parahybum*	26,7	0,2	0,2	27,1	m
Majague	*Heliocarpus appendiculatus*	26,7	0,2	0,1	26,9	s
Toronja	*Citrus maxima*	26,7	0,2	0,0	26,8	f
Vainilla	*Senna atomaria*	24,4	0,2	0,2	24,9	l
Mora	*Maclura tinctoria*	24,4	0,1	0,2	24,8	s
Guaba.extranjera	*Inga nobilis*	24,4	0,2	0,0	24,6	l
Cojon.burro	*Stemmadenia donnell smithii*	24,4	0,2	0,0	24,6	l
Cola.pava	*Cupania cinerea*	24,4	0,1	0,0	24,6	m
Tamarindo.montana	*Dialium guianense*	22,2	0,2	0,8	23,3	m
Achiote	*Bixa orellana*	22,2	0,2	0,0	22,4	s
Limoncillo	*Trichilia havanensis*	22,2	0,2	0,0	22,4	s
Chilamate.rio	*Ficus insipida*	20,0	0,1	0,8	21,0	m
Chaperno.blanco	*Lonchocarpus rugosus*	20,0	0,3	0,4	20,7	l
Leche.vaca	*Lacmellea panamensis*	20,0	0,2	0,1	20,3	l
Guanacaste.blanco	*Albizia niopoides*	20,0	0,1	0,1	20,2	m
Pronto.alivio	*Guarea grandifolia*	20,0	0,1	0,1	20,2	m
Mamey	*Mammea americana*	20,0	0,1	0,0	20,1	f
Chilamate	*Ficus trigonata*	17,8	0,1	1,2	19,1	m
Mangle	*Bravaisia integerrima*	17,8	0,4	0,7	18,9	l
Eucalipto.c	*Eucalyptus camaldulensis*	17,8	0,3	0,4	18,4	l
Guaba.cola.mono	*Inga edulis*	17,8	0,5	0,1	18,4	l
Palo.hule	*Castilla elastica*	17,8	0,1	0,1	18,0	l
Arrayan	*Myrcianthes fragrans*	17,8	0,1	0,0	17,9	l
Maranon	*Anacardium occidentale*	17,8	0,1	0,0	17,9	f
Guaba.ceniza	*Inga samanensis*	17,8	0,1	0,0	17,9	l
Concha.cangrejo	*Trichilia quadrijuga*	17,8	0,1	0,0	17,9	m

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Brasil	*Haematoxylum brasiletto*	15,6	0,7	0,4	16,7	p
Sangredrago	*Croton draco*	15,6	0,2	0,1	15,9	l
Papayon	*Jacaratia mexicana*	15,6	0,1	0,2	15,9	s
Machetito	*Erythrina berteroana*	15,6	0,2	0,1	15,8	p
Plomo	*Zuelania guidonia*	15,6	0,1	0,1	15,8	m
Nispero	*Manilkara zapota*	15,6	0,1	0,1	15,8	m
Guapinol	*Hymenaea courbaril*	15,6	0,1	0,1	15,7	m
Guaba.machete	*Inga spectabilis*	15,6	0,1	0,0	15,7	l
Castano	*Artocarpus incisus*	15,6	0,1	0,0	15,6	f
Capulin.rojo	*Muntingia calabura*	15,6	0,1	0,0	15,6	l
Matapalo	*Ficus cotinifolia*	13,3	0,1	0,6	14,0	l
Guano	*Ochroma pyramidale*	13,3	0,1	0,1	13,5	s
Ojoche.rojo	*Pseudolmedia spuria*	13,3	0,0	0,1	13,5	m
Tabacon	*Triplaris melaenodendron*	13,3	0,1	0,0	13,5	m
Limon.agrio	*Citrus aurantifolia*	13,3	0,1	0,0	13,5	f
Manzana.agua	*Syzygium jambos*	13,3	0,1	0,0	13,4	f
Quebracho	*Lysiloma auritum*	13,3	0,1	0,0	13,4	l
Limon.mandarina	*Citrus limonia*	13,3	0,1	0,0	13,4	f
Zorrillo	*Thouinidium decandrum*	13,3	0,1	0,0	13,4	m
Anona	*Annona reticulata*	13,3	0,1	0,0	13,4	f
Leche.sapo	*Mabea occidentalis*	11,1	0,3	0,7	12,1	m
Areno.amarillo	*Macrohasseltia macroterantha*	11,1	0,1	0,2	11,4	m
Bambayan	*Rehdera trinervis*	11,1	0,1	0,0	11,2	m
Lagarto	*Zanthoxylum monophyllum*	11,1	0,1	0,0	11,2	m
Tatascan	*Desconocido*	11,1	0,1	0,0	11,2	l
