



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

“Contribución de los árboles en finca a la economía de familias rurales en dos sitios contrastantes de Nicaragua”

Freddy Marcelo Amores Contreras

Comité asesor :

Co-director: Eduardo Somarriba, PhD.

Co-director: Rolando Cerda, M.Sc.

Miembro del comité : Geovana Carreño, PhD.

Miembro de comité : Jenny Ordoñez, PhD

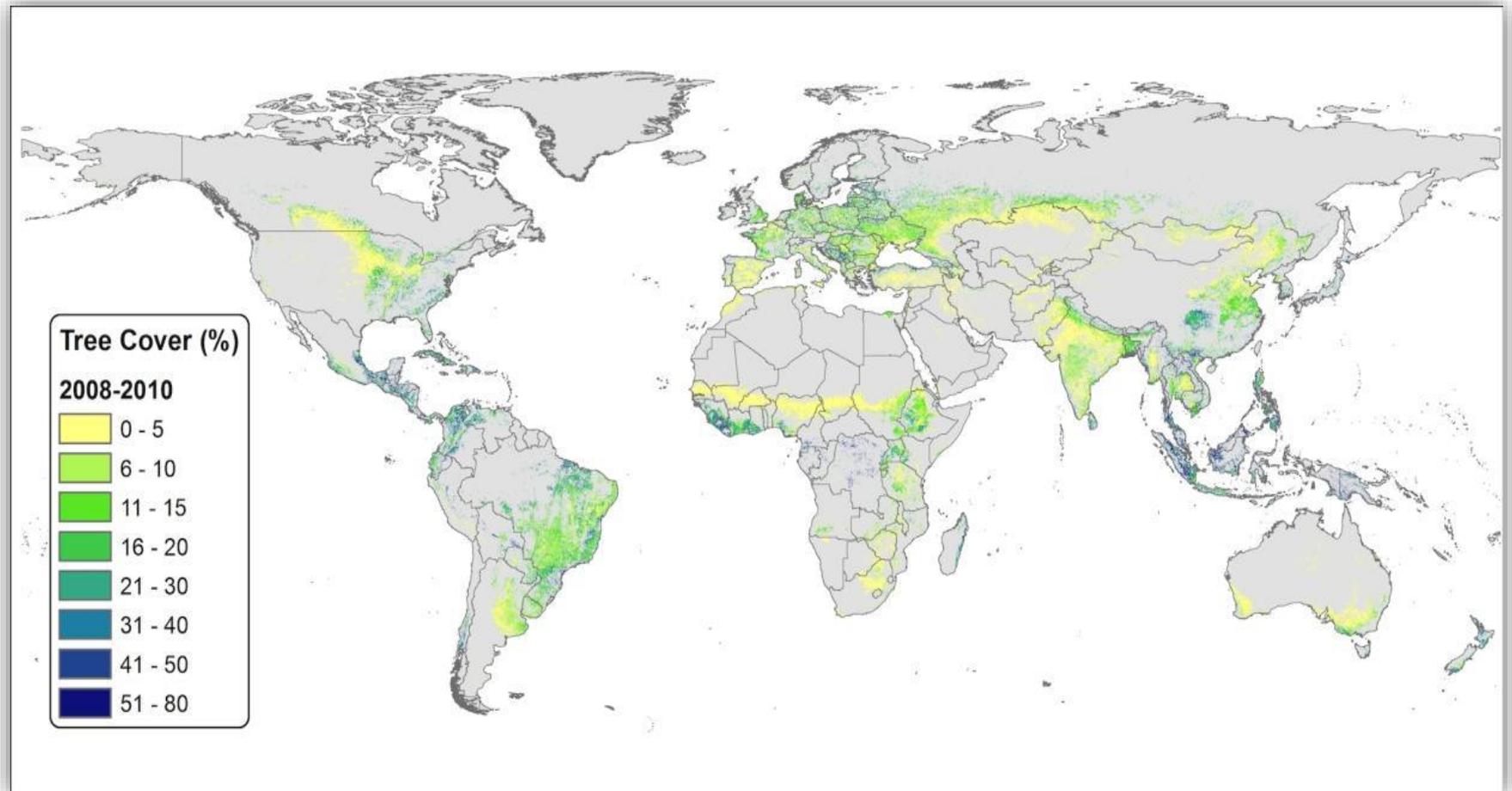
Turrialba, Costa Rica ,2015

Introducción

- Desarrollo rural sostenible : Reducir Pobreza ↔ Conservación de ecosistemas



- Agroforestería : Alternativa



Fuente : Zomer et al. 2014

- Productos arbóreos : Estrategias de subsistencia de productores



- Contribución de los árboles a los medios de vida de familias rurales documentado científicamente

