

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIRIQUÍ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA

**Comparación de la producción de *Coffea arabica* L. var.
Caturra (Rubiaceae) con sombra y sin sombra, en Palmira, Alto
Lino, y Horqueta, Boquete, Chiriquí**

Presentado por:

Ana Karina Gómez Villamonte

4-714-337

Profesor Asesor:

M.Sc. Pedro Caballero

Profesores Co asesores:

M.Sc. Rafael Rincón

M.Sc. Ivonne Oviedo

Trabajo de graduación presentado a la Vicerrectoría de investigación y Postgrado como requisito parcial para optar por el Título de Maestría en Biología con especialización en Biología Vegetal.

2011

21/12/19

DEDICATORIA

A mi hija Ana Cristina, a mi madre querida, a mi padre y a mi hermano Miguel, con todo mi amor.

Roberto Juan y Juan 128 e.1

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios sobre todas las cosas. A mi madre, hija, hermano, familiares y amigos por apoyarme y darme fuerzas cada vez que las necesitaba.

Al Programa de Becas organizado por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), y a la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), por haberme dado la oportunidad de formar parte de este proyecto educativo.

A los profesores miembros del comité consejero que hicieron posible la conducción y culminación de éste trabajo de investigación: asesor M.Sc. Pedro Caballero, y coasesores M.Sc. Rafael Rincón y M.Sc. Ivonne Oviedo.

Al Dr. Orlando Cáceres coordinador de la Maestría en Biología Vegetal por su apoyo logístico y a la Lic. Rosalín Ríos secretaria de la Maestría en Biología Vegetal.

Al Señor productor de café Norberto Suárez, y propietario de la finca ubicada en Alto Lino y Horqueta, Boquete por brindarme el acceso para llevar a cabo la investigación.

Al Señor productor de café Daniel Peterson, por permitirme realizar la investigación en su finca ubicada en Palmira, Boquete.

Al M.Sc. José Lezcano, del IDIAP, por brindarme su apoyo en el inicio de ésta investigación. Al personal de ANAM, Lic. Marta Valdés, al Señor Óscar González, por el apoyo logístico e institucional.

Al personal del Herbario de la Universidad de Panamá: Lucila de Zárate por ayudarme con la comparación de las muestras, en la búsqueda de referencia bibliográfica y por la atención recibida.

A la M.Sc. Catalina Espinosa del Sistema de Información Geográfica (SIG) de la UNACHI, por su valiosa contribución en la confección del mapa de estudio.

A la Dra. Meike Piepenbring y a la Dra. Tina Hofmann por apoyarme en la revisión inicial de este trabajo.

A mis compañeros de la maestría Rosa, Diana, y Alcides por acompañarme a las giras y al Profesor Pablo Acosta por su solidaridad.

A todos mi eterna gratitud.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	6
3.1. Aspectos generales del cultivo de café	6
3.2. Ecología del cafeto	6
3.3. Café al sol y a la sombra	7
3.4. Producción del café	9
3.5. El clima para el café orgánico	10
3.5.1. La luz solar	11
3.6. La altitud	11
3.7. Etapas fenológicas del café	11
3.7.1. La floración y maduración del cafeto	12
3.7.2. El fruto	13
4. MATERIALES Y MÉTODOS	15
1.1 Área de estudio	15
1.2 Establecimiento de las parcelas circulares en cada sitio	16
1.3 Recolección de partes vegetativas de los árboles de sombra	17
1.4 Toma de muestras de frutos de café y determinación de la producción de café	19

1.5 Análisis estadístico	19
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Descripciones taxonómicas de las especies de árboles de sombra asociados con <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra (Rubiaceae) en Alto Lino, Palmira y Horqueta, Boquete.....	34
6. CONCLUSIONES.....	42
7. RECOMENDACIONES	43
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
9. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Árboles y número de individuos asociados al cultivo de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra colectadas e identificadas en las parcelas de 1000 m ² , en tres localidades del Distrito de Boquete (1116 a 1497 msnm.).....	23
2. Cantidad promedio de frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra por mes con sombra y sin sombra en las diferentes localidades, de julio 2009 a enero 2010.....	26
3. Pesos promedios en gramos de los frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra, en los tres sitios de estudio en Boquete, de noviembre 2009 a enero 2010.....	26
4. Cobertura del área basal de las especies de árboles de sombra, en las localidades de Horqueta, Alto Lino y Palmira, distrito de Boquete.....	29
5. Familias, géneros y especies de árboles asociados al cultivo de <i>Coffea arabica</i> L. (Rubiaceae) var. Caturra, recolectados e identificados en parcelas de 1000 m ² , en tres localidades de Boquete.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación de las áreas de estudio en el Distrito de Boquete, Panamá	15
2. Parcelas bajo condiciones de sol y sombra en las localidades de Palmira, Alto Lino y Horqueta.....	18
3. Distribución de los árboles de sombra en las parcelas de 1000 m ² establecidas dentro de las localidades del distrito de Boquete. A. Alto Lino. B. Horqueta.C. Palmira	21
4. Cantidad promedio de frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra por mes con sombra y sin sombra en las diferentes localidades, de julio 2009 a enero 2010.....	27
5. Pesos promedios en gramos de los frutos de los cafetos, en los tres sitios de estudio en Boquete, de noviembre 2009 a enero 2010.....	27
6. Inflorescencia de <i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol, en Alto Lino, Boquete.....	34
7. Fruto de <i>Inga oerstediana</i> Benth. en Alto Lino y Horqueta.....	35
8. Inflorescencia de <i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don. ex DC. en Alto Lino, Boquete.....	36
9. Fruto de la Especie <i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq. en Horqueta, Boquete.....	37
10. Inflorescencia de <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. Ex Roem & Schult. en Palmira, Boquete.Especie.....	38
11. Inflorescencia de <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston., en Palmira, Boquete.....	39
12. Fruto de <i>Psidium guajava</i> L. en Palmira, Boquete	40
13. Inflorescencia de <i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm. en Horqueta, Boquete.....	41