Jicaro.sabanero	*Crescentia alata*	11,1	0,1	0,0	11,2	s
Caimito	*Chrysophyllum cainito*	11,1	0,1	0,0	11,2	f
Pimienta	*Pimienta dioica*	11,1	0,1	0,0	11,2	s
Laurel.macho	*Cordia gerascanthus*	11,1	0,0	0,0	11,2	m
Aguacatillo	*Desconocido*	11,1	0,0	0,0	11,2	m
Almendro.montana	*Dipteryx oleifera*	11,1	0,0	0,0	11,1	m
Malinche	*Caesalpinia pulcherrima*	11,1	0,0	0,0	11,1	l
Noni	*Morinda citrifolia*	11,1	0,0	0,0	11,1	f
Nin	*Azadirachta indica*	8,9	0,1	0,0	9,0	s
Pino	*Pinus maximinoi*	8,9	0,0	0,0	8,9	m
Naranja.agria	*Citrus vulgaris*	8,9	0,0	0,0	8,9	f
Espavel	*Anacardium excelsum*	8,9	0,0	0,0	8,9	m
Guaba.juinicuil	*Inga ruiziana*	8,9	0,0	0,0	8,9	l
Palma.corneta	*Iriartea deltoidea*	8,9	0,0	0,0	8,9	s
Sajino	*Xylosma intermedia*	8,9	0,0	0,0	8,9	l
Tamarindo.patio	*Tamarindus indica*	8,9	0,0	0,0	8,9	f
Vara.colorada	*Ammannia coccinea*	8,9	0,0	0,0	8,9	l
Poponjoche	*Pachira aquatica*	8,9	0,0	0,0	8,9	s
Melina	*Gmelina arborea*	6,7	0,1	0,2	7,0	m
Eucalipto.d	*Eucalyptus deglupta*	6,7	0,1	0,1	6,9	l
Roblencino	*Desconocido*	6,7	0,0	0,0	6,7	m

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Tiguilote	*Hasseltia floribunda*	6,7	0,0	0,0	6,7	m
Una.pocollo	*Machaerium biovulatum*	6,7	0,0	0,0	6,7	m
Balona	*Vitex gaumeri*	6,7	0,0	0,0	6,7	m
Manga.larga	*Xylopia frutescens*	6,7	0,0	0,0	6,7	m
Cuadrado	*Cornutia lilacina*	6,7	0,0	0,0	6,7	m
Guayabo.blanco	*Terminalia amazonia*	6,7	0,0	0,0	6,7	m
Melocoton	*Prunus pérsica*	6,7	0,0	0,0	6,7	f
Yasi	*Desconocido*	4,4	0,0	0,1	4,6	m
Brasilillo	*Caesalpinia velutina*	4,4	0,1	0,0	4,5	p
Cojon.chancho	*Stemmadenia obovata*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Mulato	*Vernonia patens*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Teca	*Tectona grandis*	4,4	0,0	0,0	4,5	m
Guachapele	*Pseudosamanea guachapele*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Quebracho.montana	*Lysiloma microphyllum*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Canelito	*Hamelia panamensis*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Capirote	*Miconia argéntea*	4,4	0,0	0,0	4,5	s
Chilca.patio	*Thevetia peruviana*	4,4	0,0	0,0	4,5	s
Guaba.montera	*Inga hintonii*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Tuza	*Miconia chrysophylla*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Aguacate.posan	*Dendropanax arboreus*	4,4	0,0	0,0	4,5	m
Capulin.blanco	*Trichospermum grewiifolium*	4,4	0,0	0,0	4,5	l
Ceiba.pansona	*Pseudobombax septenatum*	4,4	0,0	0,0	4,5	m
Espadilla	*Yucca elephantipes*	4,4	0,0	0,0	4,5	s
Frijolillo	*Acosmium panamense*	4,4	0,0	0,0	4,5	m
Guayabo.barazon	*Myrcia splendens*	4,4	0,0	0,0	4,5	m
Jaboncillo	*Sapindus saponaria*	4,4	0,0	0,0	4,5	s
