



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

Trabajo de Graduación

Crecimiento de los árboles de sombra y su
contribución a una producción agroecológica en
sistemas cafetaleros del departamento de Masaya -
Nicaragua

AUTORES

Br. Santos Edmundo Velásquez Vásquez

Br. Julio Ismael González Matey

ASESORES

Ing. MSc. Glenda Bonilla

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Managua, Nicaragua.

Marzo, 2012



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

Universidad Nacional Agraria
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero
Forestal

Crecimiento de los árboles de sombra y su
contribución a una producción agroecológica en
sistemas cafetaleros del departamento de Masaya -
Nicaragua

AUTORES

Br. Santos Edmundo Velásquez Vásquez

Br. Julio Ismael González Matey

ASESORES

Ing. MSc. Glenda Bonilla

Ing. MSc. Martha Gutiérrez Castillo

Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Managua, Nicaragua.

Marzo, 2012

HOJA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente y/o director de sede: como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Forestal

Miembros del tribunal examinador

Dr. Benigno González

Presidente

Ing. Claudio Calero González

Secretario

Dr. Víctor Aguilar

Vocal

Managua, 7 de marzo de 2012

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
III MATERIALES Y METODOS	3
3.1 Descripción del área de estudio	3
3.2 Diseño metodológico	4
3.2.1 Descripción de los tratamientos	4
3.2.2 Manejo del ensayo	6
3.3 Ubicación de los surcos	7
3.4 Variables medidas en los árboles	7
3.4.1 Altura total (AT)	7
3.4.2 Altura del fuste limpio (AFL)	7
3.4.3 Diámetro basal	8
3.4.4 Diámetro a la altura del Pecho o a 1.30 m (DAP)	8
3.4.5 Diámetro de copa de árboles	8
3.4.6 Incremento medio Anual (IMA)	9

3.5	Variables medidas en los cafetos	9
3.5.1	Nudos productivos	9
3.5.2	Cantidad de frutos por bandolas	9
3.5.3	Ancho de copa	9
3.5.4	Producción de café uva	10
3.5.5	Rendimiento de grano oro	10
3.6	Análisis de los datos	10
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1	Comportamiento del crecimiento de las especies arbóreas asociadas con café en el sistema agroforestal en 9 años de estudio Masatepe, Masaya	11
4.1.1	Altura total de los árboles en las diferentes combinaciones de sombra de las especies arbóreas	11
4.1.2	Altura de fuste limpio de los arboles en combinaciones de sombra asociadas con café.	13
4.1.3	Diámetro Basal (cm) de las especies arbóreas como doseles de sombra	14
4.1.4	Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las especies arbóreas bajo diferentes combinaciones de sombra	16
4.1.5	Diámetro copa de las especies arbóreas bajo diferentes combinaciones de sombra	17
4.2	Efecto de niveles de insumo en el comportamiento del crecimiento de las especies arbóreas en Masatepe - Masaya	18
4.2.1	Altura total (cm) de los árboles	18
4.2.2	Altura de fuste limpio (m)	19
4.2.3	Diámetro basal (cm)	21
4.2.4	Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)	22
4.2.5	Diámetro de Copa (m)	23

4.3	Incremento medio Anual (IMA) de cuatro especies arbóreas	24
4.3.1	Incremento medio Anual (IMA) de Altura total de cuatro especies arbóreas	24
4.3.2	Incremento medio Anual (IMA) del Diámetro a la altura del pecho DAP de cuatro especies arbóreas	26
4.4	Producción uva y Rendimientos en kilogramos grano oro por hectárea de café en los nueve años de estudio utilizando diferentes combinaciones de sombra y niveles de insumo	28
4.4.1	Producción del café en nueve años con diferentes niveles de insumo	28
4.4.2	Producción del café con diferentes Combinaciones de árboles de sombra	30
4.4.3	Rendimientos de café utilizando diferentes combinaciones de sombra y niveles de insumo	31
V	CONCLUSIONES	33
VI	RECOMENDACIONES	34
VII	LITERATURA CITADA	35
VIII	ANEXOS	37

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios padre por haberme dado el don de la vida y permitirme hacer realidad este sueño.

A mi madre *Sara Vásquez Bellorin*, a mis hermanos *Flor de María Velásquez Vásquez* Y *Joel Alberto Colindres Vásquez*, a mi sobrina *Yuridia Liseth Ruiz Velásquez*, *Luis Ariel Ruiz Vásquez*, a mi Cuñada *Zeylin Palacios Palacios* y a mi novia *Judith Villanueva Torres* por estar siempre a mi lado.

A mi abuelito *Catalino Vásquez Peralta* por el gran cariño que me ha regalado siempre.

A mis Abuelas *Corina Bellorin* Y *Francisca González*.

A mi Tío *Antonio Vásquez Bellorín* que se ha tenido que marchar para estar al lado de nuestro Señor esperando que lo tenga en su santa Gloria.

Santos Edmundo Velásquez Vásquez.

DEDICATORIA

A mi **Dios** todo poderoso al que me dio la vida y me ha dado sabiduría, fortaleza y salud.

A mi madre *Julia Elena Matey* el ser más especial que día a día lucho por darme lo mejor.

A mi hermana *Mildred Gonzales Matey* que siempre me apoyo en todo lo necesario y a todos mis hermanos que estuvieron siempre presente en los momentos tormentosos que la vida presenta.

A mis amigos y compañeros de clase en especial a mi amigo y compañero *Santos Velásquez Vásquez* que siempre estuvimos apoyándonos y saliendo adelante juntos.

Al *Ing Msc. Rodolfo Munguía*, *Ing. Msc. Glenda Bonilla* e *Ing. M.Sc. Martha Gutiérrez* que siempre nos brindaron su ayuda y siempre fueron nuestros guías para poder culminar nuestro trabajo de investigación.

Julio Ismael Gonzales Matey

AGRADECIMIENTO

Primeramente a **Dios** por haberme dado salud, sabiduría y entendimiento para poder llegar a esta etapa de mi vida.

A mi madre **Sara Vásquez Bellorín** Por haberme apoyada económicamente y moralmente todos estos años que estuve en la universidad.

A mi novia **Judith Villanueva Torrez** por haber estado siempre conmigo en las buenas y en las malas dándome todo su amor y guiándome en los caminos del señor nuestro Dios.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por haberme brindado todo el apoyo que necesite para alcanzar mi meta.

Al **Ing. M.Sc. Rodolfo Munguía** por su importante colaboración en el análisis de la información.

A mis asesores **Ing. Msc. Glenda Bonilla; Ing. Msc. Martha Gutiérrez** por la ayuda brindada para poder realizar esta investigación.

Al **Lic. Manuel Salvador Días Medina** por la ayuda y el apoyo brindado en cada uno de los trabajos académicos realizados durante mis estudios en la universidad Nacional agraria.

A mis ex compañeros y amigos de clase: **Harold Javier Maradiaga Vásquez, Dalila Solís Urbina, Danny Hernández Ruiz** y a mi compañero de tesis **Julio Gonzales Matey** por haber estado ahí siempre cuando los necesitaba. Gracias.

Santos Edmundo Velásquez Vásquez.

En primer lugar a **Dios** todo poderoso, quien me dio la sabiduría para poder alcanzar mis metas.

A mi madre **Julia Elena Matey Quiñones** quien me apoyo cuando más necesitaba en lo económico y moral.

A todos mis hermanos en especial a **Mildred González Matey**, quien me apoyo en lo económico durante toda mi estadía en la universidad.

Al **Ing.Msc. Rodolfo Munguía** por su importante colaboración en el análisis de la información.

A mis asesores **Ing. M.Sc. Glenda Bonilla; Ing. M.Sc. Martha Gutiérrez** por la ayuda brindada para poder realizar esta investigación.

A mi amigo y compañero de tesis **Santos Edmundo Velásquez Vásquez** a quien junto compartí grandes experiencias y conocimientos durante mis estudios.

Julio Ismael Gonzales Matey.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción de los tratamientos en las parcelas principales y en las sub parcelas	4
2	Altura total (m) de cuatro especies arbóreas en combinaciones de doseles de sombra.	12
3	Altura del fuste limpio de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra.	14
4	Crecimiento del diámetro basal, de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra	15
5	Diámetro a la altura del pecho de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra	16
6	Crecimiento del diámetro de copa de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra.	18
7	Incremento medio Anual (IMA) en altura de cuatro especies arbóreas por tipo de Sombra y nivel de insumo en Masatepe, 2009	26
8	Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las cuatro especies arbóreas por tipo de Sombra y nivel de insumo en Masatepe, 2009	28

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Localización del Municipio de Masatepe donde se ubican los dos sitios experimentales Jardín Botánico y Campos azules 2011.	3
2	Altura total (m) de cinco especies arbóreas en estudio en el Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.	19
3	Altura de fuste limpio de las especies arbóreas en estudio en el Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.	20
4	Diámetro Basal de las especies arbóreas, Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.	21
5	Diámetro a la Altura del pecho (DAP) de las especies arbóreas Municipio de Masatepe, Masaya, 2000 - 2010.	23
6	Diámetro de copa de las cinco especies arbóreas en estudio en el Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.	24
7	Producción del café en Kg ha ⁻¹ en los nueve años utilizando diferentes Niveles de insumo en Masatepe, Masaya, 2001 -2009	29
8	Producción del café en Kg ha ⁻¹ en los nueve años utilizando diferentes Combinaciones de árboles de sombra en Masatepe, 2001 - 2009	30
9	Rendimientos de café con diferentes niveles de Insumo y combinaciones de árboles de sombra.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Ensayo experimental. Réplica Níspero, Jardín botánico, Masatepe	38
2	Ensayo experimental. Réplica El Mamón, Jardín botánico, Masatepe	39
3	Ensayo experimental. Réplica Campos Azules, Masatepe	40
4	Diseño experimental	41
5	Formato de campo de registro de los datos de los árboles	42
6	Altura de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).	43
7	Comportamiento del crecimiento de la Altura Fuste limpio (ALF) de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe Masaya (2000-2010).	44
8	Diámetro basal de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).	45
9	Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).	46
10	Diámetro de Copa de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).	47
11	Análisis estadístico de cada una de las variables medidas en los árboles en diferentes Combinaciones de árboles de Sombra.	48
12	Análisis estadístico de cada una de las variables medidas a los arboles con diferentes Niveles de Insumo.	53
13	Análisis Estadístico de la producción de café en kg grano uva por ha, en diferentes socios de especies de sombra y niveles de insumo.	58
14	Análisis Estadístico de rendimientos de café en kg grano oro ha en diferentes socios de sombra de árboles y niveles de insumo	59

Velásquez Vásquez., S. E.; González Matey., J. I. 2012. Crecimiento de los árboles de sombra y su contribución a una producción agroecológica en sistemas cafetaleros del departamento de Masaya, Nicaragua.

Palabras claves: Sistema agroforestal, inga laurina, *Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*, *Samanea saman*, Curva de crecimiento, Convencional Intensivo, Convencional Moderado, Orgánico Intensivo, Orgánico Moderado.

RESUMEN

El presente estudio se realizó como parte de las investigaciones que realizan las instituciones CATIE, UNA, UNICAFE e INTA del ensayo de sistemas de café con sombra establecido en el año 2000 Municipio de Masatepe. Se determina el crecimiento y desarrollo de combinación de especies arbóreas *Inga laurina*, *Tabebuia rosea*, *Samanea saman* y *Simarouba glauca* y su efecto en el rendimiento de café. Fueron considerados los datos de las variables de los árboles y los cafetos desde el año 2000 hasta el 2009, a los que se les aplicaron análisis estadísticos y descripción de curvas de crecimiento. El estudio mostro mayor altura total y altura de fuste limpio en las combinaciones de *Simarouba glauca* asociado con *Tabebuia rosea*. En las variables Diámetro basal, Diámetro a la altura del pecho y Diámetro de copa, *Inga laurinas* en combinación con *Samanea saman* es la que mayor predomina alcanzando a cubrir un área mayor que las demás especies. En el sistema de manejo a nivel de insumo *Inga laurina* es la que obtiene los mayores crecimientos en cuanto a la variables de altura total manejado con el nivel de insumo orgánico intensivo OI, mayor Diámetro basal si es cultivado con nivel de insumo Intensivo convencional (IC) y mayor Diámetro a la altura del pecho y diámetro de copa manejada con insumo Convencional moderado (CM) en cuanto a la altura del fuste limpio las mayores alturas las obtuvo la especie *Simarouba glauca* con el nivel de insumo Convencional moderado. *Inga laurina* es la especie que presenta mejores respuestas en cuanto a su desarrollo utilizando diferentes niveles de insumo. De acuerdo a la producción de café según análisis estadístico no se encontró diferencia significativa con ninguno de los manejos de sombra; A nivel de insumo en la producción no hay diferencia significativa entre sí. Y según el análisis Estadístico realizado a la variable rendimiento las cosechas tres y cuatro son las que mayores rendimientos obtuvieron y presentaron diferencias significativas con respecto al resto de las cosechas esto puede ser por los fuertes cambios climáticos y la fisiología del café. La especie arbórea que mayor incremento medio anual alcanzó en altura es *Samanea saman* asociada con *Tabebuia rosea* y utilizando diferentes niveles de insumo, la que mayor IMA de la altura total alcanzó es *Inga laurina* con el nivel de insumo IC; y con respecto al diámetro *inga laurina* es la que mayor IMA alcanzó en las diferentes asociaciones de sombra y utilizando diferentes niveles de insumo, siendo esta una especies fijadora de nitrógeno excelente en los cafetales.

Velásquez Vásquez., S. E.; González Matey., J. I. 2012. Growth of the trees for shade and its contribution to an agroecological production in the Department of Masaya, Nicaragua coffee systems.

Keywords: Agroforestry systems, *Inga laurina*, *Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*, *Samanea saman*, Growth curve, Conventional intensive, Moderate Conventional, Intensive Organic, Moderate Organic.

ABSTRACT

The present study was conducted as part of the research developed by CATIE, A UNICAFE and INTA of testing of systems of coffee with shadow established in the year 2000 municipality in Masatepe. Determines the growth and development of combination tree species *Inga laurina* *Tabebuia rosea*, *Samanea saman* and *Simarouba glauca* and its effect on the performance of coffee were considered data from the variables of the trees and the coffee trees since the year 2000 to 2009, to which you applied statistical analysis and description of growth curves. The study showed higher overall height and height of the shaft clean combinations of *Simarouba glauca* associated with *Tabebuia rosea*. In basal diameter, diameter variables at the height of the chest and diameter of Cup, *Inga laurinas* in combination with *Samanea saman* is the largest predominantly reaching to cover one area larger than other species. In the system of management-level input *Inga laurina* is which gets higher growths in the variables of total height managed with the level of intensive organic input OI, major diameter basal if it is cultivated with level of input intensive conventional (CI) and largest diameter at the height of the chest and diameter of Cup run with input conventional moderate (CM) as to the height of the shaft clean the heights obtained them the species *Simarouba glauca* with moderate conventional input level. *Inga laurina* is the species which presents better answers in terms of its development using different levels of input. According to the production of coffee according to statistical analysis were found no significant difference with none of the management of shadow. There is no significant difference among themselves at the leve. According to the statistical analysis carried out performance variable wing three and four crops that yield obtained show significant differences from the rest of the crop this can be for strong climate change and the physiology of coffee. The tree species most average annual growth reached in height is *Samanea saman* associated with *Tabebuia rosea* and using different levels of input which major IMA reached is *Inga laurina* with the level of input IC; and with regard to the diameter *Inga laurina* is the largest IMA reached in different associations of shadow and using different levels of input being, a species binding excellent nitrogen in the coffee plantations.

I. INTRODUCCIÓN

Coffea arabica, es originario de las tierras altas de Etiopía y Sudan (UNICAFE, 1996). Desde la introducción del café en Centro América, el uso de los árboles de sombra ha recorrido diferentes tendencias.

La producción de café en Nicaragua, ha enfrentado diferentes problemas como la caída de los precios internacionales, provocando desatención en el manejo agronómico del cafetal (se descuida la cultura del manejo de maleza, plagas, sombra, fertilización entre otros). Lo que ha conllevado a una reducción, a veces drástica, de los rendimientos productivos (Muschler, 2000).

Los árboles ofrecen al café un inmenso abanico de alternativas y ventajas, tales como la formación de un microclima adecuado para la producción de café, el mantenimiento de la fertilidad, y el control de la temperatura del suelo, permitiéndole a la planta un mayor aprovechamiento de los nutrientes o sencillamente disminuir la insolación que sufren las plantas de café al exponerse al pleno sol (BEER, 1997)

El cafetal es un agro ecosistema diversificado a nivel de especie, de estratos múltiples, compuestos por diferentes árboles maderables, leguminosos, frutales, con café en el sotobosque. Este es por lo general un agro ecosistema menos productivo pero ciertamente más estable que el monocultivo sostenible del café sin sombra para conservar la materia orgánica del suelo, reciclar nutrientes a través de la hojarasca y mantillo del subsuelo, mediante su profundo sistema de raíces, así como para limitar su estrés ambiental y las fluctuaciones nutricionales del café y finalmente para regular el crecimiento y productividad del cultivo (Beer, 1998).

Los sistemas agroforestales pueden verse como una alternativa para el uso y manejo de los recursos naturales en regiones tropicales, estos pueden ser utilizados en distintas escalas geográficas y ecosistemas cumpliendo importantes funciones tales como: diversificar la agricultura aumentar la materia orgánica en el suelo, fijar nitrógeno atmosférico reciclar nutrientes, modificar el micro clima y optimizar la producción del sistema en función de rendimiento y sostenibilidad (Gliessman, 2002).

En general el uso de los arboles de sombra en los cafetales tiene diversas funciones, entre las que se destaca el efecto sobre la relación intensidad de luz – fotosíntesis, la formación de un micro clima adecuado, para la producción del café y el mantenimiento de la fertilidad del suelo (ANACAFE, 1997)

La importancia de la realización de este estudio radica en que a través del mismo se llegará a conocer el efecto que tienen las diferentes combinaciones de doseles de árboles de sombra, sobre el rendimiento y desarrollo del café utilizando también el manejo de insumos convencionales y orgánicos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el crecimiento de cuatro especies arbóreas en sus combinaciones y manejo de insumo y su efecto sobre el rendimiento de los cafetos en el municipio de Masatepe.

2.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el crecimiento de *Tabebuia rosea*, *Simarouba glauca*, *Inga laurina*, *Samanea saman*, como árboles de sombra en cafetales en diferentes asociados de doseles de copa y niveles de insumo convencional y Orgánicos en el municipio de Masatepe en el departamento de Masaya, Nicaragua en un período de 9 años.
2. Determinar el incremento medio anual en altura y diámetro de *Inga laurina*, *Samanea saman*; *Tabebuia rosea* y *Simarouba glauca* en diferentes asociados de sombra y con niveles de insumo convencionales y orgánicos en 9 años.
3. Identificar las combinaciones de árboles de sombra que influyen en una mayor producción y rendimiento de café de un experimento agroforestal en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya, Nicaragua.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio

Como parte de un proceso de investigación que dura 20 años, se están realizando esfuerzos multi-institucionales con el CATIE, INTA, UNICAFE y UNA. Se estableció un ensayo experimental que consistió de tres repeticiones, estableciéndose dos en el año 2000 en área del (Jardín Botánico) Centro de capacitación y servicios regionales del pacifico de Nicaragua coordenadas geográficas 11° 54` de latitud norte y 86° 09` longitud Oeste a una altitud de 685 msnm, una precipitación anual de 1400 mm y con temperatura promedio de 24°C y humedad relativa entre 70 – 80%. Una tercera repetición fue establecida en el año 2001 en áreas del campo experimental de campos azules (CECA), propiedad del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), con coordenadas geográficas 12° 19´ latitud Norte 86° 04´ longitud Oeste, a una altitud de 455 msnm. Ambos sitios están ubicados en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya. La zona es seca y baja, con suelos Humic Durustand, con topografía plana, presenta un alto contenido de materia orgánica y acidez de 5 a 6 pH (Chavarría y Hernández, 2007)



Figura 1. Localización del municipio de Masatepe en donde se ubican los dos sitios experimentales Jardín Botánico y Campos azules 2011.

3.2. Diseño metodológico

El ensayo está compuesto por cuatro combinaciones de arboles de sombra más una condición a plena exposición solar y cuatro niveles de insumos, ya sea de tipo convencional como de tipo Orgánico.

Se aplicó un diseño de bloques incompletos al azar, en parcelas divididas, estableciéndose tres réplicas, I y II fueron establecidas en el año 2000 en el Jardín Botánico, (Anexo 1 y 2) mientras que la réplica III, (Anexo 3), se estableció en el 2001, en área del Centro Experimental Campos Azules (CECA). (Vindell y Pantoja, 2003).

En las parcelas grandes se estableció y distribuyó el factor tipo sombra; mientras que en las sub parcelas se distribuyó el factor Nivel de insumo, dando origen a 14 tratamientos. No todos los niveles de insumo están distribuidos en las parcelas grandes (Cuadro 1) (CATIE-INTA-UNICAFE, 2010).