ÍNDICE DE ANEXOS

CUADRO	PÁGINA
1. Cantidad de frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra, por mes con sombra y sin sombra en Palmira, Boquete.....	52
2. Cantidad de frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra, por mes con sombra y sin sombra en Alto Lino, Boquete.....	52
3. Cantidad de frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra, por mes con sombra y sin sombra en Horqueta, Boquete.....	53
4. Peso en gramos de los frutos de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra en los tres sitios de estudio en Boquete.....	53
5. Distribución de los árboles en la parcela de 1000 m ² de Palmira, Boquete.....	54
6. Distribución de los árboles en la parcela de 1000 m ² de Alto Lino, Boquete.....	54
7. Distribución de los árboles en la parcela de 1000 m ² de Horqueta, Boquete.....	55
8. Análisis de suelo de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra en condiciones con sombra y sin sombra en Palmira, Boquete.....	56
9. Análisis de suelo de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra en condiciones con sombra y sin sombra en Alto Lino, Boquete.....	56
10. Análisis de suelo de <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra en condiciones con sombra y sin sombra en Horqueta, Boquete.....	57
11. Cuadrados medios para el número de frutos de café <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra, por mes entre localidades, manejo e interacción, Boquete, 2009.....	58
12. Comparación de medias para número de frutos de café <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra, entre localidades, Boquete, 2009.....	59
13. Comparación de medias para número de frutos de café <i>Coffea arabica</i> L. var. Caturra con sombra y sin sombra.....	59

14. Cuadrados medios para el peso en gramos de frutos maduros de café
Coffea arabica L. var. Caturra por mes entre localidades y tratamiento
(sombra y sol), Boquete, 2009.....60
15. Comparación de medias para peso en gramos de frutos maduros de café
Coffea arabica L. var. Caturra entre localidades, Boquete. 2009.....61
16. Comparación de medias para peso en gramos de frutos maduros de café
Coffea arabica L. var. Caturra, con sombra y sin sombra, Boquete, 2009 -2010.....61

RESUMEN

El presente estudio se realizó en tres sitios: Palmira, Alto Lino y Horqueta en el distrito de Boquete, desde el año 2009 al 2010 con el objetivo de evaluar el efecto de la sombra de diferentes especies de árboles sobre la producción de café (*Coffea arabica* var. Caturra). Se basó en el uso de parcelas circulares de 1000 m². En los tres sitios de muestreo se determinó un área de cafetos con árboles de sombra y otra sin árboles. En cada parcela se escogieron al azar cinco cafetos. En cada cafeto se seleccionaron dos ramas al azar. Se contaron los frutos maduros y se pesaron para luego comparar los resultados entre las parcelas, además se estimó la densidad de siembra de los arbustos. Al comparar las medias totales de cantidad y el peso de los frutos producidos en arbustos de café a la sombra y sin sombra, no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$); pero si hubo diferencias altamente significativas ($P<0.01$) entre los tres sitios, probablemente por las diferencias en la altitud, la diversidad de especies arbóreas de sombra y la poda entre localidades. No obstante se observaron meses como septiembre, octubre y enero con diferencias significativas en el número de frutos de arbustos de café al sol y a la sombra, con mayor cantidad en los arbustos de sombra. La parcela de Alto Lino fue la que presentó mayor cantidad y peso de los frutos de *C. arabica* var. Caturra. Se recolectaron e identificaron nueve familias, once géneros y 10 especies de árboles asociados al cultivo de *C. arabica*. Las familias Fabaceae y Myrtaceae presentan el mayor número de individuos, la Fabaceae con 9 representado en un 45% y las Myrtaceae 4, en un 20% de individuos. El resto de las familias presentaron un individuo, resultando un total de 20 individuos. La especie común en las localidades de Alto Lino y Horqueta fue la *Inga oerstediana*, de la familia Fabaceae. Entre las especies nativas podemos mencionar: *Inga oerstediana*, *Cecropia obtusifolia*, *Ficus costaricana*, *Conostegia xalapensis*, *Myrsine coriacea*, *Aulomyrcia tomentosa*. Palmira es más diverso que Alto Lino y Horqueta; sin embargo, Alto Lino y Horqueta tienen árboles de *Inga* para sombra en proporciones diferentes; de modo que en Alto Lino se da un balance entre los árboles de sombra de *Inga* y de las otras especies.