Laurel.india	*Ficus microcarpa*	4,4	0,0	0,0	4,5	m
Limon.cidra	*Citrus medica*	4,4	0,0	0,0	4,5	f
Limon.taiti	*Citrus latifolia*	4,4	0,0	0,0	4,5	f
Mamoncillo	*Melicoccus diversifolia*	4,4	0,0	0,0	4,5	s
Patacon	*Desconocido*	2,2	0,1	0,0	2,3	m
Canillo	*Miconia trinervis*	2,2	0,0	0,0	2,2	l
Copalchi	*Croton reflexifolius*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Cortez	*Tabebuia guayacan*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Liquidambar	*Liquidambar styraciflua*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Palma.corozo	*Scheelea rostrata*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Alamo	*Styrax argenteus*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Cedro.rosado	*Acrocarpus fraxinifolius*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Cordoncillo	*Piper aduncum*	2,2	0,0	0,0	2,2	l
Cuscano	*Avicennia bicolor*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Guayabo.tigre	*Desconocido*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Higuera	*Ricinus communis*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Limon.arrugado	*Citrus jambhiri*	2,2	0,0	0,0	2,2	f
Matasano	*Casimiroa edulis*	2,2	0,0	0,0	2,2	l
Palma.real	*Roystonea regia*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Pellejo.toro	*Lonchocarpus phlebophyllus*	2,2	0,0	0,0	2,2	m

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Pimienta.india	*Desconocido*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Tamalaque	*Diospyros digyna*	2,2	0,0	0,0	2,2	f
Uva.montana	*Ardisia revoluta*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Zorrillo.grande	*Desconocido*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Acacia.magnun	*Acacia mangium*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Almendro.patio	*Prunus dulcis*	2,2	0,0	0,0	2,2	f
Canela	*Cinnamomum zeylanicum*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Ceiba.espino	*Ceiba aesculifolia*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Chilca.montera	*Cascabela ovata*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Cipres	*Cupressus lusitanica*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Coco.verde	*Cocos nucifera*	2,2	0,0	0,0	2,2	f
Guaba.salada	*Inga densiflora*	4,6	0,0	0,0	4,6	l
Guaba.tica	*Inga grandis*	2,2	0,0	0,0	2,2	l
Limonaria.patio	*Murraya paniculata*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Maria	*Calophyllum brasiliense*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Morera	*Morus nigra*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Nancite.montana	*Nectandra nitida*	2,2	0,0	0,0	2,2	m
Naranja.cidra	*Desconocido*	2,2	0,0	0,0	2,2	f