3.2.1. Descripción de los tratamientos

Los factores de estudio establecidos, se describen a continuación. Factor A: Tipo de sombra: En cada parcela grande o principal se establecieron especies de árboles de sombra (Solo leguminosas, solo maderables y mixtas), Las especies son: *Simarouba glauca* (SG), *Tabebuia rosea* (TR), *Samanea saman* (SS) e *Inga laurina* (IL), adicionalmente se incluyó para hacer comparaciones estadísticas una parcela a pleno sol (Chavarría y Hernández, 2007).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos en las parcelas principales y en las sub parcelas.

Parcela principal		Sub parcela	
Especie de sombra	Descripción	Nivel de insumo	Descripción
IL SG	<i>Inga laurina</i> y <i>Simarouba glauca</i> (Guabillo y acetuno)	CM	Convencional Moderado
		OI	Orgánico Intensivo
SS TR	<i>Samanea saman</i> y <i>Tabebuia rosea</i> (Genízaro y Roble)	CM	Convencional Moderado
		OI	Orgánico Intensivo
SSIL	<i>Samanea saman</i> e <i>Inga laurina</i> (Genízaro y Guabillo)	IC	Convencional Intensivo
		OI	Orgánico Intensivo
		CM	Convencional Moderado
		OM	Orgánico moderado
SG TR	<i>Simarouba glauca</i> y <i>Tabebuia rosea</i> (Acetuno y Roble)	IC	Convencional Intensivo
		OI	Orgánico Intensivo
		CM	Convencional Moderado
		OM	Orgánico moderado
Pleno sol	Pleno sol	IC	Convencional Intensivo
		CM	Convencional Moderado

Factor B: Niveles de insumo: formado por el uso de diferentes componentes de insumos sintéticos y orgánicos en el manejo agronómico del ensayo para el manejo de la fertilización, las malezas, las enfermedades e insectos, plagas (minador y broca) que afectan al cultivo del café en el sistema agroforestal (Chavarría y Hernández, 2007).

Descripción de las especies de árboles de sombra del ensayo.

En el experimento se establecieron diferentes especies de árboles de tipos maderables y leguminosas, que a continuación se describen.

***Simarouba glauca* DC (Acentuó, Aceituno; Negrito): Familia: Simaroubaceae.**

Es un árbol de mediano a grande, que alcanza 25 – 27 metros de altura y un tallo de 40-50 cm de diámetro, a menudo con un fuste cilíndrico limpio, hasta los primeros 9 m, es de copa estrecha, corteza fisurada y de color pardo y amarillento a grisáceo. Ampliamente usada como sombra en los cafetales del pacífico sur de Nicaragua y como árboles dispersos en los cafetales del pacífico de Centro América por su sombra durante todo el verano, se considera un árbol fresco que no afecta a los cafetales (Cordero y Boshier, 2003).

***Tabebuia rosea* (Bertol.) DC (Roble sabanero, Macuelizo, Falso roble) Familia: Bignoniáceo.**

Se caracteriza por ser un árbol caducifolio de porte mediano a grande, hasta 28-37 m de altura con 50-100 cm DAP. El árbol tiene una copa ancha, que puede ser cónica o irregular con follaje abierto, liviano. La corteza gris oscura, escamosa con fisuras verticales. Las hojas compuestas, opuestas, con 5 folios. Se emplea en plantaciones y ensayos de enriquecimiento, bajo sistemas silvopastoriles, linderos, como sombra ornamental o sombra para café, en proyectos de restauración ecológica, en zonas secas es fuentes de alimento y albergue de animales (Cordero y Boshier, 2003).

***Samanea saman* (Jacq) Merr (Genízaro, jenízaro, guachapali, carrito negro) Familia: Mimosaceae.**

Árbol con altura de 30 m, de copa grande y redondeada, provee de sombra a una amplia área, hojas compuestas bipinadas, alternas, inflorescencia en umbela con flores blancas-rosadas, frutos en vainas rectas a ligeramente curvadas. Es considerada como una madera comercial, en general se puede usar en construcciones, acabados y divisiones interiores. Las hojas frescas constituyen un excelente forraje, los frutos son dulces y apreciados por el ganado, es utilizado con preferencia para sombras de potreros y pastizales (Cordero y Boshier 2003).

***Inga laurina* (Sw) Willd. (Guaba, guabillo, cuanjiniquil); Familia: Mimosacea.**

Es un árbol de 4 - 22 m de alto, Copa umbelada o redondeada, Tronco con la corteza exterior negra y lenticelada, Ramitas terminales con lenticelas blancas. Las flores aparecen en inflorescencia, son apenas fragantes y de color verde amarillo, fruto lineal oblongo, el arilo blanco que cubre la semilla es comestible, las hojas compuestas, alternas, paripinnadas; es una especie de rápido crecimiento. La madera de este árbol es usada para poste, leña, carbón y a

veces muebles de baja calidad, rústicos, carpintería. Proporciona sombra a cultivos perennes, proporciona nitrógeno a través de su capacidad fijadora, se usa menos como planta melífera y como forraje (Cordero y Boshier, 2003).

Descripción del café (variedad pacas)

Se originó de una mutación del Bourbon en El Salvador, similar al Caturra de Brasil y al Villa Sarchí de Costa Rica. Al igual que el Caturra, es de porte pequeño, entrenudos cortos, follaje abundante, producción alta, hojas más grandes, anchas y lustrosas de fructificación precoz y sistema radical desarrollado. El tallo tiene gran proliferación de bandolas, lo que le da un aspecto más compacto y cerrado. Se adapta muy bien a zonas bajas con ocurrencia ocasional de períodos relativamente prolongados de sequía, altas temperaturas y suelos de baja capacidad de retención de humedad (arenosos). En zonas de altura, presenta problemas de crecimiento vegetativo retardado y de maduración tardía, reduciendo su producción. (Santacreo, 1999)

Descripción de los niveles de insumo

- Convencional intensivo (IC):** uso intensivo de fertilizantes químicos y plaguicidas.
- Convencional moderado (CM):** Entrada de nutrientes orgánicos y químicos, manejo de plagas con uso limitado de plaguicidas comerciales.
- Orgánico Moderado (OM):** Entrada de nutriente orgánico, manejo de plagas con productos biológicos y prácticas culturales.
- Orgánico intensivo (OI):** Retorno de pulpa, manejo mínimo de plagas (Vindell y Pantoja. 2003).

3.2.2. Manejo del ensayo

La especies de árboles de sombra fueron establecidas en el año 2000 y 2001 a un distanciamiento entre plantas de 4 m y entre surco de 3.75 m para una población inicial de 666 árboles por hectárea (CATIE- INTA-UNICAFE, 2010).

Se establecieron un área útil en cada una de las parcelas las cuales tienen diferentes medidas (Anexo 4), de donde se recolecto la información de todas las variables evaluadas de los árboles y cafetos.

A partir del 2004 a *Tabebuia rosea* y *Simarouba glauca* se les efectuó poda de elevación y anualmente a *Inga laurina* poda de descentralizado, utilizando machetes y cuerdas; en el 2005 se les realizó a todas la especies la poda de descentrado, excepto a *Samanea saman*, establecida dos años posteriores en el ensayo, la cual sustituyó a *Enterolobium cyclocarpum* (EC). En el 2008, fueron raleados *Simarouba glauca*, *Tabebuia rosea* y *Samanea saman*; fueron podados los árboles de *Inga laurina*. Esta última especie se raleó en el 2009, hasta tener una población aproximada del 25% (166 árboles /ha) con respecto a la inicial; esta

especie fue atacada por un taladrador de la Familia Platypodidae, lo que provocó la muerte de algunos árboles de dos de las réplicas I y II (Anexo 1 y 2) localizadas en el Centro Jardín Botánico de Masatepe (CATIE-INTA-UNICAFE, 2010).

3.3.Ubicación de los surcos

En la réplica I conocida como el Mamón (Anexo 1), los cafetos y los árboles fueron plantados de NORTE a SUR; en la réplica II (Anexo 2) y la III (Anexo 3) se plantaron de ESTE a OESTE debido a la disponibilidad del terreno y su orientación más favorable para la siembra de las plantas.

Los cafetos se establecieron de 1.25 por 2 metros y los árboles forestales se establecieron con un distanciamiento de 3.25 metros por surco y 4 metros por calle.

3.4.VARIABLES MEDIDAS EN LOS ÁRBOLES

Desde los primeros años tanto a los cafetos y árboles de sombra se les realizó mediciones de las variables descritas a continuación, así como, la producción y rendimiento obtenido.

Para el presente estudio se recopiló toda la información sobre la medición de los árboles (Vindell y Pantoja, 2003) y cafetos en cuanto a su crecimiento, producción y rendimiento, se agradece al proyecto (CATIE, INTA, UNICAFE Y UNA), los cuales facilitaron la base de datos durante los años (2004-2008) y el apoyo en la recolección de los datos en el año 2009, la cual fue procesada a través de Microsoft office Excel y el programa estadístico SAS 9.1 (Statistical analysis system). De igual manera se analizó la información obtenida sobre la medición de los árboles de sombra en el mismo período; para la recolección de las variables de los árboles, se utilizó un formato de campo que se presenta en el Anexo 5.

3.4.1. Altura total (AT)

Es la altura medida desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal más alto del árbol para ello fue utilizado un clinómetro, con una distancia horizontal definida de 20 m (Salazar, 1989), dicha variable fue medida en las edades de plantación 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8 y 9 años iniciando desde el 2001.

3.4.2. Altura del fuste limpio (AFL)

Es la longitud que tiene el árbol desde la base hasta las primeras ramas. Se tomó lectura con el clinómetro "GIS" DQL-16B desde la base hasta el diámetro mínimo deseado en la parte alta del árbol o donde aparecen los primeros nudos gruesos del árbol (Salazar, 1989).

3.4.3. Diámetro Basal

Esta variable se refiere al diámetro basal del árbol a 10 cm del suelo, es utilizada para conocer el área basal en metros cuadrados que cubre un árbol en la superficie.

3.4.4. Diámetro a la altura del Pecho o a 1.30 m (DAP).

Esta variable fue medida a 1.30 metros de altura. Dicha variable es utilizada para describir el árbol, así como también, para estimar la producción de madera en volumen, por árbol o por hectárea. En un árbol se pueden medir varios tipos de diámetros: diámetro basal, diámetro de copas, medición de diámetros a distintas alturas y diámetro sin corteza (Salazar, 1989).

En algunos casos donde en un mismo árbol se encontraron más de un fuste; se procedió a medirlos todos y para obtener el diámetro total fue utilizado la siguiente ecuación que a continuación se describe.

$$DAP = \sqrt{Dap_1^2 + Dap_2^2 + \dots + Dap_n^2}$$

DAP= Diámetro promedio a la altura del pecho o a 1.30 m.

Dap₁= Diámetro del primer eje del árbol.

Dap₂= Diámetro del segundo eje del árbol.

Dap_n= Diámetro del n eje del árbol.

3.4.5. Diámetro de copa de árboles

Fueron realizadas las mediciones con una cinta métrica de Norte a Sur y de Este a Oeste siguiendo la proyección de la copa en el suelo; entonces el diámetro de la copa será el promedio de ambas mediciones, A mayores diámetros medidos menor error en la estimación y se utiliza la fórmula del diámetro promedio de copas.

$$\overline{DC} = \sum \frac{Dc_1 + Dc_2}{n}$$

Donde:

\overline{DC} = Diámetro de copa promedio

Dc 1= diámetro de la sombra de copa proyectada en el suelo de Norte a sur.

Dc2= diámetro de la sombra de copa proyectada en el suelo de Este a Oeste.

3.4.6. Incremento medio Anual (IMA)

Es el aumento en diámetro promedio que alcanza un árbol en un año, ya sea en altura o diámetro; para calcular esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\overline{\text{IMA}} = \frac{V\beta}{k}$$

Dónde:

IMA:= Incremento Medio Anual en cm/año

Vβ= Variable de interés en el último año (Altura, Diámetro, etc.)

K = Edad del árbol en años

3.5. Variables medidas en los cafetos

En cada parcela experimental fueron seleccionados siete cafetos de la variedad pacas que corresponden a la parcela útil. En cada parcela se seleccionaron dos bandolas por estratos siendo el estrato alto, medio y bajo (Suarez y Picado 2009). Se midieron datos de crecimiento, producción y rendimiento desde el 2001 hasta 2009. Las variables medidas fueron nudos productivos, frutos por bandolas ancho de copa, producción uva y rendimiento grano oro.

3.5.1. Nudos productivos

En cada bandola por estrato y planta se contabilizaron los nudos productivos o sea, el tejido nuevo y a la cantidad de nudos que producen frutos en cada una de las bandolas; la información obtenida indica el potencial productivo en el nuevo ciclo productivo.

3.5.2. Cantidad de frutos por bandolas

Se contabilizaron los frutos de café que se encuentran en cada bandola seleccionada por estrato y planta.

3.5.3. Ancho de copa

Apoyado con una cinta métrica fue medido el ancho de copa en dirección al surco y perpendicular al surco, el ancho de copa se obtuvo como resultado del promedio de ambas mediciones.

3.5.4. Producción uva

Cantidad total de café en uva después de cada cosecha en el cafetal, la unidad de medición utilizada es fanegas. Se llevó un registro de producción de café cada año (2004- 2009) trabajo realizado por el personal permanente del campo.

3.5.5. Rendimiento de grano oro

Es la relación que existe entre el café uva a café oro. En el ensayo de sistema agroforestal se llevó un registro de rendimiento de café desde el año 2004 al 2009, este trabajo fue realizado por el personal permanente del campo; los rendimientos fueron determinados por cajuelas y después fueron promediados por tratamiento en cada uno de los años.

3.6. Análisis de los datos

Primero se recolectó toda la información de las diferentes mediciones realizadas en las parcelas grandes y las pequeñas en el ensayo experimental durante los 9 años de estudio (2000 a 2009)

Las diferentes variables evaluadas en los árboles de sombra fueron analizadas utilizando la herramienta del análisis de varianza (ANDEVA) a través del software SAS 9.1. A partir de a altura total se obtiene el incremento medio anual, utilizando para ello los datos medidos en el 2009.

El Modelo Aditivo Lineal (MAL) aplicado corresponde a un diseño de bloques incompletos al azar en parcelas divididas que a continuación se describe:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + (\alpha\beta)_{ik} + \theta_j + (\alpha\theta)_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = Variables respuestas en la K-ésima repetición con el i-ésimo nivel de asociación de árbol-café más pleno sol y j-ésimo manejo.

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo nivel de asociación de sombra

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

$\alpha\beta_{ik}$ = Interacción asociación árbol- café bloque (error de la parcela grande)

θ_j = Efecto del j-ésimo nivel de insumo

$\alpha\theta_{ij}$ = interacción entre los diferentes doseles de sombra y niveles de insumo

E_{ijk} = Error experimental independiente (error de la parcela pequeña) con un distribución norma.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Comportamiento del crecimiento de las especies arbóreas asociadas con café en el sistema agroforestal en 9 años de estudio Masatepe, Masaya.

4.1.1. Altura total de los árboles en las diferentes combinaciones de sombra de las especies arbóreas.

La altura de un árbol indica la calidad del sitio, entre más alto es un árbol más luz solar recibe, los resultados muestran que *S. glauca* en combinación con *T. rosea* tiene un crecimiento en altura moderadamente rápido, de 11.77 m (Cuadro2), comparado con el crecimiento que tiene si es combinada con *Inga laurina*.

En el Cuadro 2, se muestra la altura total de la especie *I. laurina* en combinación con diferentes especies. En los primeros tres años fue combinada con *S. glauca* y *E. cyclocarpum*, donde los resultados que se obtuvieron en ambas combinaciones fueron similares, pero esta última especie arbórea fue sustituido por la especie *S. saman* por su baja adaptación al sitio y gran mortalidad de más del 50%. A partir del año tres *I. laurina* obtuvo un mejor crecimiento en combinación con el *S. glauca*, alcanzando alturas de 10.39 m en los últimos años, pero nunca hubo diferencia estadística entre las diferentes asociaciones de doseles de sombra de los árboles ($P= 0.005$).

Se evaluó la especie del *T. rosea* en combinación con *Simarouba glauca*, *S. saman* y *E. cyclocarpum*, Cuadro 2, donde refleja que los mayores crecimiento se dan cuando esta especie está en combinación con el *S. glauca*, teniendo un crecimiento constante desde la edad uno alcanzando alturas de 9.76 m. Al igual que las anteriores asociaciones de doseles de copa no existe diferencia estadística entre dichas combinaciones. ($P=0.005$)

A la edad de tres años el *E. cyclocarpum*, no alcanza altura mayor de 2.5 m en comparación con el resto de las especies que a esta misma edad ya tenían aproximadamente más de 5 metros y se decidió eliminar y ser sustituida por *Samanea saman*.

En el Cuadro 2, se evalúa *S. saman*, especie que sustituyó a *E. cyclocarpum*, en combinación con *T. rosea* e *I. laurina*. Se identificó que ésta especie tiene mayor crecimiento cuando está acompañado de *Tabebuia rosea*, alcanzando altura de 7.2 m en comparación cuando está asociado a *I. laurina* que alcanza 5.6 metros de alturas, siendo diferente estadísticamente (Anexo 11). Según un estudio realizado por (Munguía *et al*, 2010), indica que la presencia de *S. saman* en las combinaciones con *I. laurina* y con *T. rosea*, mejora en una mayor cantidad la contribución de nitrógeno, por tal motivo estas especies han venido teniendo un buen desarrollo en el ensayo a través de los años.

Según Vindell y Pantoja (2003), la especie *S. saman* y *T. rosea* experimento el mayor crecimiento entre el resto de las especies en estudio hasta la edad de 3 años, esto cambio con el paso de los años ya que en nuestro estudio realizado en el 2010, refleja que a la edad de 9 años la especie que obtiene una mayor altura es *S. glauca* con 11.77 m promedio.

Cuadro 2. Altura total (m) de cuatro especies arbóreas en combinaciones de doseles de sombra.

		Edad (AÑOS)									
Especie	En presencia de:	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	9
<i>S. glauca</i>	<i>I. laurina</i>	0.48	1.12	1.84	2.83	4.75	6.18	7.52		10.01	10.39
	<i>T. rosea</i>	0.44	1.23	2.19	3.17	4.92	6.28	7.55		10.06	11.77
<i>I. laurina</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	0.46	1.5	1.99	3.29	4.98					
	<i>S. glauca</i>	0.44	1.14	1.96	3.07	5.32	6.84	9.19		10.19	
	<i>S. saman</i>						6.47	8.57		9.70	
<i>T. rosea</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	0.63	1.92	2.7	3.35	4.21					
	<i>S. glauca</i>	0.64	2.00	2.36	3.67	5.19	6.31	7.56		9.57	9.76
	<i>S. saman</i>						5.71	6.55		8.46	9.3
<i>S. saman</i>	<i>T. rosea</i>	3.3		4.11				5.91	7.02		
	<i>I. laurina</i>	3.14		3.67				4.77	5.65		

Se puede afirmar claramente a través de los resultados obtenidos, que cualquier especie en combinación con *T. rosea*, especie maderable presenta, resultados positivos en cuanto a crecimiento ya que es una especie poco competitiva, además de proporcionar una gran cantidad de nutrientes al suelo a través de la hojarasca. Con respecto a *I. laurina*, *S. saman* y *S. glauca*, por poseer hojas pequeñas, son especies que sirven como un colador ya que filtran una mayor cantidad de luz, y de paso evita la degradación de los suelos; estas especies son excelentes en los cafetales, proporcionando gran cantidad de materia orgánica al suelo (Suarez y Picado, 2009).

Sin embargo, (Zúñiga, 2000) reporta que los cafetales bajo sombra de musáceas e *ingas* presentan altos porcentajes de sombras, lo cual genera alta humedad relativa dentro del cafetal impidiendo la entrada de luz y la circulación de aire, favoreciendo el ataque de ojo de gallo, contrario a los resultados obtenidos por (Bonilla, 1999), en los cafetales del pacifico y (Escalante, 2000) en el occidente de El Salvador quienes reportan que la presencia de plagas y enfermedades está asociado al mal manejo de la sombra y no a una especie en particular.

4.1.2. Altura de fuste limpio de los árboles en combinaciones de sombra asociadas con café.

Esta variable es muy importante porque indica la cantidad de madera que puede llegar a ser extraída de un árbol en la edad de aprovechamiento. Las mediciones en esta variable varían entre las especies por las diferencias de desarrollo que existen entre las mismas.