Palabras claves: café, café con sombra, café sin sombra, producción.

ABSTRACT

This study was conducted at three places: Palmira, Alto Lino and Horqueta in the district of Boquete, from 2009 to 2010 with the objective of evaluating the effect of different species of shade trees on coffee (*Coffea arabica* var. Caturra) production. In the three sampling sites were determined a coffee area with shade trees and one without shade trees in circular plots of 1000 m². In each plot five shrubs of coffee chose themselves at random. In each shrub two branches were chosen at random in wich the mature fruits were counted and weighed to compare the results between plots. By comparing the total average number and weight of coffee fruits in the shade and no shade, no significant differences ($P > 0.05$) but between locations showed highly significant differences ($P < 0.01$), probably due to the difference in altitude, diversity of tree species and pruning shade between locations. Were collected and identified 9 families, 11 genera and 10 species of trees associated with the cultivation of *Coffea arabica*, in three plots of 1000 m². In each plot, five randomly chosen coffee. In each coffee tree two branches were selected at random. Mature fruits were counted and weighed to compare the results between plots. The most common and most abundant in the areas of Alto Lino and Horqueta was: *Inga oerstediana*, family Fabaceae. Among the native or endemic species include: *Inga oerstediana*, *Conostegia obtusifolia*, *Ficus máxima*, *Conostegia xalapensis*, *Myrsine coriaceae*, *Aulomyrcia tomentosa*. Palmira is more diverse Horqueta y Alto Lino, but Horqueta and Alto Lino *Inga* are trees for shade in different proportions, so that in Alto Lino there is a balance between *Inga* shade trees and other species.

Keywords: coffee, tree shade, tree without shade, production.

INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los productos más importantes de la actividad agrícola a nivel mundial, dado que 51 países dependen económicamente de este cultivo (Castro *et al.* 2004, citado en Salgado 2010).

Centroamérica es la cuarta región cafetalera más importante a nivel mundial, después de Brasil, Vietnam e Indonesia (FAO 2008). El café bajo sombra constituye el 74,4 % del territorio centroamericano (Castro *et al.* 2004 citado en López, 2010). En Panamá el café es el segundo rubro tradicional de exportación más importante de la República. Se cultivan unas 20, 000 ha de café al año, de las cuales 14,000 ha se encuentran en la zona alta de Chiriquí al norte del país colindando con Costa Rica, en donde se siembra café arábigo (IDIAP & ANBEC 2008). En el año 2001 este rubro ocupaba una superficie de 14,778.45 ha con una producción de 307,247 quintales pilados. Posteriormente, la producción nacional se destina al consumo nacional y para la exportación a Estados Unidos y Europa (Atlas 2007).

Según la Contraloría General de la República (2009-20010), Chiriquí es la provincia de Panamá que ocupa más hectáreas con arbustos de café (9, 640 ha), luego Veraguas y Coclé en los Años Agrícolas 2007/2008-2009/2010; además, es la provincia que más cosecha café con 143,500 quintales pilados: Años Agrícolas: 1995/96-2009/10 (Contraloría General de la República 2009-2010).

El distrito de Boquete posee áreas con microclimas muy diferenciados, allí el café empezó a cultivarse a finales del siglo XIX por inmigrantes europeos. Esta región posee una gran variedad de plantas, aves, mamíferos, por tanto, la zona cafetalera debe catalogarse como una región de máximo interés para la conservación. La producción de café no solo provee beneficios económicos y sociales, ya que con un manejo adecuado los cafetales también pueden ser utilizados para la protección de la biodiversidad (Giraldo *et al.* 2009). Hoy más que nunca, ante el reconocimiento generalizado de la crisis ambiental y la incertidumbre por los potenciales impactos del cambio climático sobre la biodiversidad y el bienestar

humano, cobra especial vigencia la búsqueda de un equilibrio entre la conservación de la biodiversidad y la obtención de beneficios para los caficultores. Los estudios han demostrado que las plantas de café cultivadas bajo sombra generalmente tienen una vida útil más larga que las de sistemas a pleno sol y su producción es más constante año tras año. Además, la calidad del café (tamaño de grano y atributos físicos como textura, sabor, olor, color), puede ser mejor en sistemas con sombra (Giraldo *et al.* 2009). También el microclima bajo la sombra de los árboles facilita la germinación y crecimiento de plántulas (Montenegro & Ramírez 1997).