Palma.coyol	*Acrocomia mexicana*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Palo.cuadrado	*Citharexylum costaricensis*	2,2	0,0	0,0	2,2	l
Teposan	*Buddleja americana*	2,2	0,0	0,0	2,2	l
Trinitaria	*Bougainvillea glabra*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Vara.negra	*Acalypha diversifolia*	2,2	0,0	0,0	2,2	s
Zapotillo	*Pausandra trianae*	2,2	0,0	0,0	2,2	m

FR: Frecuencia relativa, AR: Abundancia relativa, DR: Dominancia relativa, Uso: uso que recibe el árbol (madera, l: leña, s: servicio, f: frutal, p: poste)

Anexo 8. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies arbóreas registradas en Waslala

Nombre comun	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Laurel	*Cordia alliodora*	100,0	18,43	14,8	133,2	m
Guaba.Colorada	*Inga oerstediana*	95,6	6,70	5,8	108,0	l
Mango	*Mangifera indica*	91,1	3,26	4,0	98,4	f
Naranja.Dulce	*Citrus sinensis*	93,3	2,28	0,9	96,5	f
Cedro.Real	*Cedrela odorata*	86,7	1,95	3,5	92,1	m
Guayaba	*Psidium guajava*	82,2	2,25	1,1	85,6	f
Jobo	*Spondia mombin*	80,0	1,77	2,8	84,6	s
Aguacate	*Persea americana*	82,2	1,26	1,1	84,6	f
Chaperno	*Lonchocarpus minimiflorus*	77,8	3,03	2,4	83,2	l
Macuelizo	*Tabebuia rosea*	73,3	4,34	2,8	80,5	m
Pejibaye	*Bactris gasipaes*	75,6	3,04	0,0	78,6	f
Acacia.Amarilla	*Senna siamea*	68,9	2,98	2,2	74,1	l
Coyote	*Platymiscium dimorphandrum*	66,7	2,89	3,5	73,0	m
Gavilan	*Albizia adinocephala*	71,1	1,03	0,8	72,9	m
Guaba.Ceniza	*Inga samanensis*	71,1	0,72	0,7	72,5	l
Llamarada.Bosque	*Spathodea campanulata*	68,9	1,45	1,6	71,9	l
Granadillo.Rojo	*Dalbergia cubilquitzensis*	66,7	2,28	1,8	70,7	m
Guacamaya	*Astronium graveolens*	66,7	0,77	0,8	68,3	m
Aguacate.Canelo	*Nectandra reticulata*	64,4	0,64	0,7	65,8	m
Coco.Amarillo	*Cocos nucifera*	64,4	0,73	0,0	65,2	f
Limon.Dulce	*Citrus limetta*	64,4	0,46	0,1	65,0	f
Guaba.Negra	*Inga punctata*	62,2	2,45	1,8	66,5	l
Guayabon	*Terminalia oblonga*	62,2	0,55	1,2	63,9	m
Guaba.Cuajinicuil	*Inga vera*	53,3	1,85	1,6	56,8	l
Zopilocuabo	*Piscidia carthagenensis*	53,3	1,51	1,3	56,1	m
Jinocuabo	*Bursera simaruba*	53,3	0,61	0,8	54,8	p
Guarumo	*Cecropia peltata*	53,3	0,62	0,4	54,3	s
Chinche	*Zanthoxylum kellermanii*	51,1	1,12	1,1	53,4	m
Yema.Huevo	*Morinda panamensis*	51,1	1,16	1,1	53,3	l
Ojoche	*Brosimum alicastrum*	51,1	0,80	1,1	53,0	m
Pera.Agua	*Syzygium malaccense*	51,1	0,50	0,4	52,1	f
Toronja	*Citrus maxima*	51,1	0,33	0,2	51,7	f
Ceiba	*Ceiba pentandra*	48,9	0,35	2,3	51,5	m
Guacimo.Ternero	*Guazuma ulmifolia*	46,7	2,21	2,3	51,2	l
Guacimo.Colorado	*Luehea seemannii*	48,9	0,65	0,9	50,5	l
Tamarindo.Montana	*Dialium guianense*	46,7	0,51	3,2	50,4	m
Helequeme	*Erythrina fusca*	46,7	0,63	2,3	49,6	p
Carao	*Cassia grandis*	46,7	0,66	0,8	48,2	m
Mandarina	*Citrus reticulata*	46,7	0,44	0,2	47,3	f