El *S. glauca* en combinación con *I. laurina* y *T. rosea*, en el Cuadro 3, se observa que esta especie se desarrolla mejor cuando está en presencia del *T.rosea* hasta los primeros cuatro años posteriormente el crecimiento del fuste limpio disminuyó; y se presentan los mejores resultados en la combinación con *I. laurina*, alcanzando altura de fuste limpio de 3.87 metros en los primeros 5 años y apenas 3.04 metros cuando está asociada con *T. rosea* a la misma edad conservando esta tendencia de crecimiento hasta el último año (edad 9), en que se realizó la medición, se obtiene diferencia estadística en la edad 3, siendo estadísticamente diferente con 2.3 m en presencia de *T. rosea* y 1.94 en presencia de *I. laurina* y en la edad 9 no hubo diferencia estadística con promedios de 4.33 m en presencia de *I. laurina* y 3,78 m en presencia de *T. rosea*.

En el Cuadro 3, se puede observar el crecimiento del fuste limpio de *I. laurina* combinada con *E. cyclocarpum*, hasta la edad de 3 años. Posteriormente con *S. saman* y *S. glauca*. Las mediciones fueron tomadas a partir de la edad de 2.5 años por que el crecimiento anual de *I. laurina* fue poco, de 0.01m, lo que indica que esta especie una vez bifurcada no habrá más crecimiento en el fuste. A partir de la edad tres *Inga*, mostró mejor crecimiento, asociado con *S. glauca*, con alturas del fuste limpio de 0.78 m, en comparación cuando está asociada con *E. cyclocarpum*, que presento alturas de 0.5 m. Esta última especie fue sustituida por *S. saman*, por una mortalidad mayor del 50 %. Los resultados en los años posteriores no variaron, siempre se obtuvo los mayores crecimiento cuando *I. laurina* está asociado al *S. glauca* (SG) con alturas de 1.19 m en 8 años, no presento diferencia significativa entre las asociaciones de doseles de sombra.

Vindell y Pantoja (2003) afirman en su estudio que *Inga laurina* no experimento un crecimiento significativo del fuste limpio, una vez que se ha bifurcado alcanzando un crecimiento de 0.32 m en tres años de edad, coincidiendo con nuestra investigación, al afirmar que el crecimiento de *inga laurina* una vez bifurcada es casi nulo.

En el (cuadro 3) se observa a *T. rosea* combinada con *S. glauca* y *E. cyclocarpum*, hasta los primeros 3 años luego fue eliminada y sustituida por *S. saman*; el mayor crecimiento de altura de fuste limpio de *T. rosea* en los primeros 3 años se presentaron al estar acompañado de *S. glauca* y en los años posteriores ya con otro tipo de asociación de doseles de sombra, el crecimiento de la AFL fueron mayores con la misma combinación de de dosel de sombra y estadísticamente no se encuentra ninguna diferencia significativa.

Cuadro 3. Altura del fuste limpio de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra.

		Edad (años)								
Especie	En presencia de	1	2	2.5	3	4	5	6	8	9
<i>S. glauca</i>	<i>I. laurina</i>			1.28	1.94	2.78	3.87		4.17	4.33
	<i>T. rosea</i>			1.78	2.3	2.81	3.04		3.55	3.78
<i>I. laurina</i>	<i>E. ciclocarpum</i>			0.54	0.59					
	<i>S. glauca</i>			0.7	0.78	0.87	1.02		1.19	
	<i>S. saman</i>					0.73	0.74		0.96	
<i>T. rosea</i>	<i>E. ciclocarpum</i>			2.15	2.39					
	<i>S. glauca</i>			2.3	2.55	3.00	3.28		3.33	3.42
	<i>S. saman</i>					2.74	2.79		2.84	3.3
<i>S. saman</i>	<i>T. rosea</i>	1.87	2.22				2.64	2.84		
	<i>I. laurina</i>	1.78	2.07				2.43	2.61		

S. saman combinada con *T. rosea* (Cuadro 3) presenta el mayor crecimiento alcanzando una altura de hasta casi 3 m en los primeros 6 años en comparación cuando está asociada con *I. laurina*, logra altura de 2.6 m; no existe diferencia significativa entre ambas asociaciones.

La especie que más altura del fuste limpio alcanzó es *S. glauca* en presencia de *I. laurina*, con 4.3 m, seguido por *T. rosea*, asociado con *S. glauca* con 3.42 m. Le sigue *S. saman* en presencia de *T. rosea*, con 2.84 m, sin embargo esta especie solamente tiene seis años de edad y alcanza alturas de fuste limpio de las especies que tienen 9 años. En último lugar se encuentra *I. laurina* con 1.19 m cuando está en asociación con *S. glauca*. Debido al manejo de la sombra por ser una especie de servicio no maderable; la poda aplicada es la de descentrado para provocar ramificación lateral y abertura de copa que permita una mayor filtración de la radiación solar. Estadísticamente todas estas asociaciones de doseles de copa de árboles no presentaron diferencias significativas entre sí.

4.1.3. Diámetro Basal de las especies arbóreas como doseles de sombra

De acuerdo con los resultados obtenidos mostrados en el cuadro 4, la especie *S. glauca* asociada con *I. laurina* y con *T. rosea* en el primer año de edad se obtuvieron diámetros similares. A los cinco años de crecimiento no muestra diferencia estadística en asocio con ambas especies.

Con respecto a la especie *I. laurina* al tercer año de edad asociada con *S. glauca* presentó mayor crecimiento de diámetro que *E. ciclocarpum* (sustituida por *S. saman*). A los cinco años *I. laurina* alcanza un diámetro de 23.27 cm cuando está acompañada con *S. saman*, mientras que asociada con *S. glauca* fue de 20.8 cm.

De acuerdo a Vindell y Pantoja (2003) mencionan en su estudio que el diámetro basal está mejor representado con *Inga laurina* al ser la especie con mayor crecimiento anual coincidiendo con nuestro estudio.

Se observa a *T. rosea* combinado con *S. glauca* y *E.ciclocarpum* en los primeros tres años, ésta última se sustituye por *S. saman* teniendo crecimiento similar.

T. rosea asociado a *E.ciclocarpum* en los primeros 3 años alcanzó un diámetro basal de 9.5 cm, pero al ser remplazado por *S. saman* obtuvo un crecimiento más rápido del diámetro basal; Pero el crecimiento siempre es mayor si esta especie es asociado con *S. glauca* alcanzando 19.2 cm a los cinco años y 16.5 cm asociado con *S. saman* a esta misma edad. Estadísticamente todas las asociaciones de los doseles de sombra no presentaron ninguna diferencia estadísticas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Crecimiento del diámetro basal, de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra

Especie	En presencia de:	Edad (Años)						
		1	1.5	2	2.5	3	4	5
<i>S. glauca</i>	<i>I. laurina</i>	1.45	2.7	4.13	6.17	10.62	12.88	14.65
	<i>T. rosea</i>	1.51	3	5.05	7.01	11.06	14.09	16.49
<i>I. laurina</i>	<i>E. ciclocarpum</i>	1.15	2.7	4.48	8.01	12.5		
	<i>S. glauca</i>	1.16	2.53	4.14	6.56	13.34	17.44	20.84
	<i>S. samán</i>						18.18	23.27
<i>T. rosea</i>	<i>E. ciclocarpum</i>	2.37	4.69	5.58	7.73	9.5		
	<i>S. glauca</i>	2.24	4.17	6.59	8.44	12.86	16.64	19.23
	<i>S. samán</i>						15.58	16.58
<i>S. samán</i>	<i>T. rosea</i>	7.14		9.18				11.79
	<i>I. laurina</i>	5.95		7.04				11.28

En el Cuadro 4 se presenta a *S. saman*, en combinación con *T. rosea* e *I. laurina*. Con *T. rosea* 9.18 cm de diámetro basal en los primeros 2 años y a esa misma edad cuando esta con *I. laurina*, alcanza 7.04 cm de diámetro basal. En los años posteriores cuando está acompañado del *T. rosea* sigue creciendo hasta alcanzar 11.79 cm en cinco años y cuando está asociado de *I. laurina*, tiene un crecimiento del diámetro basal de 11.28 cm. Estadísticamente no se presentaron diferencias significativas entre sí.

Los mayores crecimientos de diámetro basal fueron obtenidos por *I. laurina* asociada con *S. saman* con 23 cm. En segundo lugar, en cuanto al crecimiento del diámetro basal, *T. rosea* combinada con *S. glauca* con 19.2 cm, y en último lugar está *S. sama* con 11.7 cm, cuando está asociado del *T. rosea*. Estadísticamente no se encuentran ninguna diferencia significativa entre las asociaciones de doseles de sombra. Estos resultados son hasta la edad cinco, posteriormente esta variable dejó de ser medida.

4.1.4. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las especies arbóreas bajo diferentes combinaciones

La estimación de esta variable es importante, ya que a través de ésta se determina el área basal y ayuda a calcular el volumen de madera que se puede llegar a obtener en un futuro aprovechamiento.

S. glauca presenta un crecimiento del diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor, cuando está acompañado de *T. rosea* alcanzando un diámetro de 19.7 cm, mientras que al estar asociado con *I. laurina* alcanza un diámetro de 16.77 cm como se observa en el Cuadro 5, pero no existe diferencia estadística significativa (Anexo 11).

La especie *I. laurina* Cuadro 5, logra mayor crecimiento del DAP al estar asociada con *S. saman*, alcanzando diámetros de hasta 24.23 cm, que cuando está en presencia de *S. glauca* con 21.7 cm, a la edad de 8, pero estadísticamente las asociaciones de doseles de sombra no presentan diferencias significativas entre sí (Anexo 11).

Cuadro 5. Diámetro a la altura del pecho de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra

Especie	En presencia de:	Edad (Años)								
		1	2	2.5	3	4	5	6	8	9
<i>S. glauca</i>	<i>I. laurina</i>			3.45	7.09	10.99	11.89		16.37	16.77
	<i>T. rosea</i>			4.26	7.97	9.76	13.57		18.63	19.75
<i>I. laurina</i>	<i>E. cyclocarpum</i>			4.1	6.82					
	<i>S. glauca</i>			3.59	7.08	11.91	18.14		21.73	22.1
	<i>S. saman</i>					11.799	19.74		24.23	
<i>T. rosea</i>	<i>E. cyclocarpum</i>			4.72	5.678					
	<i>S. glauca</i>			5.06	8.559	11.27	13.11		18.12	19.75
	<i>S. saman</i>					10.01	11.16		17.17	18.48
<i>S. saman</i>	<i>T. rosea</i>	4.42	6.65				10.73	14.5		
	<i>I. laurina</i>	3.62	4.9				7.18	10.7		

En el Cuadro 5 los resultados muestran que el mayor crecimiento de *T. rosea* fue cuando esta asociada con *S. glauca* con 19.75 cm, mientras que cuando está asociado de *S. Saman*, alcanzó un dap de 18.48 cm; estadísticamente no son diferentes significativamente. (Anexo 11).

S. saman alcanza mayor dap cuando esta asociada con *T. rosea*, con 14.5 cm en 6 años (cuadro 5) en comparación cuando está en presencia de *I. laurina* con 10.7 cm. Estadísticamente no hay diferencias significativas entre diferentes asociaciones de doseles de sombra.

El mayor crecimiento de dap es presentado por *I. laurina* con 24.2 cm aproximadamente, asociado con *S. saman*, seguido por *S. glauca* con 19.7 cm de dap asociado con mientras que *S. saman* alcanza un dap de 14.5 cm asociado con *T. rosea*, comportamiento debido a una edad menor de dos años con respecto al resto. Estadísticamente todas estas asociaciones no presentan diferencias entre sí (Anexo 11).

Según Vindell y Pantoja (2003), menciona que el mayor crecimiento del DAP estaba representado por la especie *S. glauca*, pero en nuestro estudio realizado en el 2010 el mayor crecimiento del DAP está representado por *Inga laurina*.

4.1.5. Diámetro copa de las especies arbóreas bajo diferentes combinaciones de sombra

La variable diámetro de copa es muy importante porque a mayor diámetro de copa más sombra proporciona al cafeto y mejora su desarrollo.

En el Cuadro 6, se presenta a *S. glauca* en combinación con *I. laurina* y *T. rosea*; el mayor crecimiento de diámetro de copa se presenta cuando esta especie está acompañada de *T. rosea* con un diámetro de 5.84 m en comparación cuando está asociada con *I. laurina* el diámetro es de 5.39 m; según el análisis estadístico no existe ninguna diferencia significativa entre ambas asociaciones (anexo 11).

Con respecto a *I. laurina* (cuadro 6), en combinación con *S. glauca* y *S. saman*. La especie de *I. laurina* tiene mayor diámetro de copa cuando está asociado a *S. saman* con 7.28 m a la edad de cinco años comparado cuando está asociado con *S. glauca* logra un diámetro de 6.5 m. No hay diferencia significativa estadística entre estas asociaciones, (anexo 11).

Se observa en el Cuadro 6, a *T. rosea* en combinación con el *S. glauca* y *S. saman*, se observa que desde la primera medición el diámetro de copa del *T. rosea*, siempre crece más rápido cuando está asociado con *S. glauca* alcanzando 6.99 m de diámetros, en comparación cuando está asociado de *S. saman* el diámetro de copa es de 6.4 m. Estadísticamente no hay diferencias significativas entre las combinaciones de doseles de copa de los árboles (anexo 11).

En el cuadro 6 se puede observar el crecimiento de copa de *S. saman* combinada con *I. laurina* y *T. rosea*, el crecimiento copa es mayor cuando está asociado de *T. rosea* con un diámetro de 5.8 m, en comparación, cuando está asociado con *I. laurina*, su diámetro de copa es de 4.2 m en 6 años. Según el análisis estadístico no hay diferencia significativa entre ambas asociaciones (anexo 11).

El crecimiento del diámetro de copa es más rápido cuando *I. laurina* está asociado con *S. saman* con un diámetro de 7.28 m, seguido por *T. rosea* que logra 6.99 m de diámetro de la copa combinada con *S. glauca*. Toda especie asociada con *Tabebuia rosea* o *Inga laurina* siempre obtendrá mayores crecimientos y un mejor desarrollo porque son especies que proporcionan mayor nutriente.

Según Vindell y Pantoja (2003), las especies que proporcionan mayores niveles de Sombra son *Inga laurina* y *S. saman*, por presentar mayor diámetro de copa coincidiendo con nuestro estudio realizado en el 2010.

Pero según el análisis estadístico no existe ninguna diferencia significativa entre las diferentes asociaciones de doseles de copa de árboles (anexo 11).

Cuadro 6. Crecimiento del diámetro de copa de cuatro especies arbóreas en diferentes combinaciones de doseles de sombra

		Edad (año)							
Especie	En presencia de:	1	2	2.5	3	4	5	6	9
S. glauca	<i>I. laurina</i>			2.09	3.06	3.34	3.66		5.39
	<i>T. rosea</i>			1.9	3.19	3.97	4.88		5.84
I. laurina	<i>E. cyclocarpum</i>			3.54	5.1				
	<i>S. glauca</i>			3.06	4.95	5.78	6.51		7.5
	<i>S. saman</i>					6.16	7.28		
T. rosea	<i>E. cyclocarpum</i>			1.55	2.27				
	<i>S. glauca</i>			1.93	3.25	4.06	4.88		6.99
	<i>S. saman</i>					4.115	4.178		6.44
S. saman	<i>T. rosea</i>	2.09	2.53					5.861	
	<i>I. laurina</i>	1.66	1.94					4.255	

4.2. Efecto de niveles de insumo en el comportamiento del crecimiento de las especies arbóreas en Masatepe - Masaya

4.2.1. Altura total (m) de los árboles

Las cuatro especies estudiadas mostraron un crecimiento en altura positivo a partir del primer año, no así *E. cyclocarpum*, que fue eliminado a la edad de 3. Los mayores crecimientos en altura con 2.3 m se obtienen cuando se está utilizando el insumo Orgánico Intensivo (OI). (Figura 2). Por este motivo se decide eliminarla y además por la alta mortalidad de esta especie, con más del 50% de la población total. Según el análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas agrupadas en 4 categorías estadísticas OI= a, CM=b, IC=c y OM=d (anexo 12).

I. laurina ha tenido un crecimiento constante todos los años, su crecimiento con cualquier tipo de insumo es similar pero se obtienen alturas mayores cuando esta especie es cultivada con insumo OI, logrando alcanzar alturas de más de 12.41 m con un incremento de 1.07 m, Figura 2, aunque si se utiliza insumo como el convencional moderado (CM) también tiene un crecimiento en altura más rápido, con 12.24 m (anexo 6). Estadísticamente existen diferencia significativas entre los diferentes niveles de insumo agrupándolos en dos categorías estadísticas diferentes CM, IC, OM = a y OI=b. P= 0.005 (anexo 12).

Por su parte el *S. glauca* presentado en la Figura 2, ha mostrado desde los primeros años un crecimiento muy pronunciado de forma acelerada, alcanzando mayor altura con insumos Convencional Moderado (CM) logrando alturas de 10.55 m, en comparación cuando este es cultivado con otros insumos es decir su crecimiento es menor. De acuerdo al análisis estadístico realizado en los primeros años existió diferencia significativa, pero en el año 9 ya no existe diferencia estadística entre los cuatro niveles de insumo en estudio (anexo 12).

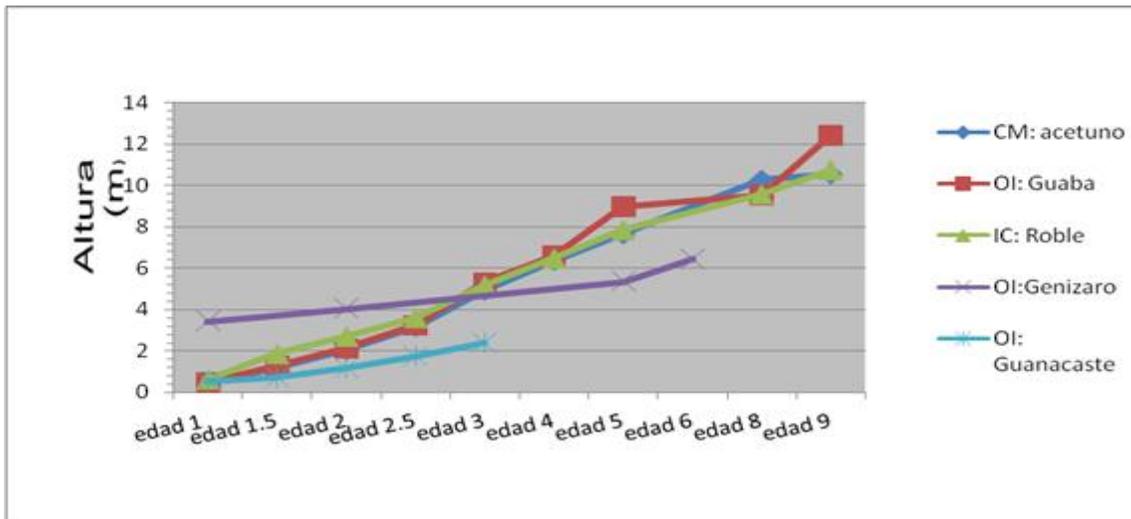


Figura 2. Altura total de cinco especies arbóreas en estudio en el Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.

El *T. rosea* en la Figura 2, muestra un crecimiento similar a *S. glauca*, estando en crecimiento constante todos los años. Su crecimiento en los primeros 2.5 años es lento comparado con los años posteriores, logrando tener un crecimiento rápido al ser manejada con insumos Convencional Intensivo(IC), alcanzando alturas de 10.76 m, en comparación con el crecimiento que obtiene si se utiliza otro nivel de insumo (Anexo 6). Estadísticamente existe diferencia significativa entre los diferentes niveles de insumo siendo agrupados en tres categoría estadísticas diferentes con $P= 0.005$, IC=a, CM, OM= b y OI =C (anexo 12).

S. saman fue la especie que sustituyó al *E. cyclocarpum* (Figura 2). Esta especie fue la que mostro mejores resultados en cuanto al crecimiento de altura, logrando mayor alturas si se utiliza un niveles de insumo como el Orgánico Intensivo (OI), obteniendo una altura de 6.43 m en 6 años, que es esta, la edad que tiene esta especie, pero estadísticamente no se encuentran diferencias significativas entre los niveles de insumo (anexo 12).

En síntesis la especie que alcanzó mayores alturas hasta la edad nueve es *I. laurina* cuando está siendo cultivada con insumo OI, con altura de 12.41, seguido por *T. rosea* al ser manejada con IC, en tercer lugar tenemos al *S. glauca*, cuando está siendo tratada con CM y en último lugar está el *S. Saman*, al ser manejada con niveles de insumo OI (Figura 2). Estadísticamente existe diferencia significativa entre sí, al menos una de las especies difiera de otra con estos niveles de insumo (anexo 12).

4.2.2. Altura de fuste limpio

Con respecto a *I. laurina* se observa en la Figura 3, que desde los primeros años ha tenido un creciminiento lento de 0.21m por año, esto indica que esta especie una vez bifurcado su crecimiento del fuste limpio es nulo, logrando mayor crecimiento cuando esta siendo manejada, con nivel de insumo Orgánico intensivo (OI), alcanzando altura de 1.95 m

comparado con otros niveles de insumo (Anexo 7). Según el análisis estadístico para *I. laurina*, los niveles de insumo son estadísticamente iguales sin diferencia significativa entre sí.