La bebida del café hoy en día es consumida por más de la tercera parte de la población mundial (Dulloo *et al.* 2001); pero, a partir de la década pasada surge una tendencia de aumento en el consumo de cafés finos de alta calidad (Bertrand *et al.* 1999, citado en Ignacio 2007) como es el caso del cultivar “Geisha” procedente de África, que según Power (2005), actualmente es cultivado con éxito en una finca del país, cuyo producto se vende a precios records en el mercado mundial, como el café más fino y suave. Este éxito ha llamado la atención de muchos caficultores en América Central y hasta la fecha, el banco de germoplasma del CATIE no puede satisfacer la demanda por este cultivar (Ebert 2007). El actual y creciente hábito en los consumidores de preferir cafés finos y la necesidad de superar las limitaciones de cultivo de café, han motivado a considerar que las características de calidad, productividad, resistencia a plagas y enfermedades, y la capacidad de una amplia adaptación deben estar presentes en los futuros cultivares (Fischerworing y Robkamp 2001, van Hintum *et al.* 2003), ya que las variedades cultivadas actualmente en Latinoamérica no las presentan (Bertrand *et al.* 1999) debido a que provienen de una base genética muy estrecha (Berthand y Anthony 1995, Anthony *et. al* 2003) resultado de las introducciones de las dos poblaciones, Typica y Bourbon, en el siglo XVIII y XIX de Holanda, Francia y la Isla Bourbon (Hoy Isla de Reunión) respectivamente (Astorga 1999).

Una de las alternativas que se han propuesto para mitigar el daño causado a los sistemas de producción ha sido el manejo orgánico, porque permite conservar, restaurar y mejorar el suelo a la vez que reduce la dependencia de insumos externos. Las constantes caídas de precios en el mercado internacional de café y el aumento en los costos de producción

(Founier 1998), han provocado la búsqueda de alternativas de producción más rentables (Payán *et al.* 2002).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la producción de *Coffea arabica* L. var. Caturra (Rubiaceae) con sombra y sin sombra, en Palmira, Alto Lino, y Horqueta, en Boquete, Chiriquí. De ahí la necesidad de este estudio para que el productor cafetalero economice más al disminuir el uso de insumos, que además de contaminar el ambiente afecta la economía al adquirir dependencia de los mismos.

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Aspectos generales del cultivo de café

El café, *Coffea arabica* L. proviene de Etiopía en África nororiental y fue introducido al continente americano a principios del siglo XVIII. Las primeras plantas provenían del Jardín Botánico de Amsterdam. Actualmente los mayores productores de café en nuestro continente son: Brazil, Colombia, Costa Rica, Ecuador y muchos otros países de América Tropical. De esta especie proviene el 90% de la producción mundial. Las semillas están constituidas en su mayor parte por un endospermo verdoso y amarillento. En él se encuentran almidón, azúcares, y alcaloides como cafeína y otras sustancias. De las semillas tostadas se liberan sustancias aromáticas, que le dan a la bebida del café un característico aroma y sabor. La cafeína que contiene convierte el café en una bebida estimulante. Hoy, es tan importante que se consume en todas las regiones del mundo (Wydrzycka 2009).

El café crece como arbusto en las selvas tropicales, entre los 900 a 2000 metros sobre el nivel del mar (msnm). El arbusto del cafeto es de poca altura, de 2 a 6 metros, aproximadamente. La corteza del tronco es de color gris claro y las hojas son de un verde-oscuro-brillante. Las flores son pequeñas, blancas y olorosas. Los frutos se desarrollan durante los 6 a 7 meses siguientes a la floración; son bayas llamadas cerezas que maduran de un color rojo brillante, cubiertos por una pulpa dulce. Los cafetos empiezan a dar frutos cuando tienen de 3 a 5 años de edad y esta producción dura de 15 a 20 años.

3.2 Ecología del café

Los estudios han demostrado que el café se desarrolla en diferentes ambientes, con altitudes que van desde los 400 a 2000 msnm. Sin embargo, para obtener un buen desarrollo y producción del café se requiere de un microclima fresco, con altitudes de 1 200 a 2 000 msnm, dependiendo de la altitud, con semi sombra (Fischersworing y Robkamp 2001). Las condiciones climáticas ideales de temperatura anual deben estar entre los 17 y 23 ° C, la precipitación entre 1600 y 2800 mm anuales, con una distribución anual mínima entre 145 y 245 días (ICAFFE 1998). El suelo debe tener un buen drenaje; son preferibles suelos con profundidad no menor de un metro, de color oscuro, ricos en nutrientes especialmente

potasio y materia orgánica con textura franca (Fischersworing y Robkamp 2001 citado en Montenegro 2005).

Actualmente los costos de producción de este rubro son bastante altos, lo que hace que la actividad productiva sea bastante riesgosa para el productor. La situación anterior ha provocado que la actividad cafetalera viva una de las peores crisis, en los últimos años (Atlas 2007). El cultivo de café es un sistema productivo que ha sido objeto de muchas investigaciones hacia la búsqueda de mejores alternativas para una producción sostenible a largo plazo (López 2010).

Un cafetal en producción presenta tres fases de desarrollo muy marcadas (Rincón *et al.* 1989).

1. Desde la maduración completa de los frutos (cosecha) hasta el comienzo de la floración siguiente.
2. Desde el principio de la floración hasta la fructificación.
3. Desde la fructificación hasta la maduración completa (cosecha).