Guaba.Juinicuil	*Inga ruiziana*	44,4	0,82	0,7	46,0	l
Pronto.Alivio	*Guarea grandifolia*	44,4	0,28	0,3	45,0	m

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Guaba.Cuadrada	*Inga sapindoides*	42,2	0,53	0,4	43,2	l
Limon.Mandarina	*Citrus limonia*	42,2	0,52	0,1	42,8	f
Zapote	*Pouteria sapota*	40,0	0,43	0,8	41,2	m
Madero.Negro	*Gliricidia sepium*	40,0	0,55	0,3	40,9	l
Sonzapote	*Licania platypus*	40,0	0,18	0,1	40,3	f
Guano	*Ochroma pyramidale*	37,8	0,19	0,5	38,4	s
Mampas	*Lippia myriocephala*	37,8	0,28	0,1	38,2	l
Areno	*Homalium racemosum*	37,8	0,17	0,2	38,2	m
Cacauillo	*Cupania latifolia*	37,8	0,24	0,1	38,1	l
Madrono	*Calycophyllum candidissimum*	35,6	0,94	0,7	37,2	l
Pochote	*Pachira quinata*	35,6	0,46	0,9	36,9	m
Ojoche.Sapo	*Trophis racemosa*	35,6	0,45	0,4	36,4	m
Plomo	*Zuelania guidonia*	35,6	0,31	0,2	36,1	m
Guacimo.Molenillo	*Luehea speciosa*	35,6	0,22	0,2	36,0	l
Chilamate	*Ficus trigonata*	33,3	0,32	1,8	35,5	m
Capulin.Blanco	*Trichospermum grewiifolium*	33,3	0,49	0,6	34,4	l
Genizaro	*Samanea saman*	33,3	0,33	0,5	34,2	l
Melina	*Gmelina arborea*	31,1	1,24	1,7	34,1	m
Majague	*Heliocarpus appendiculatus*	33,3	0,23	0,2	33,7	s
Mamon	*Melicoccus bijugatus*	33,3	0,12	0,0	33,5	f
Cacao	*Theobroma cacao*	31,1	1,41	0,4	32,9	f
Caoba.Pacifico	*Swietenia macrophylla*	31,1	0,25	0,2	31,6	m
Nancite	*Byrsonima crassifolia*	31,1	0,30	0,2	31,6	f
Guanabana	*Annona muricata*	31,1	0,29	0,1	31,5	f
Areno.Agua	*Vochysia guatemalensis*	28,9	0,95	1,1	30,9	m
Eucalipto.C	*Eucalyptus camaldulensis*	28,9	0,30	0,4	29,6	l
Machetito	*Erythrina berteroana*	28,9	0,14	0,1	29,1	p
Achiote	*Bixa orellana*	28,9	0,15	0,0	29,1	s
Chilamate.Rio	*Ficus insipida*	26,7	0,28	1,2	28,2	m
Castano	*Artocarpus incisus*	26,7	0,11	0,3	27,1	f
Ojoche.Rojo	*Pseudolmedia spuria*	26,7	0,11	0,3	27,1	m
Aguacate.Posan	*Dendropanax arboreus*	26,7	0,08	0,1	26,8	m
Anona	*Annona reticulata*	26,7	0,10	0,0	26,8	f
Muneco	*Cordia collococca*	24,4	0,26	0,8	25,5	l
Cucharo	*Schizolobium parahybum*	24,4	0,39	0,6	25,4	m
Mangle	*Bravaisia integerrima*	24,4	0,16	0,5	25,1	l
Quebracho	*Lysiloma auritum*	24,4	0,22	0,3	25,0	l
Limon.Agrio	*Citrus aurantifolia*	24,4	0,29	0,1	24,8	f
Palo.Hule	*Castilla elastica*	24,4	0,11	0,2	24,8	l
Guapinol	*Hymenaea courbaril*	24,4	0,14	0,1	24,7	m
Cola.Pava	*Cupania cinerea*	24,4	0,10	0,1	24,6	m
Manzana.Agua	*Syzygium jambos*	22,2	0,07	0,1	22,3	f
Poponjoche	*Pachira aquatica*	20,0	0,11	0,1	20,2	s
Noni	*Morinda citrifolia*	20,0	0,06	0,0	20,1	f
Acacia.Magnun	*Acacia mangium*	17,8	0,11	0,2	18,1	m

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Costilla.Macho	*Swartzia cubensis*	17,8	0,08	0,1	17,9	m
Jocote	*Spondia purpurea*	17,8	0,08	0,1	17,9	f