En la Figura 3, se presenta a *Tabebuia rosea* (TR) con un crecimiento constante y rápido desde la edad uno; las mayores alturas de fuste limpio se presentan si se utiliza un nivel de insumo, convencional intensivo (IC) comparado con otro nivel de insumo (Anexo 7). Existe diferencia estadística en los niveles de insumo para *T. rosea* agrupándolos en tres categorías estadísticas IC = a, OM= b Y CM, OI = c (Anexo 12).

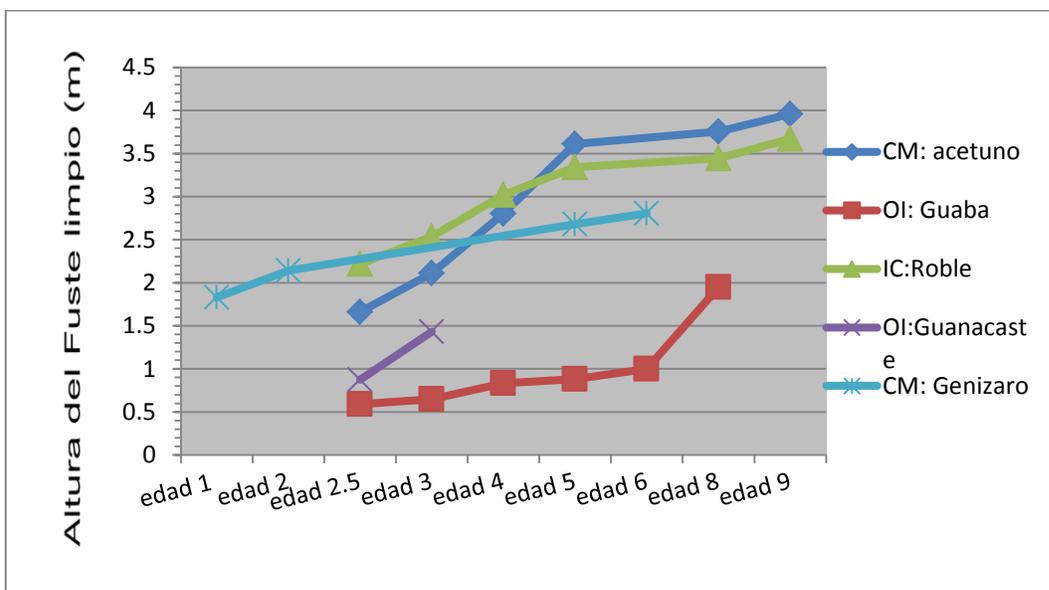


Figura 3. Altura de fuste limpio de las especies arbóreas en estudio en el Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.

Por su parte *S. glauca* ha venido teniendo un buen crecimiento rápido, desde los primeros años, obteniendo alturas del fuste de 3.96 m en los 9 años; dicha especie obtiene mayor crecimiento si es manejada con nivel de insumo Convencional Moderado (CM), (Figura 3). De acuerdo al análisis estadístico realizado en la edad 8 existían dos categorías estadísticas diferentes OI = a y CM,IC,OM=b pero en la edad 9 esta diferencia significativa desapareció, es decir, en esta edad, estadísticamente los niveles de insumo son iguales (Anexo 12).

El *S. saman*, especie que sustituyó a *E. cyclocarpum*, ha tenido un mayor desarrollo, con alturas de 2.8 m en 6 años. Estos resultados se obtienen cuando esta especie es manejada con nivel de insumo Convencional Moderado (Figura 3). Estadísticamente no se encuentran diferencias significativas entre los niveles de insumo es decir todos pertenecen a una misma categoría estadística (Anexo 12).

En el caso del crecimiento de la altura del fuste limpio, las especies que mayores incrementos tuvieron fueron *S. glauca*, seguido por *T. rosea* y luego está *S. saman*. Hay que tomar en cuenta que esta especie solo es evaluada hasta la edad 6 y con respecto a *I. laurina*, una vez que se bifurca, el crecimiento es nulo, por eso es que las alturas son menores que la de los

demás y está en último lugar. Estadísticamente *Tabebuia rosea* presenta diferencias comparado con las demás especies.

4.2.3. Diámetro basal (cm).

En la Figura 4, se muestra el crecimiento del diámetro basal de las especies evaluadas con diferentes niveles de insumo, encontrando que *S. glauca* es la que ha alcanzado mayor crecimiento, si está siendo manejada con un nivel de insumo Convencional Moderado (CM) obteniendo diámetros de 16 cm en cinco años, comparado con los resultados que se obtienen cuando es manejado con otro nivel de insumo (Anexo 8). Estadísticamente se encontraron diferencias significativas en los niveles de insumo para esta especie, agrupándolas en dos categorías estadística diferente OM=a y IC,CM, ,OI=b con 16.83 cm y 16.06, 15.91, 15.17 cm respectivamente (anexo 12).

I. laurina muestra un crecimiento rápido del diámetro basal, desde los primeros años, similar en todos los niveles de insumo (Anexo 8), pero logrando mayor diametro si esta es cultivada con Convencional Intensivo (IC) alcanzando diámetros de 23.52 cm, (Figura 4). De acuerdo al análisis estadístico realizado no se encontraron diferencias significativas en los distintos niveles de insumo para esta especie (anexo 12).

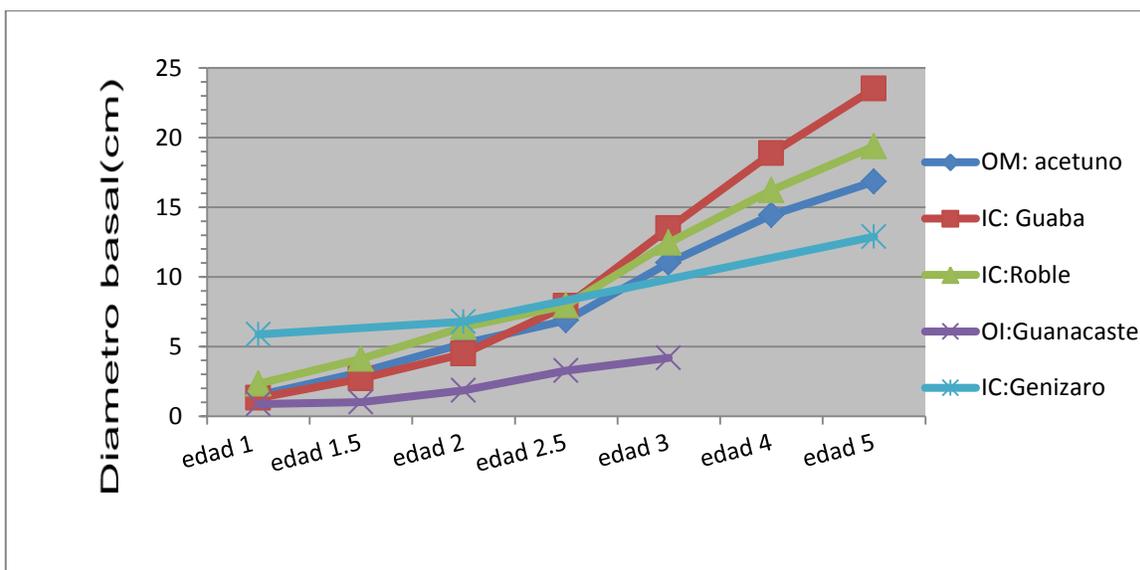


Figura 4. Diámetro Basal de las especies arbóreas, Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.

T. rosea ha tenido un crecimiento rápido del diámetro basal, con un crecimiento similar en cada uno de los niveles de insumo, pero es más rápido el aumento del diametro basal si esta especie es manejada con Convencional Intensivo (IC), presentando diámetros de 19.38 cm (Figura 4), pero estadísticamente con un grado de confiabilidad del 95% se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles de insumo para esta especie,

agrupándolos en dos categorías estadísticas IC,OM,OI =a 19.38 ,18.53 , 18.12 y CM= b 17.100 cm respectivamente (anexo 12).

S. saman (Figura 4), muestra que desde el primer año ha obtenido un crecimiento constante del diámetro basal, siendo más favorable cuando es manejada con el nivel de insumo Convencional Moderado (CM), comparado con los otros niveles insumos (Anexo 8), se encontraron diferencias significativas con grado de confianza del 95% agrupando en dos grupos estadísticos diferentes entre sí, IC , OI, CM = a con 12.88, 12.14,11,35 cm respectivamente y OM = b con 9.20 cm (anexo 12).

I. laurina alcanzó el mayor diámetro basal (Figura 4), y menores alturas del fuste limpio Figura 3 , Seguida de *T. rosea*, *S. glauca* y *S. saman* ; En el primer y segundo lugar lo están especies que son manejadas con insumo Convencional Moderado (CM).

4.2.4. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

La variable diámetro a la altura del pecho (DAP) se midió a todas las especies evaluadas desde la edad de 2.5 años, exepctuando a *S. saman* que se tomó desde la edad 1(Anexo 9).

El mayor crecimiento de DAP lo obtiene *I.laurina*, en el nivel de insumo Convencional Intensivo(IC), con 26.04 cm, dicha especie ha obtenido un crecimiento del dap rápido desde los primeros años, más cuando empieza a bifurcarse (Figura 5). Estadísticamente se encuentran dos categorías diferentes lo que permite agrupar a los niveles de insumo IC, OM, CM =a y OI =b (anexo 12).

Por su parte *S. glauca* también ha venido teniendo un crecimiento del DAP constante con el nivel de insumo (IC), alcanzando hasta 20.81 cm; su crecimiento ha sido siempre rápido desde la edad uno.(Figura 5). Según el análisis estadístico se encontraron diferencias significativas con respecto a los niveles de insumo, formando tres categorías estadísticas IC, OM =a , CM=b , OI = c (anexo 12).

T. rosea tenido el mismo crecimiento que *S. glauca* logrando el mayor dap, con el nivel de insumo convencional intensivo (IC), con 20.48 cm de dap, (Figura 5). Estadísticamente *T.rosea* presenta diferencias significativas con cada uno de los niveles de insumo, IC=a OM = b, CM=c y OI =d con 21.48, 19.29, 18.42 y 18.33 cm respectivamente(anexo 12).

S. saman ha tenido un rápido crecimiento del dap , presentando los mayores crecimientos de dap, con el nivel de insumo Orgánico intensivo (OI), con 13.20 cm, en 6 años, (Figura 5); Estadísticamente se observa que hay diferencias significativas con relación a los niveles de insumo para dicha especie, agrupándolos estadísticamente OI= a , CM,OM = b y IC = c (anexo 12).

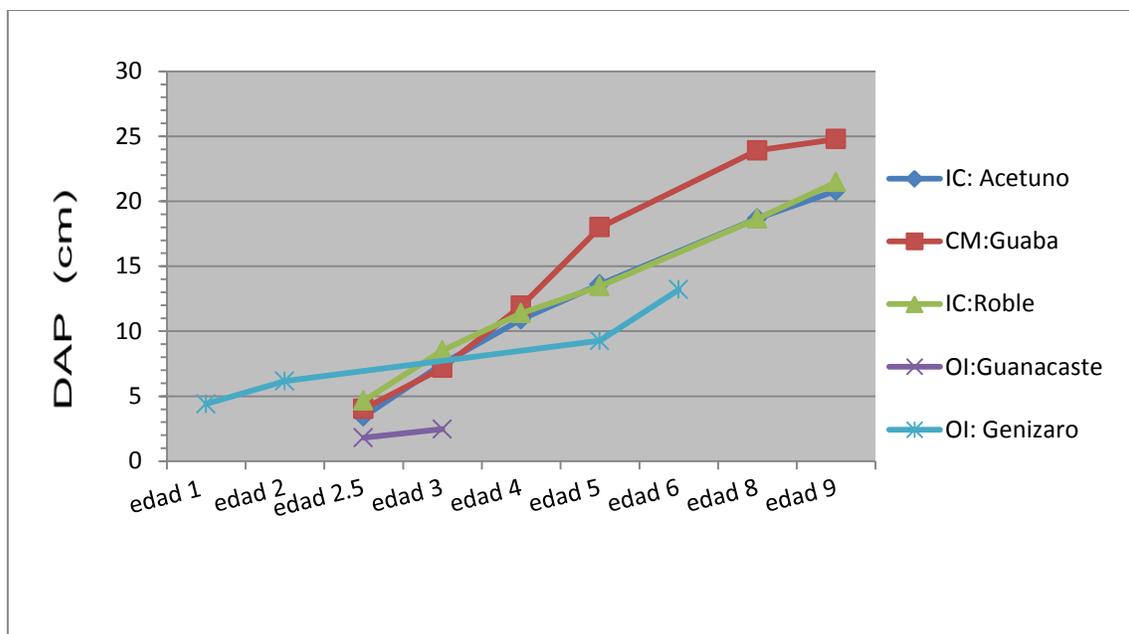


Figura 5. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las especies arbóreas Municipio de Masatepe, Masaya, 2000 - 2010.

4.2.5. Diámetro de Copa

Como se puede apreciar en la Figura 6, en esta variable las especies que mejor diámetro de copa obtuvieron fueron *I. laurina*, *S. glauca*, *T. rosea* y en último lugar *S. saman* evaluado hasta la edad 6.

I. laurina ha mantenido un crecimiento rápido todos los años, siendo la especie con mayor diámetro de copa, pero el mayor crecimiento de diámetro se obtiene cuando se utiliza un nivel de insumo Convencional moderado (CM), con diámetro de copa de 8 m, (Figura 6). Estadísticamente no se encuentran diferencias significativas entre los niveles de insumo (anexo 12).

Por su parte *S. glauca*, en la (Figura 6), también obtuvo un crecimiento de copa rápido todos los años, logrando mayor crecimiento cuando se utiliza en su manejo, insumo Orgánico Moderado (OM), logrando un diámetro de copa de 7.8 m, teniendo un crecimiento similar cuando es manejada con insumo Convencional Intensivo (CI), logrando diámetro de 7.5 m. (Anexo 10). A nivel estadístico se encontraron diferencias significativas agrupándolos en dos categorías estadísticas distintas OM, IC = a y CM, OI = b.

T. rosea en la Figura 6, es la tercer especie que mostró mayor crecimiento, al igual que las antes mencionadas se mantuvo creciendo todos los años, teniendo un crecimiento similar en todos los niveles de insumos evaluados hasta la edad 5, luego, logrando mayores crecimiento sí esta especie es tratada con insumo Convencional Moderado (CM), alcanzando diámetro de copa de 7.48m, pero estadísticamente existen diferencia significativa entre los niveles de insumo agrupados estadísticamente en cuatro categorías IC = a, OM=b CM= c y OI =D (Anexo 12).

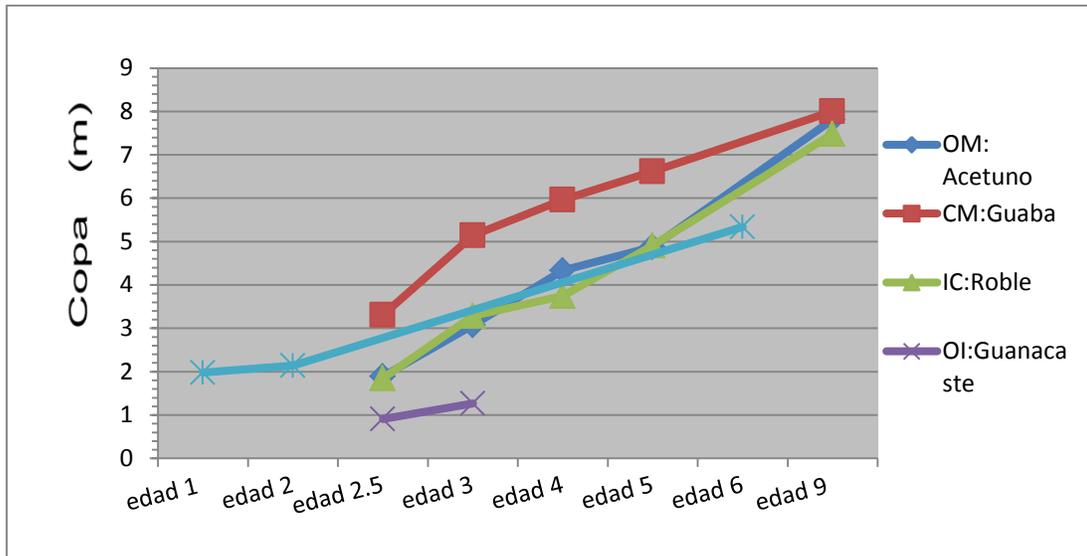


Figura 6. Diámetro de copa de las cinco especies arbóreas en estudio en el Municipio de Masatepe, Masaya, 2000- 2010.

S. saman, ha tenido un crecimiento rápido desde los primeros años con todos los niveles de insumos evaluados (Anexo 9), obteniendo un mayor crecimiento con el insumo convencional Moderado (CM), con un diámetro de copa de 5.34 m, hasta la edad de 6 años, tiempo que tiene esta especie de estar en el ensayo (Figura 6). Estadísticamente no se encuentran diferencias significativas entre los niveles de insumo (Anexo 12).

4.3. Incremento Medio Anual (IMA) de cuatro especies arbóreas

Considerando que en el ensayo experimental del sistema de café con sombra se les realizó mediciones a todas las especies arbóreas y conociendo su edad se estimó el incremento medio anual en altura total y diámetro a la altura del pecho de cada una de ellas para determinar el promedio de crecimiento de las especies arbóreas por año.

4.3.1. Incremento Medio Anual (IMA) de altura total de cuatro especies arbóreas.

Se muestra en la Cuadro 7, el Incremento Medio Anual (IMA) de cada una de las especies a nivel de Insumo y tipo de Sombra.

I. laurina, es la que alcanza un IMA mayor con 1.37 m, con nivel de insumo Orgánico Intensivo (OI) y con un nivel de Insumo Convencional Moderado CM esta misma especie logra un IMA de 1.36 m, casi el mismo incremento que logra con OI. Con respecto al nivel de insumo Convencional intensivo (IC) esta especie ha tenido un incremento medio anual de

1.35 m y el menor IMA que presenta *I. laurina* es de 1.28 cm por año y se da en el nivel de insumo Orgánico moderado (OI), (Cuadro 7).

Al comparar con Cordero y Boshier (2003) este autor indica que el incremento medio anual de Inga es de 1.5 m resultado muy similar al obtenido en la presente investigación con 1.37 m

Con respecto a *S. glauca* (Cuadro 7), ha tenido un incremento rápido, logrando un IMA de 1.17 m con nivel de insumo CM y el incremento en altura con el resto de los niveles de insumo es similar; OM ha tenido un IMA de 1.13 m, el IMA con OI es de 1.12 m y el menor IMA se presenta con un nivel de insumo IC con 1.10 m.

Por su parte *T. rosea*, ha venido teniendo también un incremento rápido de la altura, logrando el mayor IMA con nivel de insumo IC alcanzando 1.19 m de altura, pero con los niveles de insumo OM, CM, también ha mostrado buenos resultados con un IMA de 1.07 m y si esta especie es manejada con OI su incremento por año es de 1.02 m (Cuadro 7).

S. saman, es la especie que menor IMA muestra en todos los niveles de insumo. El mayor incremento medio anual es de 1.07 m y se da en el nivel de Insumo OI, le sigue el CM en donde esta misma especie logra un IMA de 1.04 m, en los niveles de insumo IC y OM el incremento es menor de 1m.

Con respecto al nivel de sombra, la especie que mayor IMA presentan (Cuadro 7), es *S. glauca* con 1.30 m, cuando está asociada con *T. rosea* y si es combinada con *I. laurina* esta misma especie logra un IMA de 1.15 m.

En segundo lugar se encuentra *I. laurina* con un IMA de 1.27 m de altura si está acompañado de *S. glauca*, en cambio si esta misma especie es asociada con *S. saman* su incremento es menor, con un IMA de 1.21 m, debido a la competencia por nutriente (Cuadro 7).

Luego le sigue *S. saman* (cuadro 7), con 1.17 m de IMA al estar asociada con *T. rosea* y si esta misma especie es asociada a *I. laurina* obtiene un Incremento medio anual de 0.94 m.

En último lugar se encuentra *T. rosea* asociada con *S. glauca* (Cuadro 7), logrando un IMA de altura de 1.08 m; si es combinada con *S. saman* su IMA es 1.03m.

Estos resultados concuerdan con Chavarría y Hernández. (2007) quienes afirman en su investigación que las especies de árboles de *Inga laurina*, *Simarouba glauca*, alcanzaron promedios similares de alturas y de igual manera el IMA.