Sistema miombo



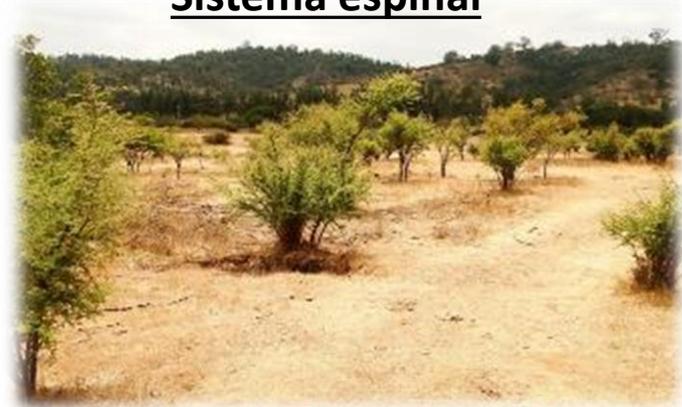
Cafetales



Sistema catinga



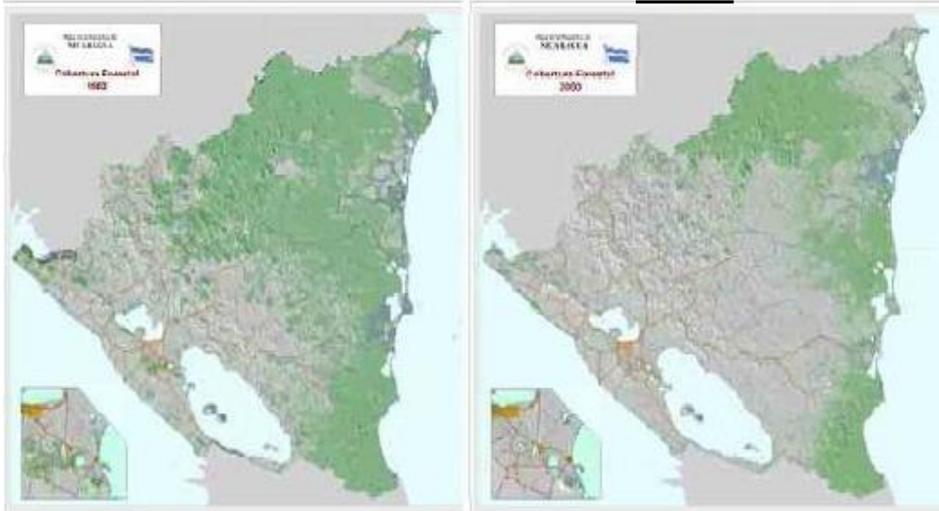
Sistema espinal



- Nicaragua : Avance de frontera agrícola a un ritmo de 70 mil hectáreas por año

1980

2000



Promover la agroforestería
como posible solución
para mitigar degradación
ambiental y deforestación



Agroforestería en Nicaragua

- La mayoría de estudios agroforestales se han enfocado en variables como diversidad y densidad de los árboles en usos de suelo como cafetales, cacaoales y pasturas. **Poco se conoce del aporte económico de los árboles a las familias rurales**, y quizás esto es clave en el diseño y manejo fincas con árboles por parte diferentes actores asociados al área rural (productores, técnicos, científicos, políticos), fomentando así **paisajes con mayor cobertura arbórea**

Muchos estudios



Pocos estudios



- La utilidad o contribución de los árboles a los medios de vida de las familias puede estar afectada por el contexto biofísico y socioeconómico, por lo cual este estudio se realizó en 5 usos de suelo predominantes de las fincas de dos sitios contrastantes de Nicaragua
- Los dos sitios contrastantes fueron La Dalia y Waslala, ubicado en la zona centro-norte de Nicaragua, difieren en :
 - Historial agrícola
 - Densidad poblacional
 - Acceso a mercado