Jicaro.Sabanero	*Crescentia alata*	17,8	0,10	0,0	17,9	s
Guaba.Extranjera	*Inga nobilis*	17,8	0,07	0,1	17,9	l
Naranja.Agria	*Citrus vulgaris*	17,8	0,07	0,0	17,9	f
Vainilla	*Senna atomaria*	17,8	0,07	0,0	17,9	l
Bucaro	*Erythrina poeppigiana*	15,6	0,35	0,6	16,5	p
Guanacaste.Oreja	*Enterolobium cyclocarpum*	15,6	0,09	0,5	16,2	m
Teca	*Tectona grandis*	15,6	0,21	0,3	16,1	m
Zorrillo	*Thouinidium decandrum*	15,6	0,09	0,1	15,8	m
Lagarto	*Zanthoxylum monophyllum*	15,6	0,09	0,1	15,7	m
Chaperno.Zorro	*Mosquitoxylum jamaicense*	15,6	0,06	0,1	15,7	l
Jicaro.Guacal	*Crescentia cujete*	15,6	0,06	0,0	15,6	s
Limon.Real	*Citrus limon*	15,6	0,06	0,0	15,6	f
Cuscano	*Avicennia bicolor*	13,3	0,23	0,7	14,3	m
Aguacate.Blanco	*Nectandra purpurea*	13,3	0,24	0,2	13,8	m
Guayabo.Tigre	*Desconocido*	13,3	0,05	0,3	13,7	m
Lechoso	*Sapium macrocarpum*	13,3	0,09	0,2	13,7	l
Leche.Sapo	*Mabea occidentalis*	13,3	0,09	0,1	13,5	m
Cortez	*Tabebuia guayacan*	13,3	0,04	0,1	13,4	m
Leche.Vaca	*Lacmellea panamensis*	13,3	0,05	0,0	13,4	l
Caimito	*Chrysophyllum cainito*	13,3	0,05	0,0	13,4	f
Sangredrago	*Croton draco*	11,1	0,07	0,3	11,4	l
Capulin.Blanco.Waslala	*Trema micrantha*	11,1	0,09	0,1	11,3	l
Concha.Cangrejo	*Trichilia quadrijuga*	11,1	0,04	0,1	11,3	m
Coco.Verde	*Cocos nucifera*	11,1	0,14	0,0	11,2	f
Guaba.Salada	*Inga densiflora*	12,3	0,06	0,1	12,4	l
Limon.Taiti	*Citrus latifolia*	11,1	0,11	0,0	11,2	f
Pimienta	*Pimienta dioica*	11,1	0,05	0,0	11,2	s
Hoja.Ancha	*Tilia platyphyllos*	11,1	0,04	0,0	11,2	l
Mamey	*Mammea americana*	11,1	0,04	0,0	11,2	f
Malinche	*Caesalpinia pulcherrima*	8,9	0,07	0,1	9,1	l
Desconocido.Seis	*Cupania rufescens*	8,9	0,02	0,1	9,0	s
Uva.Montana	*Ardisia revoluta*	8,9	0,04	0,0	9,0	m
Limon.Marango	*Citrus lumia*	8,9	0,05	0,0	9,0	f
Huele.Noche	*Cestrum nocturnum*	8,9	0,04	0,0	8,9	s
Canela	*Cinnamomum zeylanicum*	8,9	0,04	0,0	8,9	e
Ronron	*Senna skinneri*	8,9	0,04	0,0	8,9	l
Arrayan	*Myrcianthes fragrans*	8,9	0,03	0,0	8,9	l
Palma.Real	*Roystonea regia*	8,9	0,02	0,0	8,9	s
Guabilla	*Desconocido*	6,7	0,03	0,3	7,0	l
Guaba.Cola.Mono	*Inga edulis*	6,7	0,11	0,1	6,9	l
Cedro.Rosado	*Acrocarpus fraxinifolius*	6,7	0,12	0,0	6,8	m
Maria	*Calophyllum brasiliense*	6,7	0,08	0,1	6,8	s
Ceiba.Pansona	*Pseudobombax septenatum*	6,7	0,03	0,1	6,8	m
Cojon.Burro	*Stemmadenia donnell smithii*	6,7	0,03	0,1	6,8	l

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Papayon	*Jacaratia mexicana*	6,7	0,02	0,1	6,8	s
Jicarillo	*Posoqueria latifolia*	6,7	0,02	0,0	6,7	m
Limoncillo	*Trichilia havanensis*	6,7	0,02	0,0	6,7	s
Limon.Cidra	*Citrus medica*	6,7	0,02	0,0	6,7	f
Tamarindo.Patio	*Tamarindus indica*	6,7	0,02	0,0	6,7	f
Guanacaste.Blanco	*Albizia niopoides*	6,7	0,02	0,0	6,7	m