Cuadro 7. Incremento Medio Anual (IMA) en altura de cuatro especies arbóreas por tipo de Sombra y nivel de insumo en Masatepe, 2009

Especie	TRATAMIENTO	IMA ALTURA
ACETUNO	SGIL	1.15
	SGTR	1.30
GUABA	ILSG	1.27
	ILSS	1.21
ROBLE	TRSG	1.08
	TRSS	1.03
GENIZARO	SSTR	1.17
	SSIL	0.94
Especie	INSUMO	IMA ALTURA
ACETUNO	CM	1.17
	IC	1.10
	OI	1.12
	OM	1.13
GUABA	CM	1.36
	IC	1.35
	OI	1.37
	OM	1.28
ROBLE	CM	1.06
	IC	1.19
	OI	1.02
	OM	1.07
GENIZARO	CM	1.04
	IC	0.92
	OI	1.07
	OM	0.95

4.3.2. Incremento medio Anual (IMA) del Diámetro a la altura del pecho DAP de cuatro especies arbóreas.

De acuerdo a los niveles de insumo presentados en el Cuadro 8, se observa que *I. laurina* alcanza un mayor IMA del DAP, que las otras especies logrando un incremento de 3.27 cm por año, con el nivel de insumo Orgánico moderado (OM), sin embargo con el resto de los niveles de insumo los incrementos son similares en cuanto al IMA de DAP; con Intensivo Convencional (IC) 3.25 cm por año, Convencional Moderado (CM) 2.99 cm por año y por último, su menor incremento se da en el insumo, OI (Orgánico Intensivo) con 2.53 cm por año.

En segundo lugar en cuanto al incremento medio anual se encuentra *T. rosea* (Cuadro 8), logra su mayor IMA con un nivel de insumo IC con 2.38 cm y con un OM logra un incremento de 2.14 cm y con los niveles de Insumo CM y OI alcanza los menores incrementos por año 2.04 cm y 2.03 cm. (Cuadro 8)

La especie de *S. glauca* logró un incremento del diámetro de 2.31 cm con el nivel de insumo IC y 2.30 con el nivel OM los menores incrementos se presentaron con los niveles de insumo CM y OI con 2.05 cm y 1.91 cm respectivamente. (Cuadro 8)

S. saman es la especie que presentó el menor incremento media anual con 2.2 cm en el nivel de insumo OI, 2.01 en el CM, 1.76 en el nivel de insumo OM y con 1.36 en el nivel de insumo IC

Con respecto al IMA del DAP de acuerdo al tipo de sombra, la especie que mayor incremento mostró es, *I. laurina*, con un IMA del DAP de 3.08 cm, cuando está asociada con *S. saman* y 2.71 cm si se asocia con *S. glauca* (Cuadro 8).

Seguida de *S. saman* (Cuadro 8), que ha venido teniendo un crecimiento rápido, con un incremento de 2.41 cm, acompañada de *T. rosea* y si está misma especie es combinada con *I. laurina* su incremento es menor de 1.78 cm por año.

Por su parte *S. glauca* presenta un mayor crecimiento si es asociada con *T. rosea*, logrando un incremento de 2.19 cm por año y si es combinada con *S. saman*, logra un incremento de 1.86 cm por año (Cuadro 8).

En último lugar se encuentra *T. rosea*, con un incremento de 2.19 cm al encontrarse asociada con *S. glauca*, en cambio si se acompaña de *S. saman* su incremento es menor de 2.05 cm por año (Cuadro 8).

Cuadro 7. Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las cuatro especies arbóreas por tipo de Sombra y nivel de insumo en Masatepe, 2009

Especie	TRATAMIENTO	IMA DAP
ACETUNO	SGIL	1.86
	SGTR	2.19
Guaba	ILSG	2.71
	ILSS	3.08
ROBLE	TRSG	2.19
	TRSS	2.05
GENIZARO	SSTR	2.41
	SSIL	1.78
Especie	INSUMO	IMA DAP
ACETUNO	CM	2.05
	IC	2.31
	OI	1.91
	OM	2.30
GUABA	CM	2.99
	IC	3.25
	OI	2.53
	OM	3.27
ROBLE	CM	2.04
	IC	2.38
	OI	2.03
	OM	2.14
GENIZARO	CM	2.01
	IC	1.36
	OI	2.2
	OM	1.76

4.4. Producción uva y Rendimientos en kilogramo grano oro por hectárea de café en los nueve años de estudio, utilizando diferentes combinaciones de sombra y niveles de insumo.

4.4.1. Producción del café en nueve años, con diferentes niveles de insumo.

Los resultados obtenidos en la producción uva (kg ha^{-1}) por nivel de insumo aplicados indica que el Intensivo Convencional (IC), alcanza a la tercera cosecha y séptima cosecha una mayor producción; similar comportamiento mostro el Orgánico moderado (OM); mientras que el Orgánico intensivo (OI), logró a la cuarta cosecha una mayor producción y coincide con el IC en la séptima cosecha; ese comportamiento se debe a la fisiología natural del café ya que esta planta produce grandes producciones cada tres o cuatro años según el manejo que se le realice.

De igual manera Merlo (2007) encontró los mismos resultados en Costa Rica donde señala que en el último año de análisis en la producción de café encontró que esta superaba las cosechas de los años anteriores en todos los tratamientos y que las mayores producciones las obtuvieron los tratamientos altos convencionales.

Para la cosecha ocho la producción de café disminuyó en más del 70% alcanzando una producción con el nivel de insumo IC de 2519.87 kg ha⁻¹, siendo la mayor producción en esta cosecha y la menor fue de 1479.71 kg ha⁻¹ que se presentó en el nivel de insumo CM (Convencional Moderado). De acuerdo al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las cosechas, es decir, que estadísticamente la producción de café ha sido igual con los diferentes niveles de insumo (anexo 13).

Estos resultados coinciden con Moraga (2010) quien afirma en su estudio que la mayor producción acumulada de café se presentó en IC (Intensivo convencional) con 111.17 qq oro m^z⁻¹.

(Merlo, 2007) señala que los tratamientos Orgánicos Intensivos mantuvieron su producción por debajo de los convencionales coincidiendo con los resultados encontrados en este estudio.

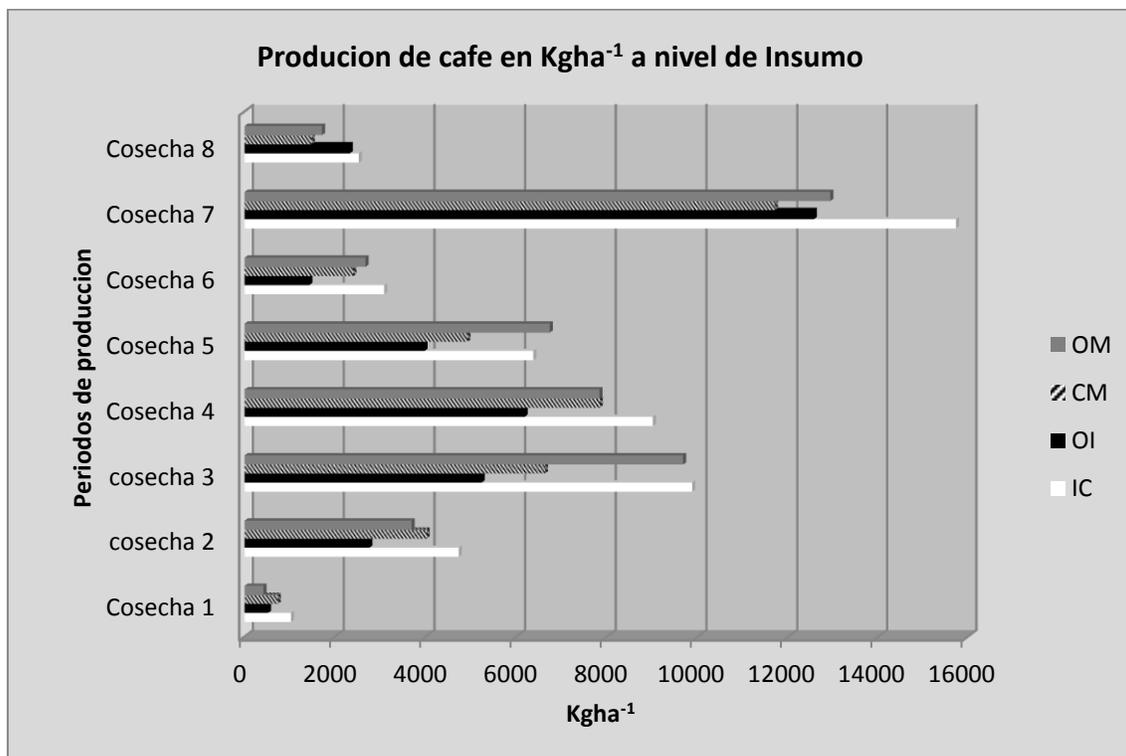


Figura 7. Producción del café en Kg ha⁻¹ en los nueve años utilizando diferentes Niveles de insumo en Masatepe, Masaya, 2001 -2009.

4.4.2. Producción del café con diferentes Combinaciones de árboles de sombra

Los datos de producción de café se presentan por cosecha y tratamientos en Kg ha⁻¹ (Figura 8), Es evidente que se obtuvo una mayor producción de café en la cosecha siete con 19340.88 Kg ha⁻¹ en el tratamiento a pleno sol representado por (PS), seguido por la combinación de sombra SSTR en la misma cosecha con 14222.56 Kg ha⁻¹, luego le sigue SGTR, SSIL, ILSG sucesivamente, para la cosecha ocho todos estos resultados disminuyeron en más del 70% y la mayor producción se dio en SGTR, con 2279.59 kg ha⁻¹ seguida por SSIL con una producción de 2067.9 kg ha⁻¹, seguido de SSTR, PS, ILSG sucesivamente. Estadísticamente se encontraron diferencias significativas en la producción de café en las cosechas uno y cuatro, pero en las cosechas siguientes estas diferencias estadísticas no se presentaron, siendo en la actualidad la producción de café estadísticamente igual en cada uno de los doseles de sombra de los árboles evaluados (Anexo 13).

Estos resultados coinciden con Moraga (2010), quien señala en su investigación que la mayor producción se da en el tratamiento PS (pleno sol) con 114.31 qq oro mz⁻¹ .

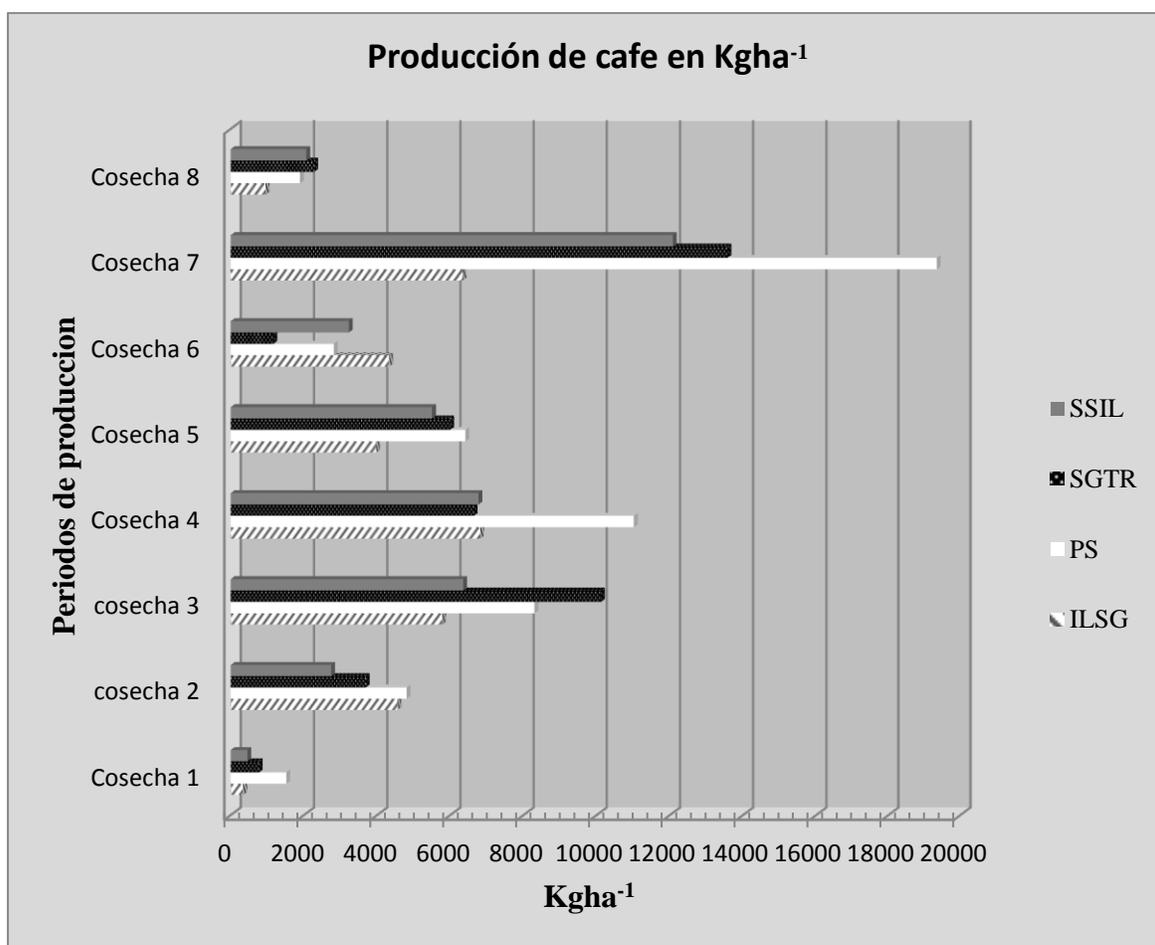


Figura 8. Producción del café en Kg ha⁻¹ en los nueve años utilizando diferentes Combinaciones de árboles de sombra en Masatepe, 2001 -2009.

4.4.3. Rendimientos de café utilizando diferentes combinaciones de sombra y niveles de insumo.

De acuerdo al análisis estadístico realizado se encontró que los mayores rendimientos de café en kg oro ha⁻¹, se presentan en la cosecha tres con el tratamiento Intensivo Convencional (IC), en la asociación de sombra SGTR 1964.67 kg oro ha⁻¹, seguido por Moderado Orgánico (OM) con 1775.23 kg oro ha⁻¹ en la combinación de sombra SSTR, en recolecta de la cosecha cuatro los resultados fueron mayores en la combinación de sombra SSTR con el tratamiento OM 1699.23 kg oro por ha, la parcela pleno sol también obtuvo un mayor rendimiento con el tratamiento IC 1654.09 kg oro ha⁻¹ (Figura 9). Estadísticamente las cosechas tres y cuatro presentan diferencias significativas con respecto al resto de las cosechas (Anexo 14) esto puede ser por los cambios climáticos, la fisiología del café así como también por afectaciones por plagas.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Merlo, (2007) en el segundo ensayo experimental que se lleva a cabo en Costa Rica, quien afirma que los mayores rendimientos se dieron en la cosecha dos con el tratamiento Intensivo convencional (IC); y este comportamiento sobre el rendimiento se debe probablemente a la liberación de nutrientes procedentes de fuentes orgánicas y micronutrientes esenciales para la producción de la planta (CENICAFE, 1993).

Los resultados obtenidos coinciden con Moraga, (2010), que señala en su investigación que los mayores rendimientos se da en el tratamiento PS (pleno sol) con 114.31 qq oro /mz. También coincide con Merlo, (2007) quien en su investigación afirma que los mayores rendimientos están en la parcela a pleno sol.

Incluso si se consideran, los rendimientos de café por año de cosechas en la primera cosecha se encuentran los menores rendimientos, para la segunda cosecha los resultados incrementaron en más de un 60% con respecto a la cosecha uno, logrando mayor rendimiento promedio los intensivos convencionales y en la asociación de sombra SSTR. En la tercer y cuarta cosecha se encontraron diferencias significativas encontrando tres categorías estadísticas A =ILSG. B=PS. C= SGTR, SSIL, SSTR. A nivel de insumo en la cosecha 3 se encontraron tres categorías estadísticas diferentes A= IC. B = OM . C= CM, OI.

Los rendimientos de la cosecha cinco y seis fueron disminuyendo llegando a obtener en la cosecha 6 una producción de 297 kg grano oro ha, en todas las asociaciones de sombra, para la cosecha 7 estos rendimientos aumentaron considerablemente en cada uno de los tratamientos alcanzando en pleno sol hasta 1270.88 kg grano oro por ha, y a nivel de insumo 1046.51 kg oro grano por ha en IC, para la cosecha ocho estos rendimientos disminuyeron drásticamente donde la mayor producción fue de 65.65 kg grano oro por ha en las diferentes combinaciones de sombra y a un 86.77 kg grano oro por ha a nivel de insumo en el tratamiento CM.(Anexo14).

Rendimiento de café en Kg oro por ha⁻¹ con diferentes Niveles de Insumo y diferentes combinaciones de sombra por parcela

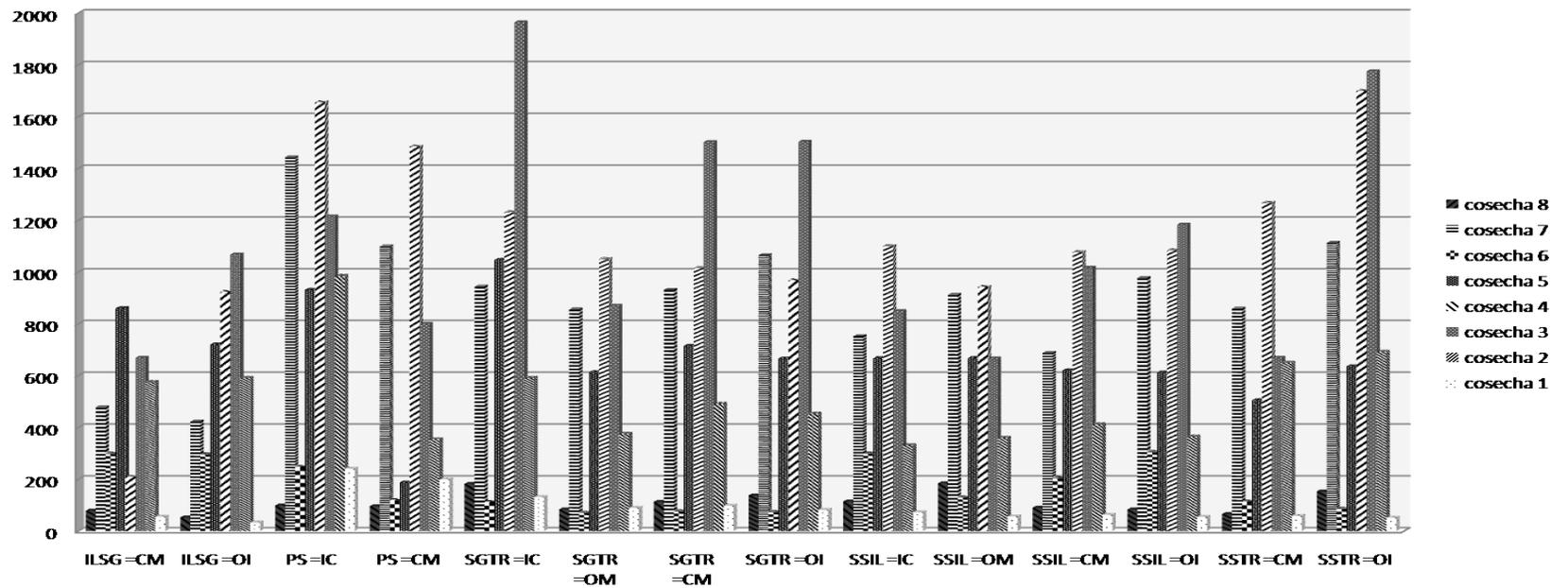


Figura 9. Rendimientos de café con diferentes niveles de Insumo y combinaciones de árboles de sombra.

V. CONCLUSIONES

La especie que mejor resultado presentó fue *Simarouba glauca* alcanzando las mayores alturas totales y de fuste limpio; el mayor diámetro basal, DAP y diámetro de copa los presentó *Inga laurina* asociada a *Samanea saman*.

A nivel de insumo, la especie *I. laurina* fue la que alcanzó mayor altura total con el manejo Orgánico intensivo (OI); y con el tratamiento Convencional Moderado (CM), presenta mayor Dap, y el nivel de insumo Convencional intensivo (IC) presento un crecimiento del diámetros basales más rápido, en cuanto a altura de fuste limpio *Simarouba glauca* es la que ha logrado el crecimiento más rápido con el nivel de insumo CM.

S. glauca presenta el mayor Incremento Medio Anual IMA, en altura, comparado con el resto de las especies, a nivel de dosel de sombra y a nivel de insumo *I. laurina* presenta el mayor IMA en altura, y también *Inga* presenta el mayor Incremento Medio Anual IMA de dap, seguido por la especie *Simarouba glauca*.

En cuanto a los niveles de insumo, la mayor producción acumulada en ocho cosechas se presentó en el ciclo 08/09, sobresaliendo el Intensivo Convencional (IC) y el de menor producción lo presenta el Convencional Moderado (CM).

De acuerdo a las combinaciones de doseles de sombra, la mayor producción acumulada en las ocho cosechas, se obtuvo en la recolecta siete, en pleno sol, seguido por una combinación de sombra leguminosa mas maderable (SSTR). Para la cosecha ocho toda esta producción disminuyó en más del 70% debido a la fisiología natural del café y a cambios climáticos.