Objetivo General

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

Objetivos específicos

1. Estimar la riqueza, composición botánica, abundancia y 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?

Metodología

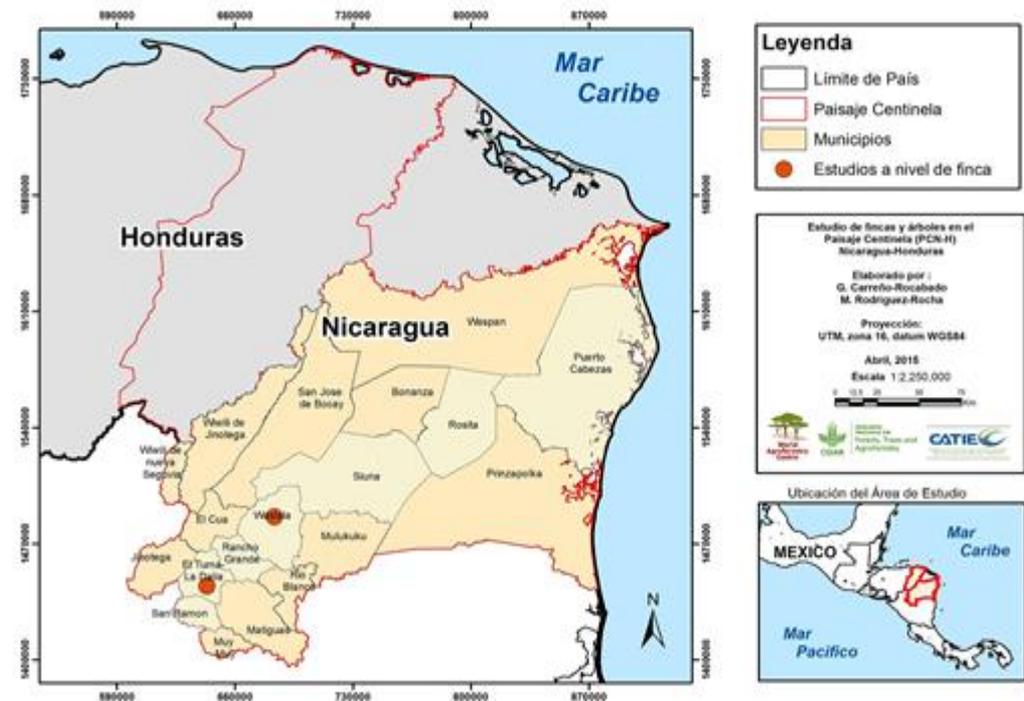
Sitios de estudio y selección fincas y usos de suelo

- El estudio tuvo lugar en los municipios de La Dalia y Waslala, pertenecientes a los departamentos de Matagalpa y la Región Autónoma del Atlántico Norte respectivamente, en Nicaragua.

- **Selección de 45 fincas** al azar (representatividad) en cada sitio

- **5 usos de suelo**

- Cafetales
- Cacaotales
- Granos básicos
- Pasturas
- Patios o huertos caseros



Fuente : Pagina web de Paisaje Centinela

Variables de estudio

The background of the slide is a photograph of a hilly landscape. The hills are covered with sparse vegetation, including grass and scattered trees. The sky is blue with some white clouds. In the foreground, there are more trees and a person wearing a red shirt and a white hat, possibly a researcher or a farmer, standing near a tree.

**Diversidad de
árboles**

**Densidad y área
basal de árboles**

**Producción de
árboles**

**Beneficios
económicos de
los árboles**

Diversidad y densidad de árboles

- Censo de todos los arboles en los usos de suelo de interés
- Árboles y palma DAP > 10 cm
- Frutales DAP > 5 cm



Nombre
común

Nombre
científico

Dap

Uso de árbol
: fruta, leña,
madera, poste
o servicio

Diversidad y densidad de árboles

- Diversidad se estimó en términos de riqueza y equidad con el **índice de Shannon**



- Diversidad beta (Composición botánica) = Índice de similitud de Morisita-Horn

$$\mathbf{IM-H} = 2\sum (a_{ni} * b_{nj}) / (d_a + d_b) a_N * b_N$$

Dónde: a_{ni} = número de individuos de la i -ésima especie del sitio A, b_{ni} = es el número de individuos de la j -ésima especie del sitio B, $d_a = \sum a_{ni}^2 / a_N^2$, y $d_b = \sum b_{nj}^2 / b_N^2$ (Magurran 2013)

IVI : Índice de valor de importancia :

$$\mathbf{IVI\ especie\ i = A\% i + D\% i + F\% i}$$

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 . (Curtis y McIntosh 1950)