Cipres	*Cupressus lusitanica*	6,7	0,02	0,0	6,7	m
Acacia.Rosada	*Robinia hispida*	6,7	0,03	0,0	6,7	l
Chaperno.Guabito	*Lonchocarpus speciosus*	6,7	0,03	0,0	6,7	l
Almendro.Patio	*Prunus dulcis*	6,7	0,02	0,0	6,7	f
Guaba.Peluda	*Inga goldmanii*	6,7	0,02	0,0	6,7	l
Melocoton	*Prunus persica*	6,7	0,02	0,0	6,7	f
Maranon	*Anacardium occidentale*	6,7	0,02	0,0	6,7	f
Ojoche.Blanco	*Brosimum lactescens*	4,4	0,05	0,2	4,7	m
Bimbayan	*Vitex cooperi*	4,4	0,02	0,2	4,6	m
Cedro.Macho	*Carapa guianensis*	4,4	0,07	0,0	4,6	m
Desconocido.Uno	*Desconocido*	4,4	0,04	0,1	4,5	s
Nispero	*Manilkara zapota*	4,4	0,02	0,1	4,5	m
Guachipilin	*Diphysa americana*	4,4	0,02	0,1	4,5	l
Barba.Sol	*Vochysia hondurensis*	4,4	0,03	0,0	4,5	l
Mora	*Maclura tinctoria*	4,4	0,02	0,0	4,5	s
Canfura	*Pouteria campechiana*	4,4	0,01	0,0	4,5	l
Matapalo	*Ficus cotinifolia*	4,4	0,01	0,0	4,5	l
Sajino	*Xylosma intermedia*	4,4	0,01	0,0	4,5	l
Guaba.Luna	*Desconocido*	4,4	0,02	0,0	4,5	l
Jagua	*Mollinedia viridiflora*	4,4	0,01	0,0	4,5	m
Copalchi.Waslala	*Croton schiedeanus*	4,4	0,02	0,0	4,5	m
Espadilla	*Yucca elephantipes*	4,4	0,01	0,0	4,5	s
Tabacon.Waslala	*Cespedesia spathulata*	4,4	0,01	0,0	4,5	m
Palma.Coyol	*Acrocomia mexicana*	4,4	0,02	0,0	4,5	s
Vara.Colorada	*Ammannia coccinea*	4,4	0,01	0,0	4,5	l
Tabacon	*Triplaris melaenodendron*	4,4	0,01	0,0	4,5	m
Pico.Pajaro	*Acacia hindsii*	4,4	0,01	0,0	4,5	s
Mani	*Desconocido*	4,4	0,01	0,0	4,5	s
Aguacatillo	*Desconocido*	2,2	0,05	0,1	2,4	m
Eucalipto.D	*Eucalyptus deglupta*	2,2	0,05	0,1	2,4	l
Desconocido.Dos	*Desconocido*	2,2	0,04	0,1	2,3	s
Kerosin	*Tetragastris panamensis*	2,2	0,03	0,1	2,3	m
Pastora	*Desconocido*	2,2	0,01	0,1	2,3	s
Guayabillo	*Desconocido*	2,2	0,01	0,1	2,3	m
Desconocido.Cuatro	*Desconocido*	2,2	0,02	0,0	2,3	s
Cuadrado	*Cornutia lilacina*	2,2	0,01	0,0	2,3	m
Areno.Amarillo	*Macrohasseltia macroterantha*	2,2	0,03	0,0	2,3	m
Desconocido.Tres	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,3	s
Roble.Montana	*Quercus copeyensis*	2,2	0,01	0,0	2,3	m

Nombre común	Nombre científico	FR	AR	DR	IVI	Uso
Zapotillo	*Pausandra trianae*	2,2	0,01	0,0	2,3	m
Colmillo	*Desconocido*	2,2	0,02	0,0	2,3	f
Pino	*Pinus maximinoi*	2,2	0,01	0,0	2,3	m
Tuza	*Miconia chrysophylla*	2,2	0,01	0,0	2,3	l
Capulin.Rojo	*Muntingia calabura*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Balsamo	*Myroxylon balsamum*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Chaperno.Blanco	*Lonchocarpus rugosus*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Guachapele	*Pseudosamanea guachapele*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Una.Pocollo	*Machaerium biovulatum*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Laurel.India	*Ficus microcarpa*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Zotacaballo	*Zygia longifolia*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Palma.Corozo	*Scheelea rostrata*	2,2	0,02	0,0	2,2	s