Respecto a la temperatura, las máximas muy elevadas, aún en ausencia de vientos, son perjudiciales en las primeras fases del desarrollo, produciendo la caída de los frutos pequeños en su estado incipiente de crecimiento. Por tanto, el cafeto no se da bien en las vertientes cálidas muy asoleadas, a menos que éstas queden protegidas mediante la adecuada plantación de árboles de sombrío, de tronco alto y follaje umbroso.

En la zona cafetalera los suelos ideales son los provenientes de cenizas volcánicas que le imprimen ciertas características al suelo como: menor densidad aparente, mayor porosidad, mayor retención de humedad a pesar de una alta velocidad de infiltración, mayor capacidad de intercambio catiónico, mayor fijación de nutrientes especialmente el fósforo, pH generalmente ácido (5,0 a 6,0) (Rincón *et al.* 1989).

3.3. Café al sol y a la sombra

El café bajo sombra es una práctica común en Centro América, Colombia y México (Carvajal 1985). Estos agroecosistemas, en las últimas décadas, han reducido su diversidad biológica, como resultado del uso excesivo de fertilizantes, control intensivo de plantas con herbicidas y eliminación de los árboles de sombra, con la finalidad de elevar la productividad por unidad de área. No obstante, en los últimos años, los bajos precios del

café, junto con los altos costos de producción del modelo y la demanda cada vez mayor de café orgánico, están invirtiendo esta situación (Muschler y Bonnemann, 1997 citado por López 2010).

Los efectos de la sombra sobre el cafetal son muy variados y controvertidos; Aldazábal y Alarcón (1994 a) encontraron, que los frutos de café son de mayor tamaño bajo sombra que a pleno sol. De igual forma, el tamaño de las hojas es mayor en café con sombra que a pleno sol (Aldazábal y Alarcón (1994 b). La sombra también reduce la amplitud del ciclo bienal de producción del café; bajo sombra no se dan picos de producción tan altos como al sol, pero tampoco se tienen niveles tan bajos (Cannell 1975). Además, la sombra y el mulch producido por los árboles reducen el crecimiento de plantas, lo cual disminuye los costos de producción (ICAFFE 1989). La sombra afecta el microclima de la plantación: la temperatura de la hoja y del aire, la velocidad del viento, la humedad del suelo, la humedad de las hojas (Avelino *et al.* 2004).

El café cultivado bajo sombra permite la certificación ambiental que tiene como elementos centrales la conservación de la biodiversidad, así como del entorno natural para favorecer a las aves migratorias. Se estima que en el año 2000 fueron certificadas unas 3.300 ton (66 mil quintales) de café provenientes principalmente de Guatemala y El Salvador. En el mismo año se vendió en Estados Unidos una cifra cercana a los 12 mil quintales con un valor de mercado aproximado de U\$ 16,2 millones de dólares (Giovannucci, 2001, citado en Amador *et al.* 2002). Los principales criterios para certificarse, según la organización certificadora Smithsonian Migratory Bird Center, consisten en:

- tener la certificación orgánica
- tener al menos 10 especies arbóreas en el estrato de la sombra
- usar especies nativas perennes
- cobertura de sombra de al menos 40% durante todo el año
- altura mínima de dosel de 12 – 15 metros
- minimizar la poda de árboles y siempre que sea posible, realizar la poda al inicio o durante la estación lluviosa
- dejar ramas y troncos muertos en las plantaciones

- permitir que las plantas epífitas, lianas y plantas parásitas crezcan bajo los árboles de sombra.

Hasta ahora este mercado no se ha desarrollado mucho, pero presenta una dinámica creciente y podría representar una opción interesante para muchos pequeños productores de poca altura, pues le permitiría diferenciar su producto y acceder a un mercado de buen precio, al que en otras condiciones no tendrían acceso por falta de calidad (Amador *et al.* 2002).

La importancia y los efectos generales de las diferentes interacciones entre los árboles de sombra y el cultivo del café, dependen de las condiciones del sitio (suelo - clima), selección de los componentes (especie, variedad etc.), características de las partes aéreas y subterráneas y prácticas de manejo, tanto de la sombra como del cultivo (Beer *et al.* 1998). Los cafetos con sombra densa, comparados con los sembrados a pleno sol, presentan menores tasas de transpiración y fotosíntesis, mayor crecimiento en altura, menor número de ramas plagiotrópicas y hojas grandes (Morais *et al.* 2003). La presencia de árboles dentro de los cafetales tiende a incrementar la biodiversidad del agrosistema, incluyendo los enemigos naturales de las plagas y enfermedades (Altieri y Letourneau 1982).