Los mayores rendimientos de café en kg grano oro ha⁻¹, se presentan en la cosecha tres con el tratamiento Intensivo Convencional (IC), en la asociación de sombra maderables (SGTR), seguido por Moderado Orgánico (OM) en la combinación de sombra leguminosas mas maderables (SSTR). La segunda cosecha que más rindió fue la recolecta de café cuatro en la asociación de leguminosas mas maderables con el nivel de insumo OM.

VI. RECOMENDACIONES

- Darle seguimiento a esta investigación y a estos resultados ya que estos árboles aún son jóvenes y sería interesante observar en su máximo desarrollo de qué forma evolucionan en el sistema agroforestal café bajo sombra.
- Realizar el monitoreo sistemático de cada una de las especies arbóreas, que se encuentran en el ensayo experimental, cada año para tener resultados más específicos.
- Para mejorar los rendimientos del café es necesario implementar el manejo del dosel de la sombra de acuerdo a la fenología de cada especie y principalmente a *Samanea saman* e *Inga laurina*.

Ejemplo de periodos de poda:

Inga laurina: El primero en mayo y el segundo en octubre

Samanea saman: El primero en mayo y el segundo en octubre

Tabebuia rosea: Una vez al año antes de entrar el invierno.

Simarouba glauca: Una vez al año antes de entrar el invierno.

VII. LITERATURA CITADA

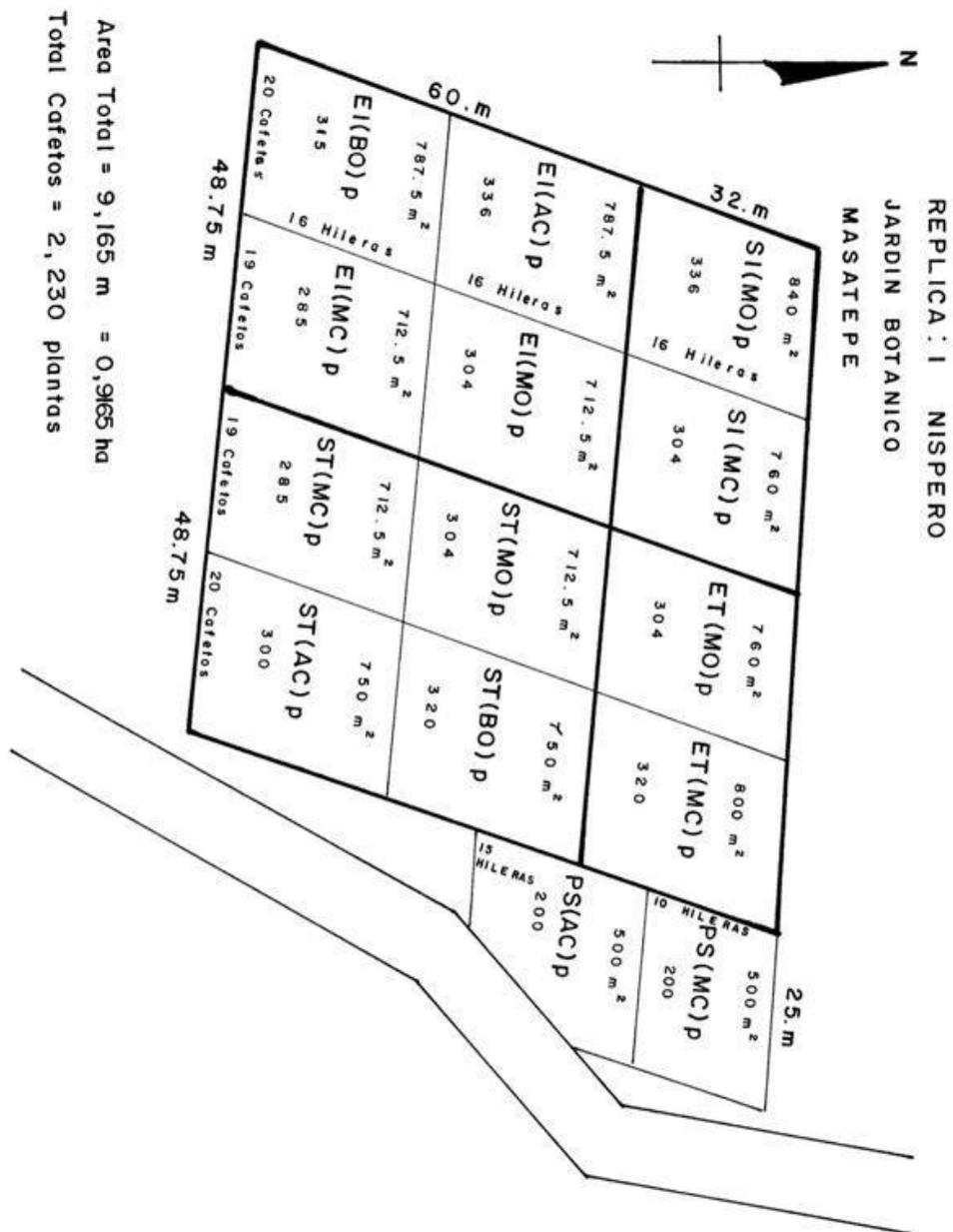
- ANACAFE, 1997. Importancia de la sombra en el cafetal. Agroforestería en las America.4 (13):25-29
- Beer, J. 1997. Café con sombra. Agroforestería en las Américas. Turrialba, Costa Rica. P 8-27.
1998. Litter production and competitive effects of the shade trees *cordia alliodora* and *Erythrina poeppigiana* an agro forestry system with *Coffea Arabica*. EN: Desafíos de la caficultura en Centro América. Mayo 1998. San Jose, Costa Rica). Memoria. San José, Costa Rica. p 77.
- Bonilla, G. 1999. Tipologías cafetaleras en el pacífico de Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba Costa Rica, CATIE. PP. 44.
- CATIE (Centro Agronómico tropical de Investigación y Enseñanza, CR)- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI)-UNICAFE (Unión Nicaragüense de Cafetaleros, NI), 2010.Sostenibilidad y sinergismo en café agroforestal: un estudio de las interacciones entre el café, las plagas, la fertilidad del suelo y los árboles. Jardín Botánico, Masatepe –Masaya. pp 35.
- Cordero J. Boshier, H. 2003. Árboles de Centro América .Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE) .Turrialba CR. Pp. 219-922.
- Chavarría, R. Hernández, J. 2007. Biomasa y nutrientes de árboles de sombra en sistemas agroforestales con *Coffea arábica L* de 5 años, en el pacífico de Nicaragua. Tesis. Ing. Managua, NI. UNA (Universidad nacional agraria). 58 p.
- Escalante, M .2000. Diseño y manejo de los cafetales del occidente de El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. PP 70.
- Gleissman, S. 2002. Agro ecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba Costa Rica, CATIE. Pp 359.

- Merlo, M, 2007. Comportamiento productivo de café (*Coffea arabica* Var. caturra), El porò (*Eritrina poeppigiana*), el Amarillón (*Terminalia amazonia*) y el casha (*Chloroleucon eurycyclum*) en sistemas agroforestales bajo manejo convencionales y orgánicos. Tesis.Mag. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pp 92.
- Moraga, P, 2010. Rendimiento de café ensayo de sistemas, Masatepe. Masaya, Nicaragua.
- Muschler, R. 2000. Sombra o sol para un café sostenible, enfoque de una vieja discusión, Simposio Latino americano. San José, Costa Rica. Pp 471-476
- Munguía, R.; Hagggar,J.; Ponce, A. 2010. Cambios en la fertilidad del suelo, producción de biomasa y balance de nitrógeno en sistemas agroforestales con café en Nicaragua. La Calera.10 (14):5-12.
- Salazar, R .1989. Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. Boletín técnico N° 20. Turrialba. Costa Rica. Pp 130.
- Santacreo, R. 1999. Coordinador Programa Mejoramiento Genético. IHCAFE. En línea <http://www.ihcafe.org/> consultado el 25 de febrero.
- Suarez, A. Picado, J .2009. Comportamiento agronómico, fitosanitario y calidad de grano de tres híbridos y cuatro variedades comerciales de café (*Coffea arabica* L) agroforestales en Masatepe. Nicaragua. Tesis. Ing. Managua, NI, UNA. (Universidad Nacional Agraria).
- UNICAFE (Unión Nicaragüense de cafetaleros). 1996. Manual de caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua. Pp 24.
- Vindell, H.; Pantoja, C. 2003. Dinámica de crecimiento y fenología de especies arbóreas como sombra en cafetales en el municipio de Masatepe, Masaya. Tesis. Ing. Managua, NI. UNA. (Universidad Nacional Agraria) Pp. 71
- Zúñiga, C. 2000. Tipologías cafetaleras y desarrollo de enfermedades en los cafetales de la reserva natural Miraflores-Moropotente, Estelí, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Pp 68.

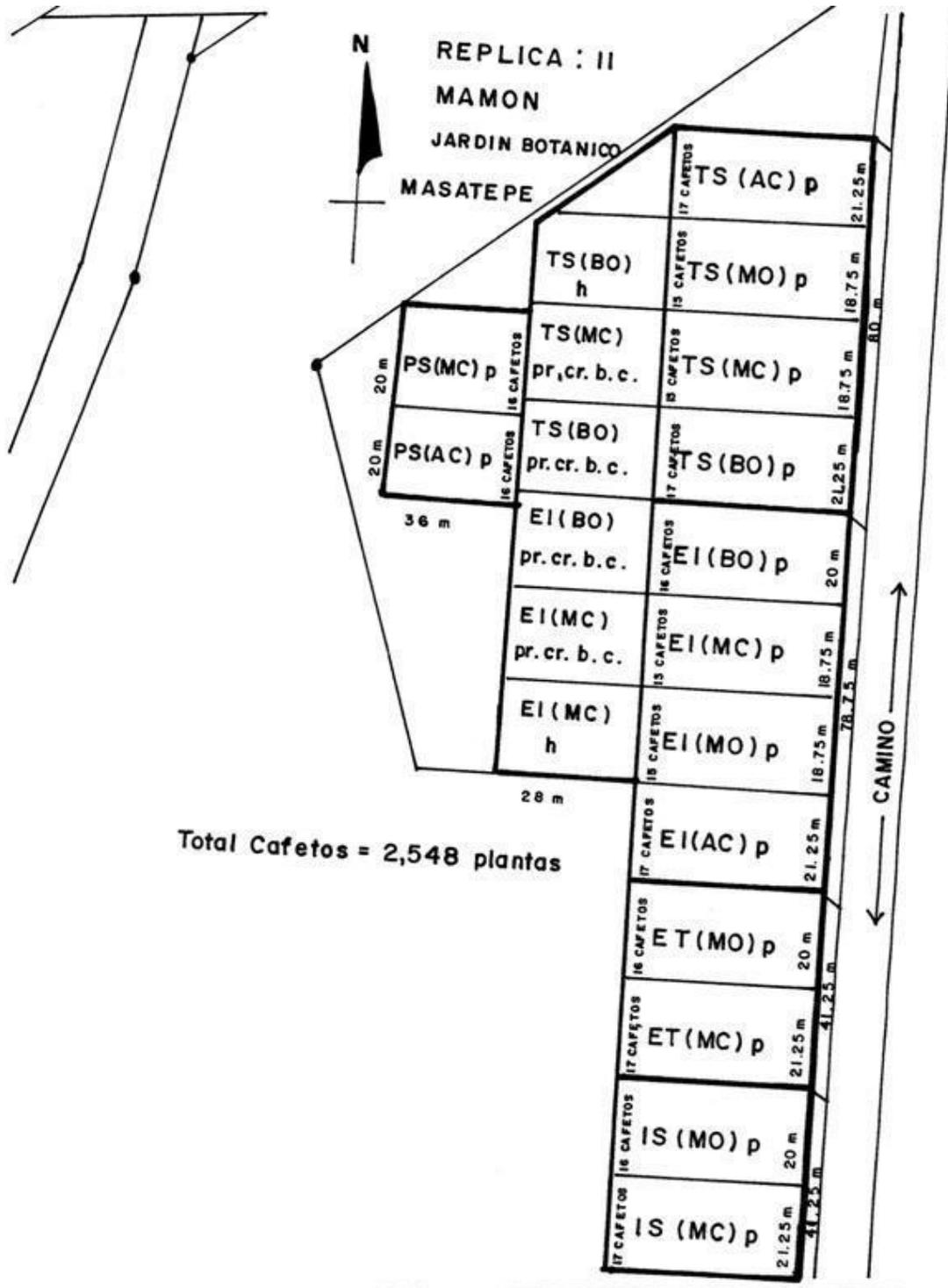
VIII. ANEXO

ANEXOS

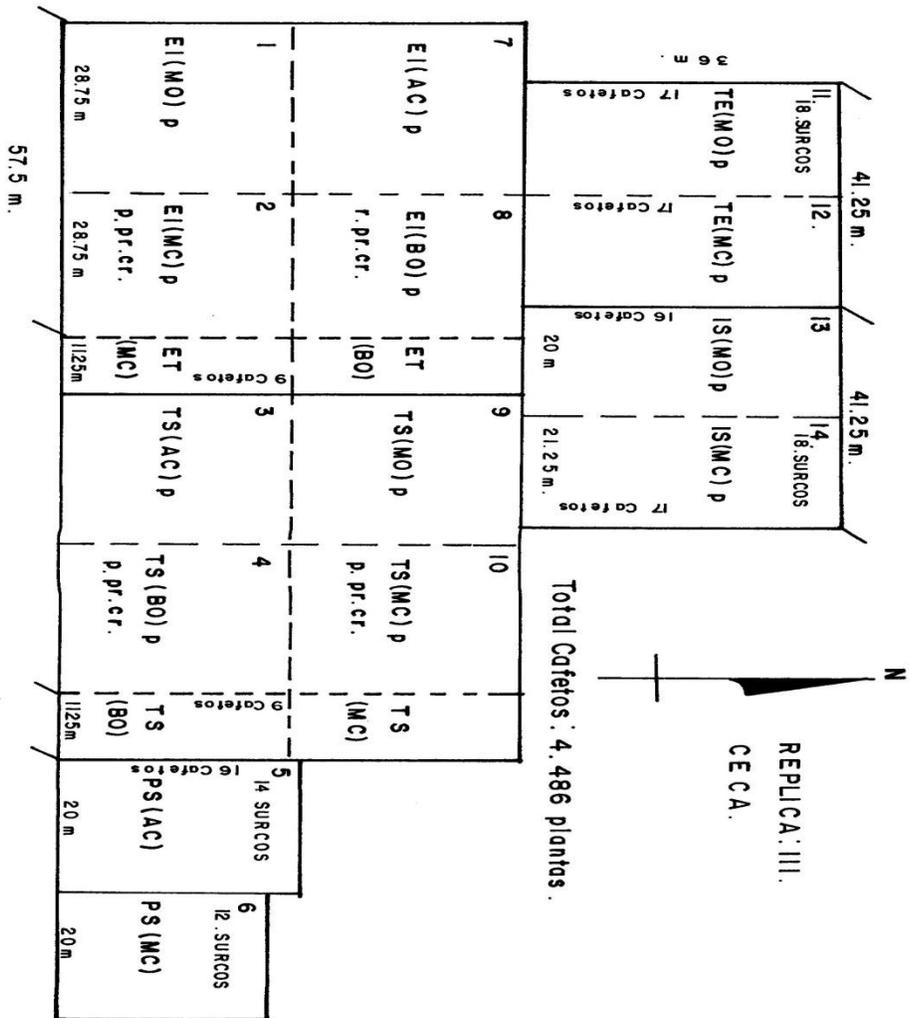
ANEXO 1. Ensayo experimental. Réplica Nispero, Jardín botánico, Masatepe



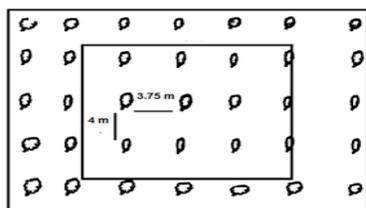
ANEXO 2 .Ensayo experimental. Réplica El Mamón, Jardín botánico, Masatepe



ANEXO 3. Ensayo experimental. Réplica Campos Azules, Masatepe



ANEXO 4. Área experimental y área útil por cada parcela

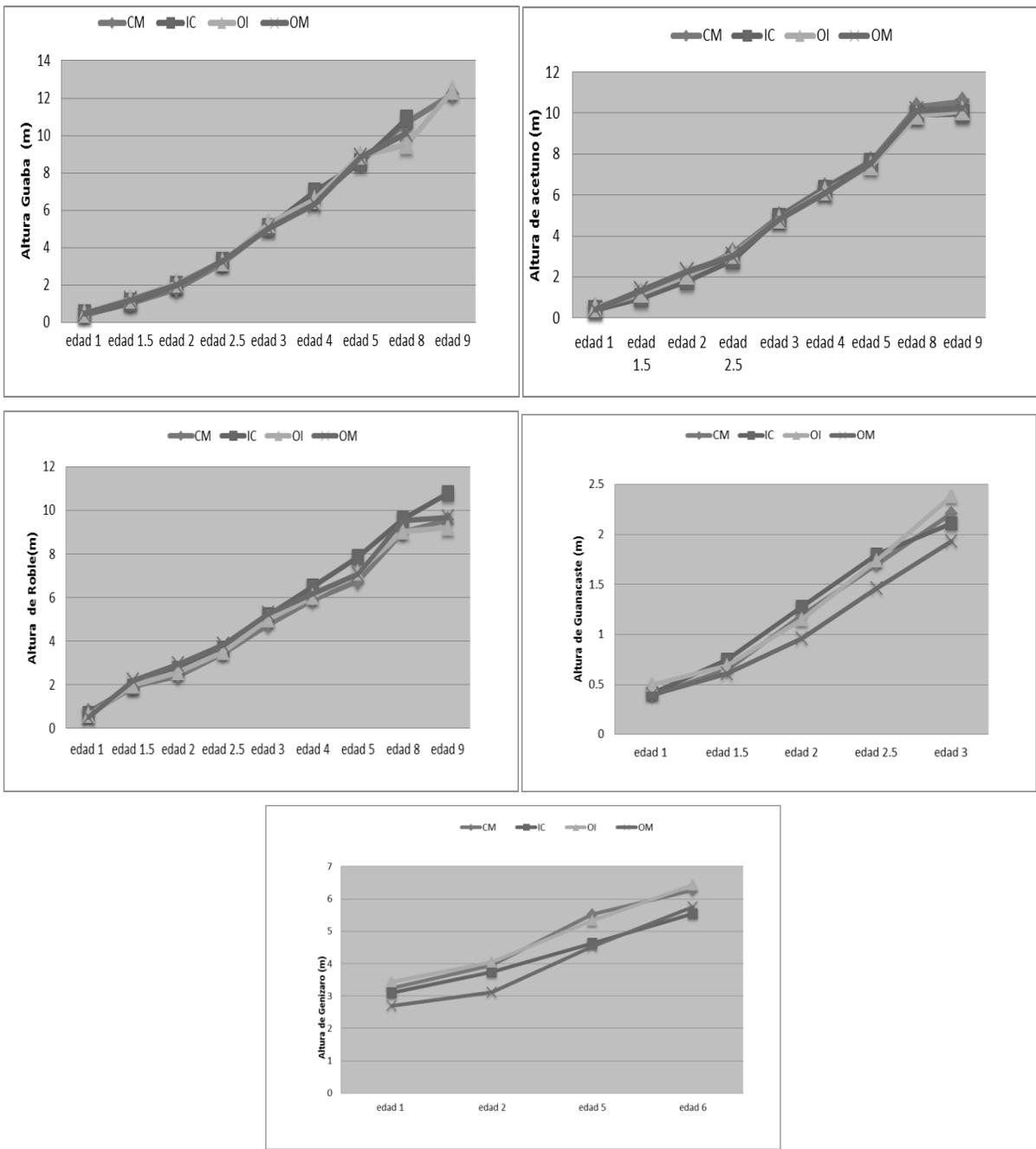


Replica	Parcela	Sombra	Nivel de insumo	Parcela Exp	Parcela Útil
1	1	ilSg	OI	840	300
1	2	ilSg	CM	760	300
1	3	SsTr	OI	760	300
1	4	SsTr	CM	800	300
1	5	Psol	IC	570	300
1	6	Ssil	IC	840	300
1	7	Ssil	OI	760	300
1	8	SgTr	OI	760	300
1	9	SgTr	OM	800	300
1	10	Psol	IC	507.5	300
1	11	Ssil	OM	787.5	300
1	12	Ssil	CM	712.5	300
1	13	SgTr	CM	712.5	300
1	14	SgTr	IC	750	300
2	1	ilSg	CM	850	270
2	2	ilSg	OI	800	270
2	3	SsTr	CM	850	270
2	4	SsTr	OI	800	270
2	5	Ssil	IC	850	270
2	6	Ssil	OI	750	270
2	7	Ssil	CM	750	225
2	8	Ssil	OM	800	225
2	9	SgTr	OM	850	225
2	10	SgTr	CM	750	225
2	11	SgTr	OI	750	270
2	12	SgTr	IC	850	270
2	13	Psol	IC	595	225
2	14	Psol	IC	630	225
3	1	Ssil	OI	690	225
3	2	Ssil	CM	870	225
3	3	SgTr	IC	690	225
3	4	SgTr	OM	870	225
3	5	Psol	IC	520	225.5
3	6	Psol	CM	520	227.5
3	7	Ssil	IC	690	225
3	8	Ssil	OM	870	225
3	9	SgTr	OI	690	225
3	10	SgTr	CM	870	225
3	11	SsTr	OI	765	247.5
3	12	SsTr	CM	765	247.5
3	13	ilSg	OI	680	247.5
3	14	ilSg	CM	680	247.5