Producción de árboles

- Leña en pie (Mg por hectarea) : se uso dap para ecuaciones alométricas



Especies	Ecuación
<i>Ficus cotinifolia</i>	$B=10^{(-4.00692+2.51389*\text{Log}10(\text{dap}))}*1000$
<i>Guazuma ulmifolia</i>	$B = 10^{(-2.18062+0.08012*(\text{dap})-0.0006244*(\text{dap}^2))*1000}$
<i>Inga oerstediana</i>	$B=10^{(-0.9578+2.3408*(\text{Log}10(\text{dap}))}$
<i>Inga punctata</i>	$B = 10^{(-0.559+2.067* \text{Log}10(\text{dap}))}$
<i>Inga vera</i>	$B = 10^{(-0.559+2.067* \text{Log}10(\text{dap}))}$
Otros árboles	$B =(21.3-6.95 *(\text{dap})+ 0.74*(\text{dap}^2))$

- Volumen Madera en pie : dap, altura comercial, diámetro a la altura comercial



Fórmula del tronco de cono (Pearson *et al.* 2007) :

$$(V_m = hc(\pi/12)(\text{dap}^2 + \text{dh}^2 + \text{dap} * \text{dh}))$$

Producción de árboles

- Producción de frutas

Los árboles frutales fueron clasificados con base en su dap y altura y el criterio del productor en cinco categorías de acuerdo a su estado productivo: joven improductivo, joven productivo, adulto productivo, viejo productivo y viejo improductivo.

Producción de frutal



Multiplicado



Individuos en estado productivo



Beneficios - Indicadores económicos

Entrevistas
semiestructuradas



Producción de productos
arbóreos

Destino de las cosechas

Prácticas de manejo

Insumos

Comercialización



Calculo de indicadores socioeconómicos



- $IB = \text{Cantidad de productos para la venta} \times \text{Precio en el mercado}$
- $IN = \text{Ingreso bruto} - (\text{costo en efectivo} + \text{costo en especie})$
- $FN = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo en efectivo}$
- $VDC = \text{Cantidad de productos destinados al consumo domestico} \times \text{Precio en el mercado}$
- $BF = \text{Valor de consumo domestico} + \text{Flujo neto}$

Análisis estadísticos

- Modelos lineales generales y mixtos
- **Modelo uno** : Comparación de sitios a nivel de finca (suma de los valores de todos los usos de suelo de interés que comprendían la finca).
 - Sitio como efecto fijo
 - Área de finca como co-variable
$$Y_{ijk} = U + S_i + E_i$$
- **Modelo dos** : comparación entre sitios a nivel de parcelas o usos de suelo, y comparaciones entre usos de suelo. Para conocer el efecto de los sitios sobre los usos de suelo
 - Sitio y uso de suelo como efecto fijo
 - Sitio_finca como efecto aleatorio
 - Área de uso de suelo como co-variable
$$Y_{ijk} = U + S_i + U_j + S_x U_{ij} + E_{ij}$$

Resultados

- Comparación de Sitios a nivel de finca
- Comparación de Sitios a nivel de usos de suelo
- Usos de suelo

Resultados

- Comparación de sitios a nivel de finca

Las poblaciones de árboles de las fincas de La Dalia y Waslala son similares en diversidad, densidad y área basal de los árboles. Se registraron 202 especies en La Dalia y 220 especies en Waslala, compartidas 160 – Índice de similitud de 0,75

Variable	La Dalia	Waslala	Promedio	F	P
	M± DE	M± DE			
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 m² ha⁻¹	8,5 ± 1,3 a	8,7 ± 0,8 a	8,6 ± 09	0,01	0,94

Especies más importantes

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

C. alliodora



T. rosea



C. odorata



M.indica



P. guajava



C. sinensis



Producción y aprovechamiento de productos arbóreos

• Producción

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

• Aprovechamiento



0,5 – 1 árbol ha año



7 – 9 % de stock de leña



18 -35 % de producción

Indicadores económicos

El IB bajo y 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 domestico y beneficio familiar.