Guaba.Machete	*Inga spectabilis*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Higuera	*Ricinus communis*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Lengua.Vaca	*Rumex acetosa*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Huerta	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Desconocido.Cinco	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Gurichama	*Eschweilera sessilis*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Gauina	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Cana.Fistula	*Cassia fistula*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Cordoncillo	*Piper aduncum*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Cafesillo	*Turpinia occidentalis*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Bambayan	*Rehdera trinervis*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Cacao.Monte	*Theobroma simiarum*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Pronto.Alivivo	*Guarea grandifolia*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Guaba.Montera	*Inga hintonii*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Balona	*Vitex gaumeri*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Limon.Hoja	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Roble.Madrono	*Lindackeria laurina*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Memocada	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Canillo	*Miconia trinervis*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Troton	*Toxicodendron striatum*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Capirote	*Miconia argentea*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Matasano	*Casimiroa edulis*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Jocomico	*Ximenia americana*	2,2	0,01	0,0	2,2	f
Dedo.Angel	*Hamelia patens*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Hoja.Fina	*Xylosma chlorantha*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Mulato	*Vernonia patens*	2,2	0,01	0,0	2,2	l
Desconocido.Siete	*Desconocido*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Jupiter	*Lagerstroemia indica*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Nogal	*Juglans olanchana*	2,2	0,01	0,0	2,2	m
Vara.Negra	*Acalypha diversifolia*	2,2	0,01	0,0	2,2	s
Guayaba.Sabanera	*Psidium guineense*	2,2	0,01	0,0	2,2	f

FR: Frecuencia relativa, AR: Abundancia relativa, DR: Dominancia relativa, Uso: uso que recibe el árbol (madera, l: leña, s: servicio, f: frutal, p: poste)