3.4. Producción de café

En Centroamérica, la producción de café se realiza bajo tres sistemas de manejo: el tradicional, el semi-tecnificado y el tecnificado, los cuales se diferencian por la intensidad de uso de agroquímicos. El sistema tecnificado se caracteriza por el uso intensivo de agroquímicos y por la contaminación hídrica que se produce al momento de realizar el beneficiado del grano, generando efectos negativos sobre el medio ambiente. Éste sistema ha sido cuestionado por diversos sectores (ambientalistas, entidades bancarias, grupos científicos e incluso consumidores finales), ya que el modelo no es viable para caficultores de fincas pequeñas, por sus elevados costos en la compra de insumos (Haggar y De Melo 2001). El sistema de alta tecnología de producción ha logrado rendimientos eficientes para grupos selectos de caficultores, el principal inconveniente, es que sacrifica procesos ecológicos con el objetivo de triplicar o a veces cuadruplicar el rendimiento del café. Otro de los sistemas de producción que es implementado a menor escala es la caficultura orgánica, que es amigable con el medio ambiente y puede llegar a recibir sobrepuestos en el

mercado; sin embargo, solo ha sido establecida en un pequeño porcentaje de la población (Haggar y De Melo 2001). El sistema orgánico se diferencia del café tecnificado no solo por la ausencia de insumos químicos sino por el uso de los árboles que proporcionan un aumento en la disponibilidad de nutrientes (Fischersworrning y Rosskamp 2001), así como también en el uso de controles biológicos en el caso del manejo de plagas y el uso de mano de obra para el control de malezas (Merlo 2007).

El 10 % de la producción cafetalera anual de México es de sol y el restante 90 % aproximadamente pertenece a distintos grados de café de sombra (Moguel y Toledo, 1996). México ha sido testigo de un sorprendente incremento en la producción de café orgánico y de sombra. Hay distintas razones que explican por qué la mayoría del café mexicano sigue siendo fundamentalmente de sombra; entre las más importantes está el hecho de que un alto porcentaje de los productores de café en México (92 %) posee menos de cinco hectáreas. Estos pequeños propietarios no disponen de las grandes inversiones de capital que se requieren para la compra de las variedades híbridas de café (Caturra, Catuai) más caras, y para la adquisición de los agroquímicos que exigen las variedades de cafetos de pleno sol. Por el contrario, en los principales países productores de café, como Brasil, Colombia y Costa Rica, los grandes terratenientes, con ayuda de los gobiernos, se han esforzado por introducir variedades híbridas mejoradas, que les han permitido talar los árboles que daban sombra y selva para una producción cafetalera intensiva y la consecuente aplicación de insumos agroquímicos (Janssen, 1997).

3.5 El clima para el café orgánico

En el mundo, el café se cultiva tanto en los sub-trópicos como en la zona tropical, y dentro de ella, en gran diversidad de climas tanto naturales como artificiales.

En los climas tropicales naturales el café se produce bajo diversos tratamientos, muchas veces sin que se controle en forma científica la fisiología de la planta. Algunas variedades de café cuyo desarrollo es óptimo en zonas de altura se cultivan en tierras y climas adversos o menos aptos. En algunos lugares se usan como plantas ornamentales y se ubican en ambientes desfavorables. Ésta planta requiere de un clima calidad de luz, temperatura, altura, régimen de lluvias entre 1500 a 2000 mm/año y suelos porosos con pH y

nutrimentos adecuados, materia orgánica y buen drenaje. La importancia del régimen de lluvia se debe a que la época seca permite la interacción con factores agrícolas, económicos y biológicos. La sequía permite la floración sincronizada con el inicio de la estación lluviosa y que la maduración de los frutos ocurra algunos meses después en la próxima estación seca lo que permite la disponibilidad en mano de obra (Boucher 1983).

3.5.1. La luz solar

La calidad de la luz es importante en la eficiencia de la fotosíntesis de las hojas. Mucha luz brillante puede saturar y detener los procesos de fotosíntesis o puede provocar estrés lumínico y demasiada sombra reduce la calidad de la luz y también la fotosíntesis es escasa (OIRSA, 2000). Hay cultivos que se comportan mejor con plena exposición a la luz, en especial las gramíneas como la caña de azúcar y el maíz al igual que algunas malezas. El café se comporta mejor a la sombra, por eso en café orgánico se deben trabajar con sombra regulada. Las horas de sol que mejor aprovecha un cafetal son las de la mañana, y las que menos aprovechan las de luz vertical del medio día.

3.6. La altitud

Según Cleves, (1970), se atribuye a la influencia de la altitud algunas de las características más importantes del café, tales como el peso de la fruta madura y su rendimiento de conversión a café en oro, la dureza y aspecto del grano y las cualidades de infusión. La constitución del fruto no depende de la altura por sí sola, sino a las variaciones que a diversos niveles altitudinales pueden presentarse. En general, las regiones más lluviosas y bajas del Caribe y Pacífico Sur, con cosecha durante la época lluviosa dan menores rendimientos de conversión a oro (OIRSA, 2001).

Acosta y Cleves 1964, citado en OIRSA 2001, señalan que la menor calidad se da en las zonas estrictamente de altura entre 1200 y 1700 m de altitud, con estaciones secas y húmedas bien definidas (OIRSA, 2001).