Indicador	La Dalia M±DE	Waslala M±DE	Promedio	F	P
Costo efectivo	20 ± 8 b	46 ± 16 a	34 ± 12	7,93	0,006
Costo en especie	41 ± 10 a	34 ± 9 a	76 ± 10	1,1	0,297
Ingreso bruto	65 ± 30 a	58 ± 16 a	62 ± 23	0,05	0,82
Ingreso neto	-34 ± 17 a	-71 ± 18 a	-53 ± 18	9,02	0,003
Flujo neto	37 ± 18 a	-32 ± 17 b	3 ± 18	2,76	0,100
Valor autoconsumo	343 ± 36 b	595 ± 82 a	469 ± 59	15,3	0,0002
Beneficio familiar	354 ± 49 b	566 ± 59 a	544 ± 54	11,40	0,001

Sitios a nivel de usos de suelo

- No existieron diferencias entre sitios cuando se compararon a nivel de usos de suelo , con excepción de las variables rendimiento de frutas cuantificadas en unidades y el flujo neto.
- Hubo efecto del sitio sobre los usos de suelo (interacción) solo en dos variables asociadas al rendimiento de frutas.
- Hubo un mayor efectos efecto de los usos de suelo sobre los cuatro grupos de variables evaluadas.

Usos de suelo

- Diversidad

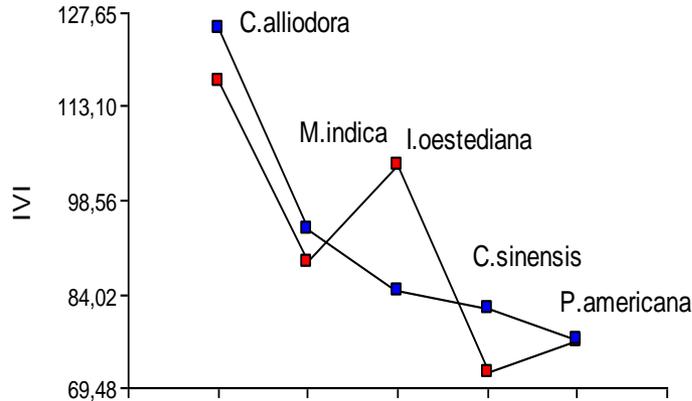
Variable	Cacao M±DE	Café M±DE	Granos M±DE	Pastura M±DE	Patio M±DE	<i>P</i>
Riqueza (ha ⁻¹)	20,9 ± 13,3 b	29,0 ± 11,5 a	10,6 ± 7,9 d	16,8 ± 11 bc	14,8 ± 7,8 c	< 0,0001
Shannon (H')	2,4 ± 1,1 ab	2,6 ± 0,6 a	1,9 ± 0,8 c	2,2 ± 0,8 b	2,1 ± 0,9 bc	< 0,0001

- Similitud – Composición botánica

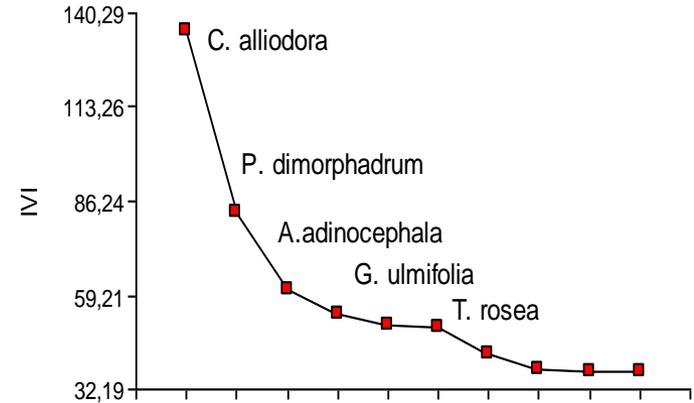
Uso de suelo	Cacao	Café	Granos	Pastura	Patio
Cacao	-	0,90	0,69	0,73	0,52
Café	-	-	0,75	0,82	0,54
Granos	-	-	-	0,89	0,29
Pastura	-	-	-	-	0,37