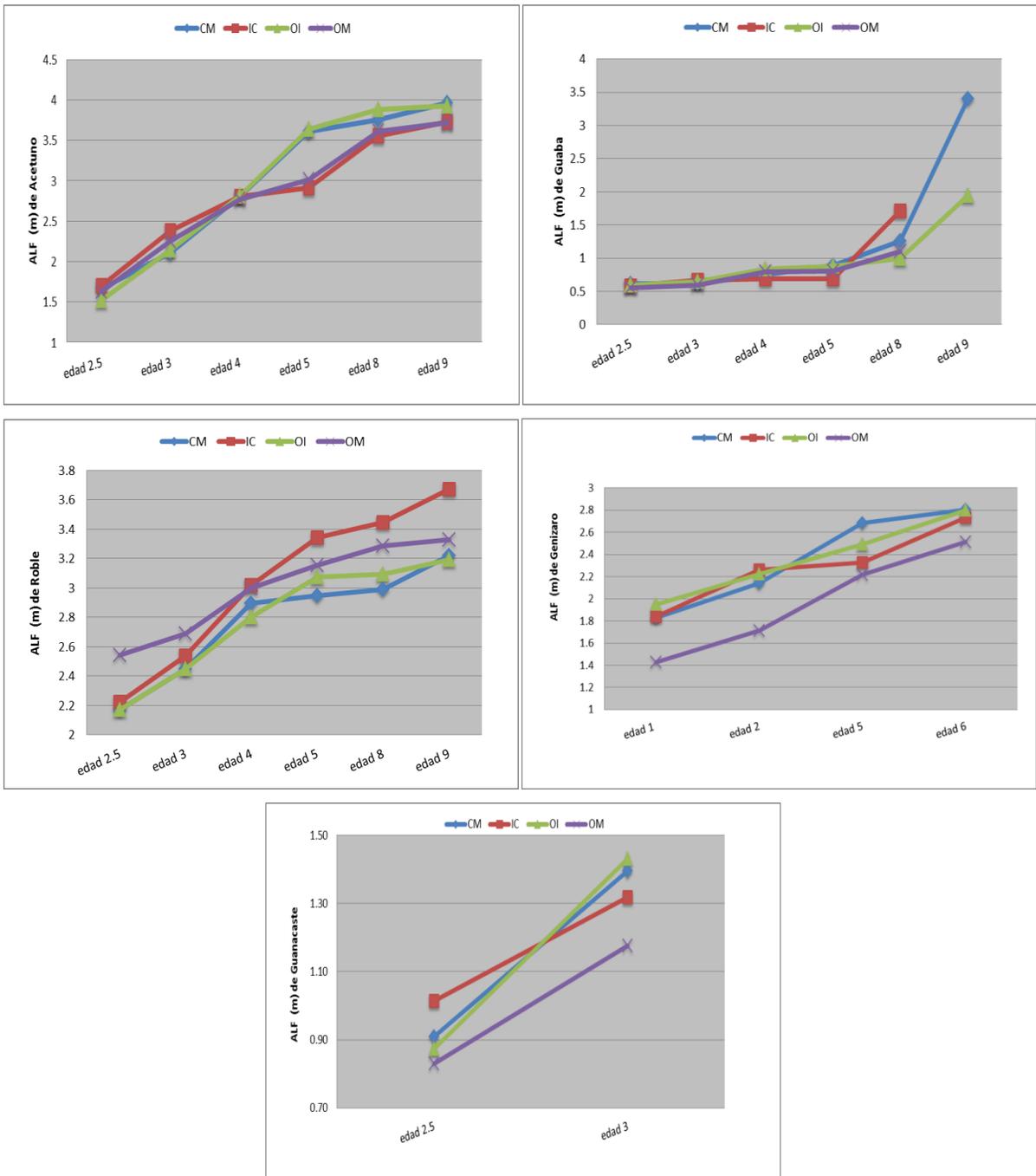
ANEXO 5: Formato de campo de registro de datos de los árboles

Tinsom	Ninsum	Especie	Altura	Altura del fuste limpio	Diámetro basal	Diámetro a la altura del pecho (DAP)	Diámetro de copa

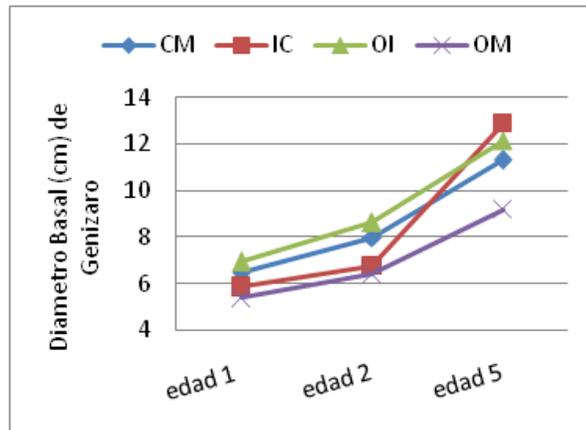
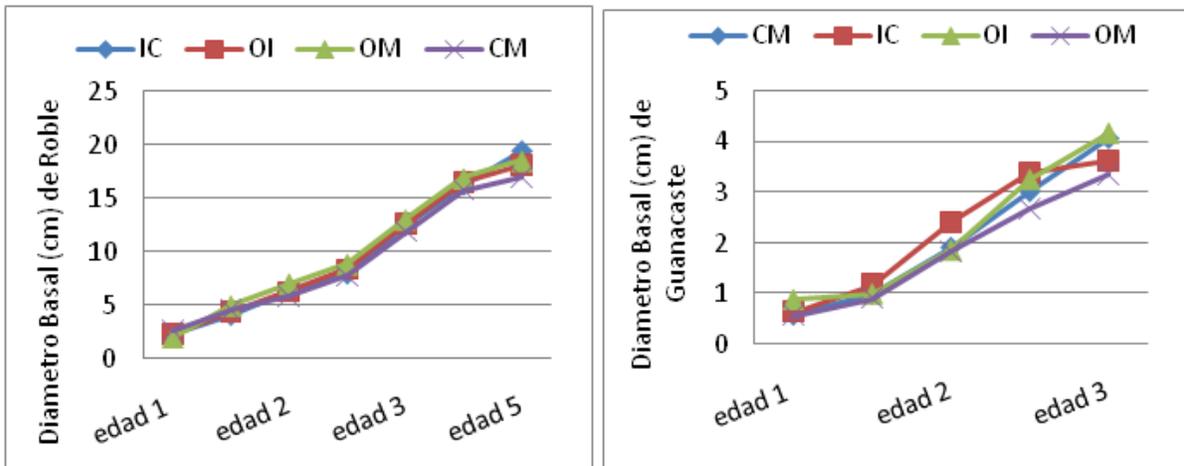
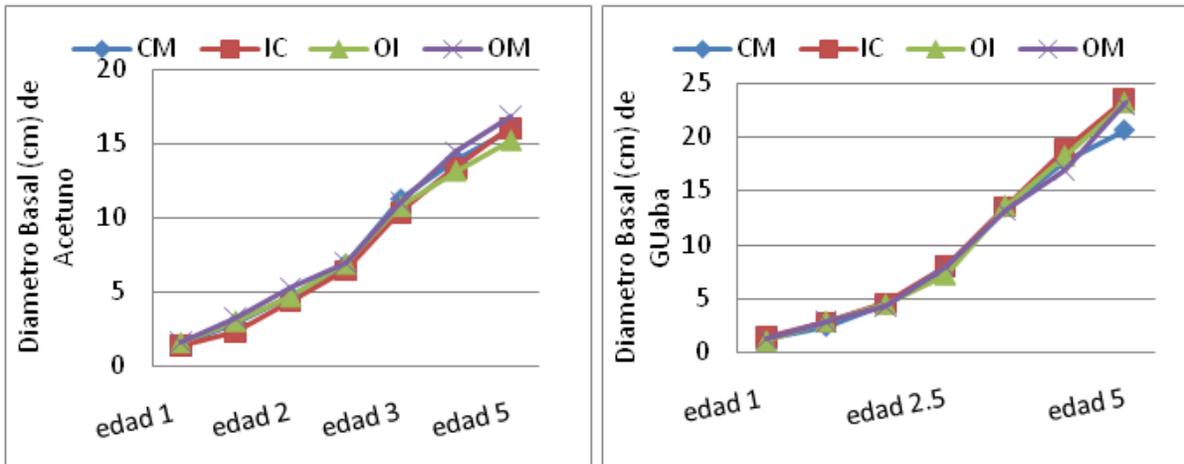
ANEXO 6. Altura de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).



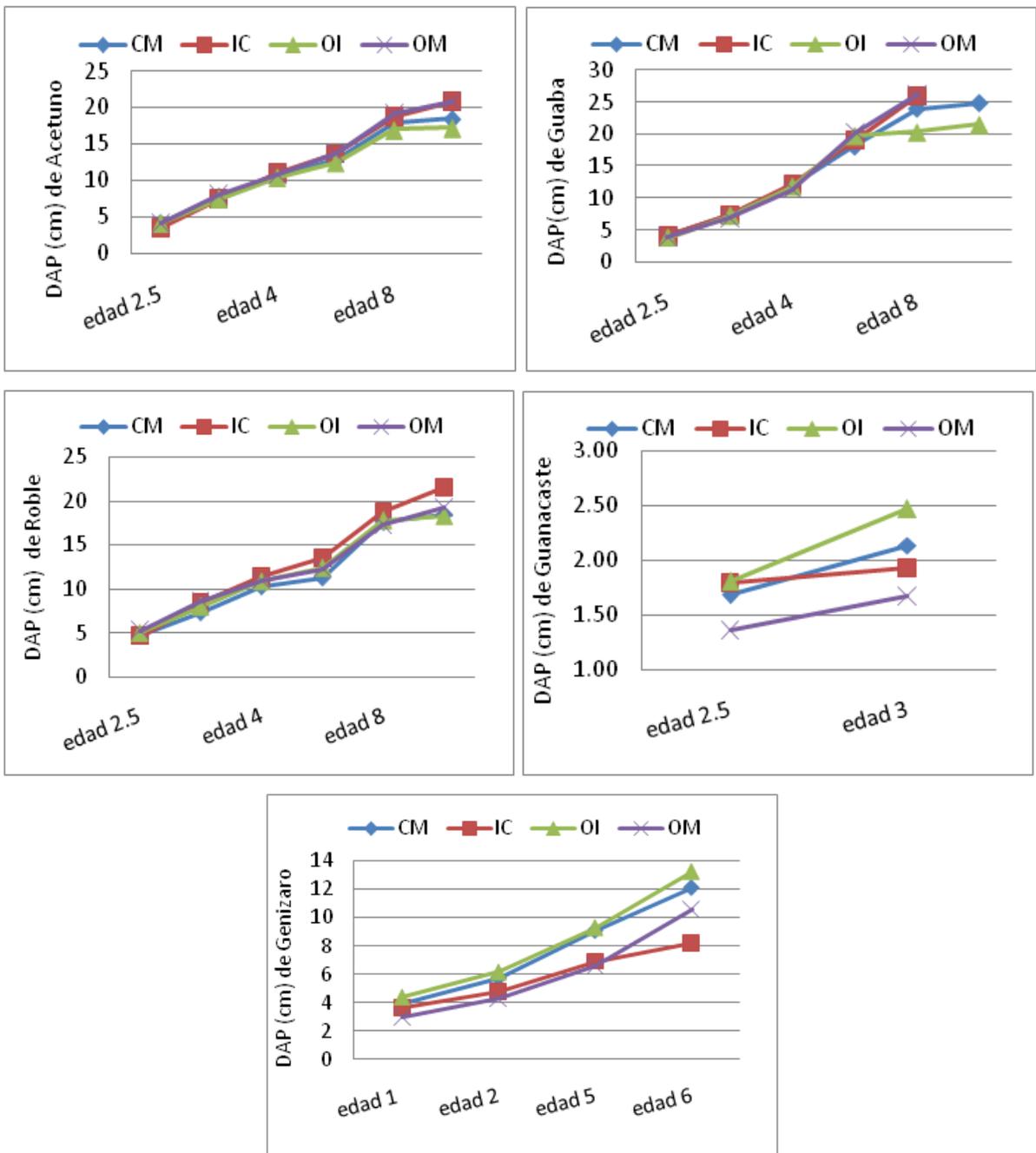
ANEXO 7. Comportamiento del crecimiento de la Altura Fuste limpio (ALF) de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe Masaya (2000-2010).



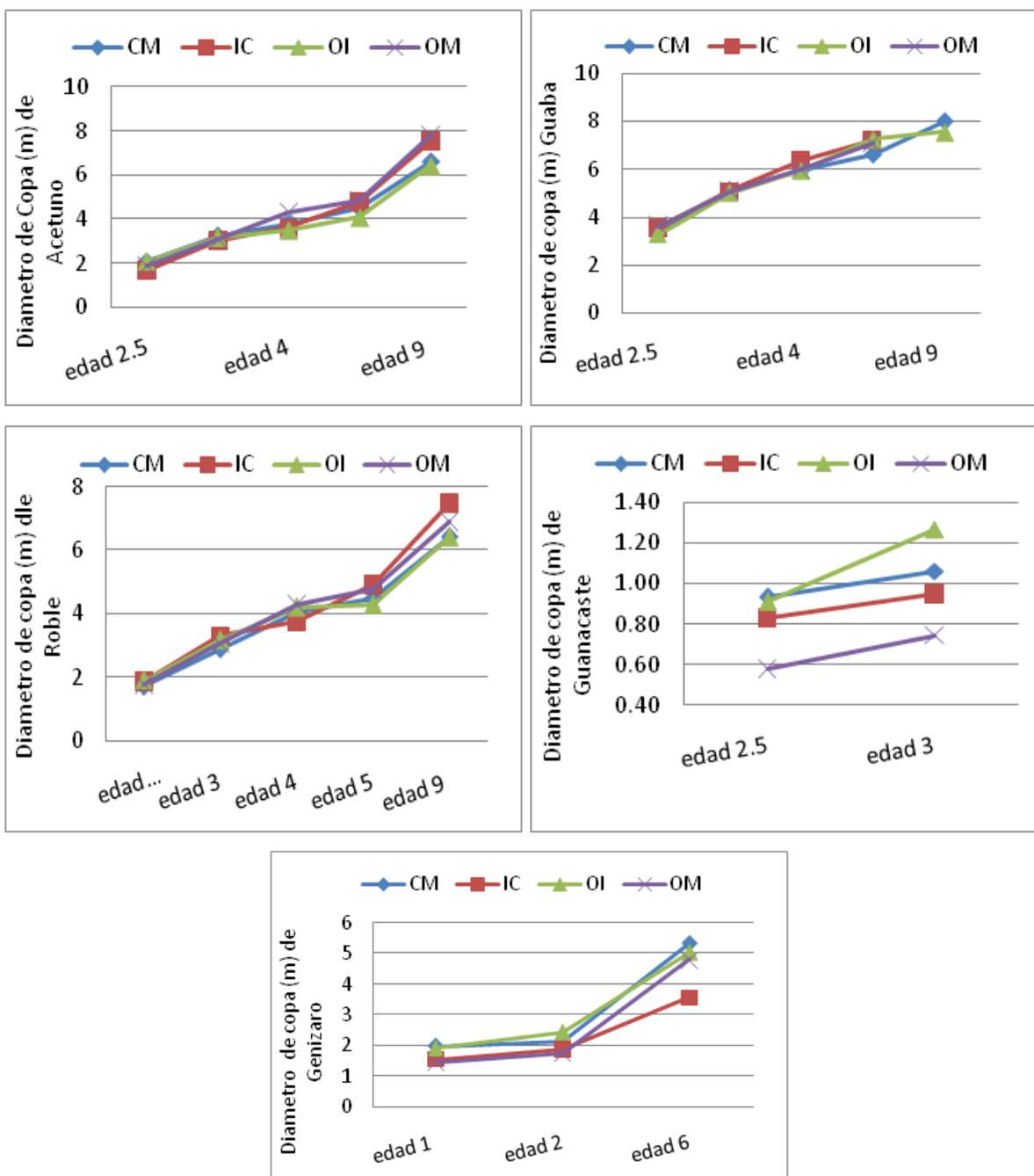
ANEXO 8. Diámetro basal de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).



ANEXO 9. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).



ANEXO 10. Diámetro de Copa de las cinco especies establecidas en el ensayo experimental con cuatro diferentes niveles de insumo en Masatepe, Masaya (2000-2010).



ANEXO 11. Análisis estadístico de cada una de las variables medidas en los árboles en diferentes Combinaciones de árboles de Sombra.

ALTURA TOTAL (m)																					
Especie	tratamiento	edad 1	CATEGORIA	edad 1.5	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 8	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	ILSG	0.48	A	1.12	A	1.84	A	2.83	A	4.75	A	6.178	A	7.525	A			10.007	A	10.39	A
	SGTR	0.44	A	1.23	A	2.19	A	3.17	A	4.92	A	6.281	A	7.555	A			10.065	A	11.77	A
	Probabilidad	0.928		0.5332		0.1067		0.0807		0.3838		0.2725		0.9307				0.881		0.835	
GUABA	ECIL	0.46	A	1.5	A	1.99	A	3.29	A	4.98	A										
	ILSG	0.44	A	1.14	A	1.96	A	3.07	A	5.32	A	6.843	A	9.197	A			10.194	A		A
	SSIL											6.472	A	8.57	A			9.705	A		
	Probabilidad	0.6762		0.7584		0.6379		0.1786		0.6299		0.2104		0.1641				0.1514		.	
ROBLE	ECTR	0.63	A	1.92	A	2.7	A	3.35	A	4.212	A										
	SGTR	0.64	A	2.004	A	2.36	A	3.67	A	5.191	A	6.31	A	7.564	A			9.579	A	9.76	A
	SSTR											5.71	A	6.554	A			8.468	A	9.3	A
	Probabilidad	0.0507		0.6949		0.5834		0.6074		0.6423		0.1435		0.2563				0.1003		0.2384	
GUANACASTE	ECIL	0.46	A	0.69	A	1.21	A	1.77	A	2.135	A										
	ECTR	0.41	A	0.64	A	1.025	A	1.56	A	2.355	A										
	Probabilidad	0.3021		0.5338		0.1956		0.2778		0.6052											
GENIZARO	SSTR	3.3	A			4.11								5.915	A	7.02	A				
	SSIL	3.14	A			3.67								4.777	A	5.6555	B				
	Probabilidad	0.8702				0.6473								0.3462		0.0041					

Continuación

ALTURA DEL FUSTE LIMPIO (m)																			
Especie	Tratamiento	edad 1	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 8	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	ILSG					1.28	A	1.94	B	2.782	A	3.87	A			4.17	A	4.33	A
	SGTR					1.78	A	2.3	A	2.806	A	3.037	A			3.546	A	3.78	A
	Probabilidad					0.0709		0.54		0.8684		0.2048				0.3187		0.9728	
GUABA	ECIL					0.54	A	0.59	A										
	ILSG					0.7	A	0.68	A	0.867	A	1.018	A			1.1917	A		
	SSIL									0.733	A	0.745	A			0.9569	A		
	Probabilidad					0.3081		0.3533		0.6879		0.2034				0.7106			
ROBLE	ECTR					2.15	A	2.396	A										
	SGTR					2.3	A	2.548	A	3.002	A	3.285	A			3.326	A	3.42	A
	SSTR									2.738	A	2.799	A			2.842	A	3.3	A
	Probabilidad					0.4947		0.0301		0.1727		0.3247				0.2268		0.7206	
GUANACASTE	ECIL					0.94	A	1.366	A										
	ECTR					0.83	A	1.398	A										
	Probabilidad					0.6686		0.384											
GENIZARO	SSTR	1.87	A	2.22	A							2.642	A	2.844	A				
	SSIL	1.78	A	2.07	A							2.434	A	2.6103	A				
	Probabilidad	0.495		0.7528								0.754		0.1776					

Continuación

DIAMETRO BASAL (m)															
Especies	Tratamiento	edad 1	CATEGORIA	edad 1.5	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA
ACETUNO	SGIL	1.45	A	2.7	A	4.13	A	6.17	A	10.62	B	12.887	A	14.652	A
	SGTR	1.51	A	3	A	5.05	A	7.01	A	11.06	A	14.096	A	16.494	A
	Probabilidad	0.4919		0.1504		0.0936		0.0991		0.0224		0.2138		0.563	
GUABA	ILEC	1.15	A	2.7	A	4.48	A	8.01	A	12.5	A				
	ILSG	1.16	A	2.53	A	4.14	A	6.56	A	13.34	A	17.439	A	20.847	A
	ILSS											18.183	A	23.273	A
	Probabilidad	0.0688		0.7088		0.3348		0.1377		0.7663	A	0.9694		0.402	
ROBLE	TREC	2.37	A	4.69	A	5.58	A	7.73	A	9.5	A				
	TRSG	2.24	A	4.17	A	6.59	A	8.44	A	12.865		16.64	A	19.227	A
	TRSS											15.58	A	16.587	A
	Probabilidad	0.0928		0.1986		0.3907		0.6404		0.6714		0.341		0.1035	
GUANACASTE	ECIL	0.77	A	1.04	A	2.11	A	3.33	A	3.717	A				
	ECTR	0.6	A	0.96	A	1.64	A	2.72	A	4.335	A				
	Probabilidad	0.3638		0.7257		0.4788		0.1599		0.6473					
GENIZARO	SSTR	7.14	A			9.18	A							11.797	A
	SSIL	5.95	A			7.04	A							11.288	A
	Probabilidad	0.4532				0.3431								.	