3.7. Etapas fenológicas del café

Salazar *et al.* (1994) han descrito el crecimiento y desarrollo del fruto del café, estimando los diferentes períodos en que se divide el crecimiento que a su vez dependen del genotipo

y el ambiente. El número de períodos de crecimiento del fruto registrados es muy variable y comprende de 1 a 5. Salazar *et al.* (1994) agregan que León y Fournier (1962), Wormer (1964), Suarez (1979) y Sam (1982) citado en Boniche *et al.* 2002, coinciden en que inicialmente se presenta un período de crecimiento lento aproximadamente de seis a ocho semanas de duración, seguido por un período de expansión rápida que se extiende hasta la semana décimo séptima (Lezcano y Serrano, 2009).

La abundante precipitación y las lluvias irregulares, en el corto período seco, originan una disponibilidad de frutos en las bandolas (ramas), puesto que se dan las floraciones precoces o comúnmente llamadas floraciones locas, que son floraciones secundarias que ocurren antes y después de la floración principal. Esto genera una disponibilidad constante de alimento para la broca del café, dado que las etapas reproductivas y productivas ocurren al mismo tiempo, en los primeros meses del año (Lezcano y Serrano, 2009). Durante estos meses se da un crecimiento vegetativo secundario, puesto que, en estas zonas, las plantaciones siempre están cubiertas con hojas, lo cual también crea condiciones para la afectación de patógenos foliares (roya, ojo de gallo, entre otros) e insectos defoliadores (Guharay *et al.* 2000).

Según Lezcano y Serrano, (2009) se puede señalar que las etapas fenológicas del café durante un ciclo productivo en las Tierras Altas van a ser: defoliación (abril a mayo), floración (abril a mayo), revestimiento (junio a julio), frutos (agosto a octubre) y maduración (noviembre a diciembre), variando según las condiciones de cada región.

3.7.1. La floración y maduración del cafeto

La planta de café tiene ciclos de crecimiento y producción influenciados por el movimiento terrestre. Así, el 21 de junio es el día más largo del año y el 21 de diciembre es el día más corto. Se dice entonces que el café es una planta estacional. Sus periodos de floración, crecimiento y cosecha están marcados por las estaciones, durante el año (OIRSA, 2001). El tronco de café tiene yemas de las que salen dos tipos de rama: hijos o ramas verticales y ramas productoras horizontales, o bandolas. Durante el año crecen las ramas que florecen al año siguiente. Para que las yemas, situadas en los nudos de las bandolas, se conviertan en flores, tienen que ser estimuladas por hormonas que produce la

planta. Para que la planta produzca la cantidad necesaria de hormonas, estimulantes de flores, se necesitan días cortos y noches largas.

En la vertiente del Caribe las floraciones son más dispersas, por el estímulo de las lluvias constantes. En la vertiente del Pacífico son más concentradas porque el período seco detiene la floración. En el momento en que llueve suficiente, las flores se abren once días después de un buen aguacero. Abren temprano en la mañana y demoran dos días promedio. La mayoría es autopolinizada, pero puede haber polinización cruzada con la ayuda del viento en un seis por ciento. El fruto tiene un crecimiento lento al principio, primero desarrolla los lóculos donde se alojará la semilla, que los llenará después. El tamaño de los lóculos depende de las lluvias en el período de su formación. Si llueve poco en mayo y junio, las semillas serán pequeñas; por eso en muchas regiones secas el fruto es pequeño (OIRSA, 2001).

El fruto crece rápidamente cuando inicia su maduración y produce una gran demanda de nutrimentos de la planta, para engrosar la pulpa y los mucílagos. Después de la floración, la planta entra en un desarrollo rápido de las ramas nuevas y el tronco, la demanda por nutrimentos es fuerte y es más fácil que la ataquen enfermedades (OIRSA, 2001).

En los meses de septiembre y octubre llueve mucho y el suelo se satura. Las raíces del cafeto se ahogan, al mismo tiempo que el crecimiento y la cosecha exigen más nutrimentos a las raíces. Una sombra con buen follaje (hojas) extrae mucha agua del suelo, auxiliando a las raíces del cafeto. Es por esto que un cafetal a la sombra en Costa Rica produce más que un cafetal al sol. La sombra sobre el cafeto hace que los procesos de maduración y crecimiento sean más lentos, evitando la caída de frutos (OIRSA, 2000). El exceso de sombra reduce el crecimiento y la cosecha del año siguiente. Debe existir un equilibrio.

3.7.2. El fruto

El fruto es una drupa elipsoide con dos semillas de 10-20 mm de largo. Al inicio es verde, luego naranja y rojo al madurar. La pulpa puede removerse y las semillas se

secan en beneficios antes de exportarse. Desde el momento de la floración hasta la maduración del fruto transcurren 32 semanas en promedio (Lezcano y Serrano, 2009).

Las semillas pierden la viabilidad con rapidez y están expuestas a secarse a través de sus cubiertas. Su conservación puede prolongarse por varios meses si se almacenan en HR de 40 a 50 % y temperatura de cuatro a 10 °C. La germinación de semillas es el método más común de propagación, se colocan por cuatro a seis semanas en recipientes de celulosa o bolsas de polietileno. Después de germinar, al formar el primer par de hojas verdaderas se trasladan las plántulas vivero, se siembran a distancias de 30 cm entre sí; se dejan por 12 a 18 meses bajo condición de vivero hasta que tengan seis u ocho pares de hojas laterales; después de esto estarán listas para trasplante en el campo.