Especies mas importantes

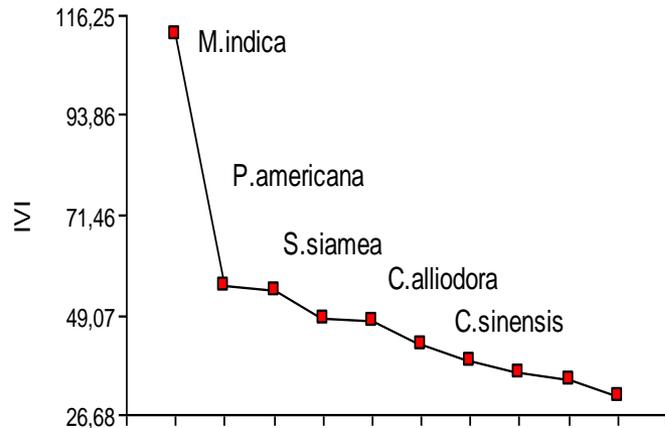
Cafetales y cacaotales



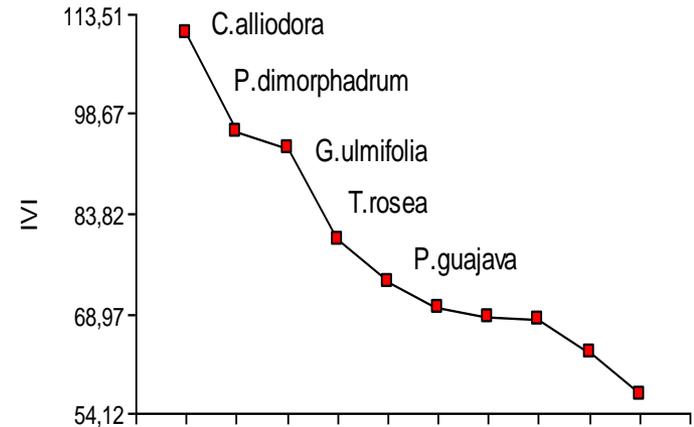
Granos básicos



Patios



Pasturas



Densidad de árboles

Café



138 árboles/ha

Cacao



79 árboles/ha

Pasturas



67 árboles/ha

Patios



52 árboles/ha

Granos básicos



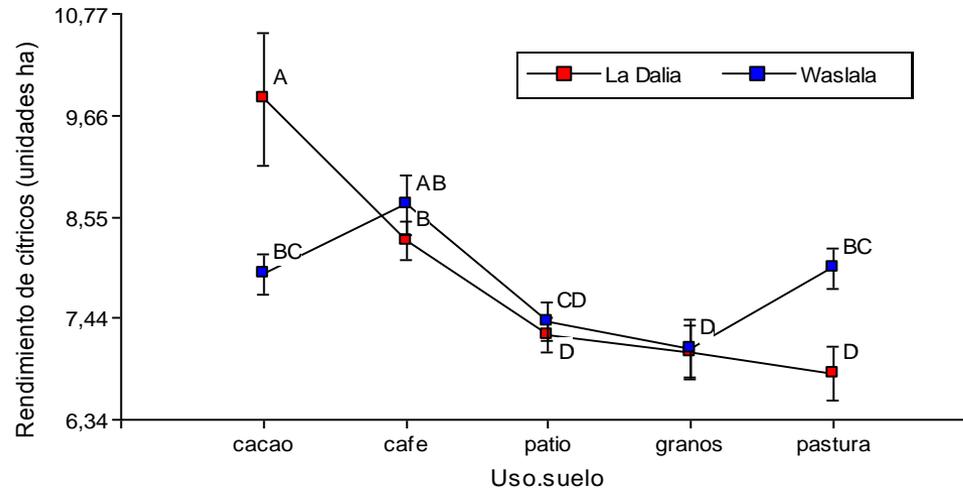
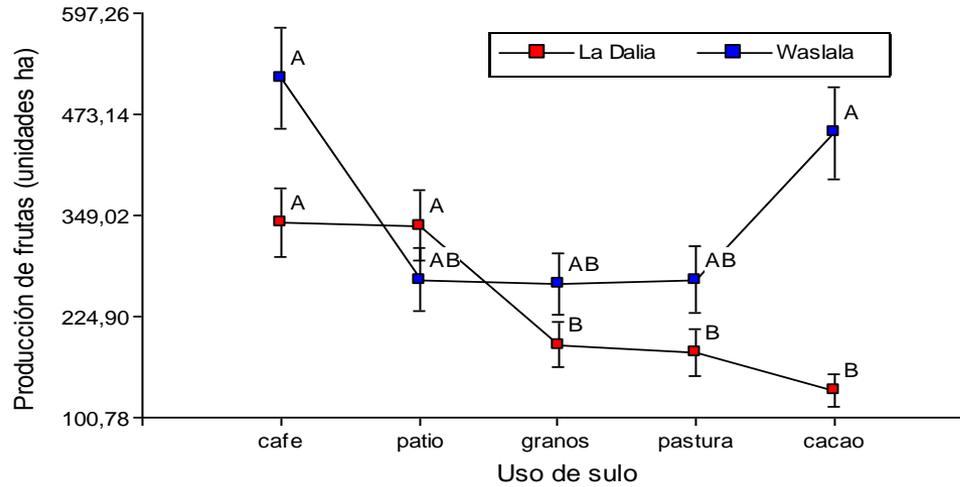
32 árboles/ha

Producción y rendimiento de árboles

El volumen de madera en pie, leña en pie y rendimiento de frutas es mayor en los cacaotales y cafetales disminuyendo significativamente hasta las pasturas y granos básicos.