Continuación

Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)																			
Especie	Tratamiento	edad 1	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 8	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	SGIL					3.45	B	7.09	B	10.99	A	11.89	A			16.37	A	16.77	A
	SGTR					4.26	A	7.97	A	9.76	A	13.571	A			18.636	A	19.75	A
	Probabilidad					0.0159		0.0428		0.177		0.4574				0.2942		0.4495	
GUABA	ILEC					4.1		6.82	A										
	ILSG					3.59		7.08	A	11.912	A	18.143	A			21.731	A	22.1	A
	ILSS									11.799	A	19.741	A			24.237	A		
	Probabilidad					0.3101		0.828		0.6475		0.4176				0.3215		.	
ROBLE	TREC					4.72	A	5.678	A										
	TRSG					5.06	A	8.559	A	11.27	A	13.113	A			18.12	A	19.75	A
	TRSS									10.008	A	11.16	A			17.17	A	18.48	A
	Probabilidad					0.7865		0.538		0.1074		0.1572				0.3101		0.3812	
GUANACASTE	ECIL					1.84	A	2.03	A										
	ECTR					1.44	A	2.359	A										
	Probabilidad					0.1386		0.8059											
GENIZARO	SSTR	4.42	A	6.65	A							10.728	A	14.515	A				
	SSIL	3.62	A	4.9	A							7.183	A	10.7	A				
	Probabilidad	0.5837		0.3861								0.277		0.1397					

Continuación

Diámetro de copa (m)																	
Especie	Tratamiento	edad 1	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	SGIL					2.09	A	3.056	A	3.345	A	3.663	A			5.392	A
	SGTR					1.9	A	3.19	A	3.969	A	4.881	A			5.848	A
	Probabilidad					0.0799		0.3434		0.3042		0.2101				0.2085	
GUABA	ILEC					3.54	A	5.1	A								
	ILSG					3.06	B	4.95	A	5.784	A	6.509	A			7.5	A
	ILSS									6.163	A	7.288	A				
	Probabilidad					0.0248		0.3525		0.8152		0.3668				.	
ROBLE	ECTR					1.55	A	2.273	A								
	SGTR					1.93	A	3.247	A	4.064	A	4.878	A			6.99	A
	SSTR									4.115	A	4.178	A			6.44	A
	Probabilidad					0.2975		0.6605		0.6514		0.7427				0.5725	
GUANACASTE	ECIL					0.94	A	1.201	A								
	ECTR					0.71	A	0.997	A								
	Probabilidad					0.0301		0.7638									
GENIZARO	SSTR	2.09	A	2.53	A									5.861	A		
	SSIL	1.66	A	1.94	A									4.255	A		
	Probabilidad	0.6768		0.4989										0.2414			

ANEXO 12. Análisis estadístico de cada una de las variables medidas a los arboles con diferentes Niveles de Insumo.

ALTURA TOTAL (m)																					
Especie	INSUMO	edad 1	CATEGORIA	edad 1.5	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 8	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	CM	0.48	A	1.19	B	2.05	A	3.17	A	4.93	A	6.362	A	7.654	A			10.272	A	10.55	A
	IC	0.39	B	0.97	C	1.84	A	2.85	B	4.89	A	6.265	A	7.581	A			9.9509	A	9.96	A
	OI	0.49	A	1.2	B	2.08	A	3.08	B	4.8	A	6.201	A	7.433	A			9.882	A	10.1	A
	OM	0.4	B	1.34	A	2.27	A	3.02	B	4.81	A	6.102	A	7.538	A			10.102	A	10.24	A
	Probabilidad	0.0368		0.0657		0.3638		<.0001		0.7584		0.6493		0.7415				0.2564		0.8496	
GUABA	CM	0.41	A	1.05	A	1.83	A	3.18	A	5.08	A	6.521	B	8.665	A			10.707	A	12.24	A
	IC	0.47	A	1.10	A	1.98	A	3.28	A	5.1	A	6.988	A	8.559	A			10.88	A	12.15	A
	OI	0.46	A	1.26	A	2.11	A	3.22	A	5.3	A	6.576	B	8.957	A			9.503	B	12.41	B
	OM	0.46	A	1.17	A	2.01	A	3.26	A	5.06	A	6.345	B	8.862	A			10.127	A	11.55	A
	Probabilidad	0.5772		0.31		0.1138		0.978		0.6918		0.0387		0.7594				<.0001		.	
ROBLE	CM	0.74	A	1.93	C	2.39	D	3.43	C	4.726	A	5.897	C	6.731	B			9.004	A	9.55	B
	IC	0.64	B	1.886	C	2.72	B	3.62	B	5.186	A	6.486	A	7.856	A			9.583	A	10.76	A
	OI	0.62	B	1.9668	B	2.55	C	3.5	C	5.003	A	6.043	B	7.13	B			9.018	A	9.2	C
	OM	0.49	C	2.16	A	2.94	A	3.824	A	5.23	A	6.183	B	7.056	B			9.536	A	9.65	B
	Probabilidad	0.1028		0.0126		<.0001		0.1189		0.2826		0.2821		0.1808				0.992		0.5323	
GUANACASTE	CM	0.39	B	0.65	C	1.19	A	1.70	B	2.211	B										
	IC	0.41	B	0.75	A	1.28	A	1.80	A	2.112	C										
	OI	0.5	A	0.69	B	1.15	A	1.74	A	2.379	A										
	OM	0.4	B	0.61	D	0.96	B	1.46	C	1.932	D										
	Probabilidad	0.0003		0.0017		<.0001		<.0001		0.0556											
GENIZARO	CM	3.25	B			3.95	A							5.534	A	6.272	A				
	IC	3.1	B			3.74	A							4.624	B	5.536	A				
	OI	3.43	A			4.05	A							5.342	A	6.43	A				
	OM	2.7	C			3.11	B							4.534	B	5.748	A				
	Probabilidad	<.0001				0.0003									0.164		0.6793				

Continuación

ALTURA DEL FUSTE LIMPIO (m)																			
Especie	INSUMO	edad 1	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 8	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	CM					1.66	A	2.11	A	2.802	A	3.61	A			3.756	B	3.96	A
	IC					1.7	A	2.38	A	2.802	A	2.912	B			3.56	B	3.73	A
	OI					1.52	C	2.14	A	2.811	A	3.636	A			3.88	A	3.93	A
	OM					1.63	A	2.25	A	2.765	A	3.009	B			3.608	B	3.72	A
	Probabilidad					0.0006		0.5099		0.9015		0.3993				0.0602		0.9297	
GUABA	CM					0.62	A	0.62	A	0.752	A	0.894	A			1.26	A	3.4	A
	IC					0.58	A	0.67	A	0.691	A	0.693	A			1.711	A		
	OI					0.59	A	0.65	A	0.833	A	0.883	A			0.998	A	1.95	A
	OM					0.55	A	0.59	A	0.79	A	0.801	A			1.104	A		
	Probabilidad					0.5937		0.1732		0.2461		0.8492				0.3201		.	
ROBLE	CM					2.17	D	2.45	C	2.895	B	2.948	A			2.99	D	3.22	C
	IC					2.22	B	2.536	B	3.019	A	3.343	A			3.445	A	3.67	A
	OI					2.17	C	2.446	D	2.8	C	3.075	A			3.091	C	3.19	C
	OM					2.54	A	2.689	A	3	A	3.155	A			3.284	B	3.33	B
	Probabilidad					0.0014		0.0334		0.6647		0.7242				0.8341		0.5327	
GUANACASTE	CM					0.91	B	1.396	A										
	IC					1.01	A	1.319	B										
	OI					0.87	C	1.431	A										
	OM					0.83	C	1.176	C										
	Probabilidad					0.0054		0.0858											
GENIZARO	CM	1.83	A	2.14	A							2.681	A	2.806	A				
	IC	1.84	A	2.26	A							2.328	B	2.732	A				
	OI	1.95	A	2.22	A							2.49	B	2.796	A				
	OM	1.43	B	1.71	B							2.219	B	2.511	A				
	Probabilidad	<.0001		0.0002								0.0072		0.6793					

Continuación

DIAMETRO BASAL (cm)															
Especie	INSUMO	edad 1	CATEGORIA	edad 1.5	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA
ACETUNO	CM	1.47	B	2.89	A	4.75	A	6.86	A	11.26	A	13.96	B	15.912	B
	IC	1.29	C	2.18	B	4.29	A	6.4	D	10.32	D	13.366	C	16.068	B
	OI	1.56	A	2.99	A	4.66	A	6.87	B	10.75	C	13.128	D	15.178	B
	OM	1.52	A	3.16	A	5.21	A	6.88	C	11.02	B	14.444	A	16.838	A
	Probabilidad	0.0039		0.0002		0.3849		0.0003		0.0035		0.0094		0.1648	
GUABA	CM	1.15	B	2.34	A	4.37	A	7.54	A	13.48	A	17.71	A	20.659	A
	IC	1.31	A	2.7	A	4.47	A	7.91	A	13.47	A	18.877	A	23.52	A
	OI	1.05	B	2.87	A	4.45	A	7.2	A	13.59	A	18.218	A	23.16	A
	OM	1.19	B	2.83	A	4.21	B	7.93	A	13.17	A	16.927	A	23.09	A
	Probabilidad	0.0082		0.1441		0.9127		0.9648		0.2785		0.3841		0.3821	
ROBLE	CM	2.6	A	4.59	B	5.84	C	7.71	D	11.891	C	15.772	A	17.003	B
	IC	2.33	B	4.11	C	6.4	B	7.96	C	12.449	B	16.218	A	19.383	A
	OI	2.26	C	4.42	D	6.23	B	8.33	B	12.624	A	16.452	A	18.12	A
	OM	2.04	B	5.01	A	7.06	A	8.89	A	13.053	A	16.881	A	18.537	A
	Probabilidad	0.1216		0.0084		0.0001		0.0008		0.0384		0.4637		0.44	
GUANACASTE	CM	0.59	B	1.001	B	1.92	B	3.02	B	4.066	A				
	IC	0.64	B	1.18	A	2.41	A	3.39	A	3.632	A				
	OI	0.88	A	1.00	B	1.86	B	3.26	A	4.176	A				
	OM	0.57	B	0.92	B	1.83	B	2.67	C	3.344	B				
	Probabilidad	<.0001		0.0023		0.0022		<.0001		0.3862					
GENIZARO	CM	6.47	B			7.98	B							11.315	A
	IC	5.88	C			6.78	C							12.885	A
	OI	6.94	A			8.63	C							12.144	A
	OM	5.41	C			6.42	A							9.203	B
	Probabilidad	0.0012				0.0046								0.0099	

Continuación

Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) cm																			
Especie	INSUMO	edad 1	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 8	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	CM					4.14	A	7.78	A	10.56	A	12.914	B			17.792	C	18.47	B
	IC					3.43	B	7.48	A	10.91	A	13.6	A			18.677	B	20.81	A
	OI					4.04	A	7.45	A	10.38	A	12.442	C			16.925	D	17.21	C
	OM					4.08	A	8.03	A	10.71	A	13.625	A			19.024	A	20.79	A
	Probabilidad					<.0001		0.0875		0.6122		0.5876				0.3055		0.0025	
GUABA	CM					4.03	A	7.18	A	11.949	A	18.007	A			23.921	A	24.78	A
	IC					4.11	A	7.39	A	12.179	A	19.07	A			26.043	A		
	OI					3.78	A	7.25	A	11.806	A	19.771	A			20.31	B	21.5	A
	OM					3.9	A	6.97	A	11.356	A	20.289	A			26.198	A		
	Probabilidad					0.8577		0.2817		0.4411		0.5291				0.0184		.	
ROBLE	CM					4.73	B	7.379	C	10.307	B	11.323	B			17.588	A	18.42	C
	IC					4.65	B	8.524	B	11.39	A	13.47	A			18.66	A	21.48	A
	OI					5.109	A	8.113	B	10.933	B	12.49	A			17.853	A	18.33	D
	OM					5.29	A	8.71	A	10.978	B	12.278	B			17.336	A	19.29	B
	Probabilidad					0.0064		0.0032		0.1211		0.1109				0.399		0.3263	
GUANACASTE	CM					1.68	A	2.139	B										
	IC					1.80	A	1.927	C										
	OI					1.81	A	2.465	A										
	OM					1.36	B	1.67	D										
	Probabilidad					<.0001		0.0125											
GENIZARO	CM	3.98	B	5.73	A							9.071	A	12.11	B				
	IC	3.64	B	4.77	B							6.912	B	8.209	C				
	OI	4.4	A	6.16	A							9.273	A	13.206	A				
	OM	2.96	C	4.25	B							6.553	B	10.57	B				
	Probabilidad	<.0001		0.0143								0.1769		0.0218					

Continuación

Diámetro de copa (m)																	
Especie	INSUMO	edad 1	CATEGORIA	edad 2	CATEGORIA	edad 2.5	CATEGORIA	edad 3	CATEGORIA	edad 4	CATEGORIA	edad 5	CATEGORIA	edad 6	CATEGORIA	edad 9	CATEGORIA
ACETUNO	CM					2.05	A	3.24	A	3.786	B	4.484	A			6.62	B
	IC					1.65	B	3	D	3.603	B	4.791	A			7.56	A
	OI					2.05	A	3.15	B	3.474	C	4.061	B			6.43	B
	OM					1.89	A	3.07	C	4.334	A	4.88	A			7.815	A
	Probabilidad					0.007		0.088		0.0015		0.0148				0.1561	
GUABA	CM					3.31	A	5.14	A	5.96	A	6.615	A			8	A
	IC					3.53	A	5.08	A	6.41	A	7.234	A				
	OI					3.269	A	5.01	A	5.93	A	7.252	A			7.55	A
	OM					3.63	A	5.09	A	6.007	A	7.092	A				
	Probabilidad					0.8685		0.4118		0.7438		0.3425				.	
ROBLE	CM					1.7	B	2.884	B	4.031	A	4.472	A			6.43	C
	IC					1.85	B	3.285	A	3.749	B	4.905	A			7.48	A
	OI					1.89	A	3.167	A	4.201	A	4.279	A			6.41	D
	OM					1.78	B	3.064	A	4.295	A	4.774	A			6.91	B
	Probabilidad					0.0121		0.0027		0.0101		0.6876				0.0874	
GUANACASTE	CM					0.93	A	1.063	B								
	IC					0.83	A	0.95	C								
	OI					0.91	A	1.269	A								
	OM					0.58	A	0.744	D								
	Probabilidad					0.0285		0.0003									
GENIZARO	CM	1.98	A	2.14	B									5.342	A		
	IC	1.55	B	1.87	C									3.563	A		
	OI	1.92	A	2.45	A									5.031	A		
	OM	1.45	B	1.73	D									4.796	A		
	Probabilidad	0.1634		0.0084										0.2145			

ANEXO 13. Análisis Estadístico de la producción de café en kg grano uva por ha, en diferentes socios de especies de sombra y niveles de insumo.

Niveles de Sombra																	
Tipsum	Cosecha 1	Categoría	cosecha 2	Categoría	cosecha 3	Categoría	Cosecha 4	Categoría	Cosecha 5	Categoría	Cosecha 6	Categoría	Cosecha 7	Categoría	Cosecha 8	Categoría	Acumulado
ILSG	340.41	A	4556.97	A	5777.68	A	6818.19	A	3971.19	A	4329.97	A	6332.66	A	952.69	A	33079.76
PS	1516.95	B	4807.59	A	8301.14	A	11015.57	B	6411.6	A	2814.94	A	19340.88	A	1892.96	A	56101.64
SGTR	769.48	B	3688.95	A	10116.79	A	6641.36	C	5996.91	A	1164.63	A	13573.15	A	2279.51	A	44230.77
SSIL	454.35	B	2744.01	A	6354.23	A	6771.48	C	5500.43	A	3226.73	A	12080.31	A	2067.9	A	39199.14
SSTR	406.472	B	4995.45	A	8901.81	A	10236.16	C	5874.98	A	1439.98	A	14222.56	A	1670.38	A	47747.77
Probabilidad	0.0157		0.4637		0.065		0.0017		0.7135		0.1731		0.1374		0.9005		0.0601
Niveles de Insumo																	
Ninsun	Cosecha 1	Categoría	cosecha 2	Categoría	cosecha 3	Categoría	Cosecha 4	Categoría	Cosecha 5	Categoría	Cosecha 6	Categoría	Cosecha 7	Categoría	Cosecha 8	Categoría	Acumulado
IC	1019.6	A	4718	A	9868.48	A	9001.38	A	6365.98	A	3078.28	A	15729.8	A	2519.87	A	52301.4
OI	515.7417	A	2749.26	A	5225.19	A	6171.61	A	3963.83	A	1424.45	A	12548.03	A	2316.05	A	34914.14
CM	733.6287	A	4013.44	A	6623.95	B	7828.95	A	4915.49	A	2397.43	A	11691.77	A	1479.71	A	39684.37
OM	416.14	A	3683.04	A	9667.44	B	7824.77	A	6725.47	A	2666.08	B	12915.43	A	1707.85	A	45606.22
Probabilidad	0.5928		0.1038		0.0203		0.3358		0.0934		0.0249		0.1413		0.2868		0.0601

ANEXO 14. Análisis Estadístico de rendimientos de café en kg grano oro ha en diferentes socios de sombra de árboles y niveles de insumo

Tipsom	cosecha 8	CATEGORIAS	cosecha 7	CATEGORIAS	cosecha 6	CATEGORIAS	cosecha 5	CATEGORIAS	cosecha 4	CATEGORIAS	cosecha 3	CATEGORIAS	cosecha 2	CATEGORIAS	cosecha 1	CATEGORIAS
ILSG	65.65	A	450.26	A	297.49	A	790.43	A	1066.15	a	868.43	a	583.35	A	44.38	A
Ps	97.22	A	1270.88	A	182.79	A	859.51	A	1569.68	b	1007.67	b	669.7	A	212.08	A
SGTR	128.89	A	949.001	A	82.81	A	760.79	A	1065.98	c	1460.12	c	477.96	A	100.23	A
SSIL	122.71	A	832.39	A	234.59	A	642.27	A	1050.79	c	929.25	c	367.1	A	61.59	A
SSTR	104.64	A	985.46	A	99.61	A	570.7	A	1483.37	c	1222.2	c	671.4	A	55	A
Probabilidad	0.917		0.1476		0.1612		0.9054		0.0557		0.0486		0.4799		0.0867	
RENDIMEUNTOS DE CAFÉ EN KG QQ ORO POR HA CON DIFERENTES NIVELES DE INSUMO																
Ninum	cosecha 8	CATEGORIAS	cosecha 7	CATEGORIAS	cosecha 6	CATEGORIAS	cosecha 5	CATEGORIAS	cosecha 4	CATEGORIAS	cosecha 3	CATEGORIAS	cosecha 2	CATEGORIAS	cosecha 1	CATEGORIAS
AC	138.04	A	1046.51	A	219.43	a	882.02	A	1328.61	A	1342.81	a	636.05	A	143.34	A
BO	133.7	A	883.71	A	99.92	b	640.96	A	996.18	A	768.66	b	367.93	A	72.83	A
MC	86.77	A	810.7	A	162.28	c	697.74	A	1210.7	A	931.56	c	496.44	A	94.72	A
MO	106.51	A	894.57	A	189.96	c	659.008	A	1168.44	A	1382.62	c	525.73	A	55.23	A
Probabilidad	0.3762		0.1708		0.0216		0.502		0.7102		0.0366		0.1721		0.5679	

Tipsom = Tipo de sombra

Ninum = Nivel de insumo