Producto	Cacao M± DE	Café M± DE	Granos M± DE	Pastura M± DE	Patio M± DE	P
VMP (m ³ ha ⁻¹)	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	< 0,0001
Cítricos (Unidades ha ⁻¹)	7187 ± 0,4 a	4866 ± 0,2 a	1200 ± 0,2 b	1652 ± 0,2 b	1525 ± 0,1 b	< 0,0001
Mangos (Unidad ha ⁻¹ a)	1379 ± 251 abc	2438 ± 371 a	741 ± 116 c	1175 ± 202 bc	1338 ± 189 ab	0,01
Aguacates (Unidad ha ⁻¹)	1129 ± 181 ab	1394 ± 170 a	772 ± 121 ab	652 ± 76 b	765 ± 125 b	0,02
Otras Frutas (Unidades ha ⁻¹)	244 ± ab	419 ± a	233 ± b	221 ± b	301 ± ab	0,01
Otras Frutas (kg ha ⁻¹)	365 ± 0,35 a	180 ± 0,25 ab	101 ± 0,31 bc	122 ± 0,26 bc	89 ± 0,20 c	< 0,0001
Leña (Mg biomasa ha ⁻¹)	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	< 0,0001

Rendimiento de frutales - Interacciones



Indicadores económicos

El BF fue alto en todos los usos de suelo disminuyendo en el orden café (268 US\$ ha⁻¹año), cacao (242 \$ ha⁻¹año), pasturas (118 US\$ ha⁻¹año), patios (69 US\$ ha⁻¹año) y granos básicos (63 US\$ ha⁻¹año).

Indicador	Cacao	Café	Granos	Pastura	Patio	<i>P</i>
	M± DE	M± DE	M± DE	M± DE	M± DE	
Costo efectivo	39 ± 18 a	32 ± 11 a	15 ± 6 a	25 ± 11 a	5 ± 4 b	< 0,0001
Costo especie	21 ± 11 ab	22 ± 7 a	10 ± 4 c	13 ± 5 bc	11 ± 4 bc	< 0,0001
Ingreso bruto	44 ± 21 ab	46 ± 18 a	15 ± 10 ab	10 ± 10 b	50 ± 16 a	0,11
Ingreso neto	-24 ± 144 ab	-15 ± 115 ab	-21 ± 24 ab	-32 ± 65 b	-8 ± 30 a	0,04
Flujo neto	-4 ± 29 a	23 ± 15 a	-18 ± 19 a	-25 ± 18 a	24 ± 21 a	0,19
Valor consumo	228 ± 90 ab	260 ± 62 a	67 ± 19 c	123 ± 34 b	60 ± 17 c	< 0,0001
Beneficio familiar	242 ± 92 ab	268 ± 61 a	63 ± 17 c	118 ± 32 b	69 ± 18 c	< 0,0001

Discusión

- 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.
- Los árboles en las fincas de los sitios eran aprovechados para obtener productos como: madera, leña, frutas, postes vivos o muertos, los mismos reportados en diferentes partes del mundo

Discusión

- 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%).
- 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 otras partes del mundo.
- Para pasar de la subsistencia a una etapa de mayor progreso económicos es necesario máximar la contribución de los árboles a los medios de vida de familias rurales.

Conclusiones

- Los sitios son iguales en la diversidad , densidad de árboles y en la producción de la mayoría de productos arbóreos evaluados, pero contrastantes en indicadores económicos como el beneficio familiar.
- Los usos de suelo presentaron un importante número de especies arbóreas asociadas a los cultivos principales, representando un suministro constante de productos que permitían a las familias incrementar su bienestar socioeconómico.
- La mayor cantidad de productos arbóreos eran cosechados de los cafetales y cacaotales, usos de suelo que también presentaron una mayor densidad y diversidad.

- 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.

Gracias