El café puede propagarse asexualmente por casi todos los métodos; pero, el método por estacas foliosas es el más usado comercialmente, pero deben tomarse las estacas de los brotes terminales erectos y darles tratamientos con estimuladores del enraizamiento y controlar la humedad y la calidad de la luz ambiental (Harman y Kester 1989).

Durante este período el fruto pasa por diferentes etapas del desarrollo (Guharay *et al.* 2000) y muestra cambios morfológicos (Salazar *et al.* 1994). Estos cambios se dividen varias etapas: primera etapa, el crecimiento del fruto es imperceptible y tiene el aspecto de un fósforo, las primeras siete semanas después de la floración; segunda etapa, el fruto crece en forma acelerada y adquiere el tamaño final. La semilla es de consistencia gelatinosa. De ocho a 17 semanas después de la floración; tercera semana, la semilla completa su desarrollo, se endurece y gana peso. De 18 a 25 semanas después de la floración; cuarta semana, el fruto está fisiológicamente desarrollado y tiene lugar la maduración. De 26 a 32 semanas después de la floración; quinta etapa, el fruto se sobremadura, se torna de un color violeta oscuro y finalmente, se seca; hay pérdida de peso después de las 32 semanas (Lezcano y Serrano, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio

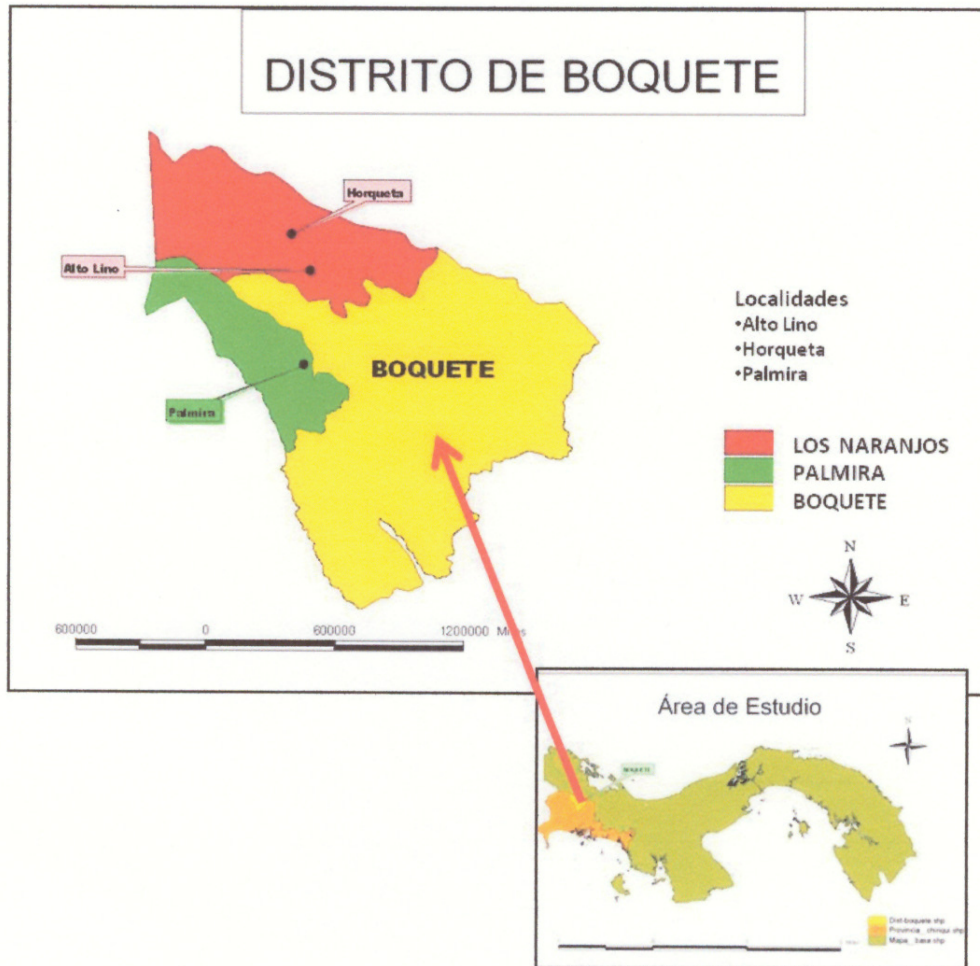


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio en el distrito de Boquete, Panamá.

La investigación se realizó de julio del 2009 hasta agosto del 2010, en las comunidades de Palmira, Alto Lino y Horqueta ubicadas entre los $8^{\circ}44'29.2''$ de LN y $82^{\circ}27'23.4''$ de LO, en el distrito de Boquete, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, entre los 1,116 a 1,500 m.s.n.m.. El área presenta una zona de vida caracterizada por Bosque Muy Húmedo

Premontano (ATLAS 2007), presentó una precipitación promedio anual de 2,907.8 mm y una temperatura promedio de 20.1 °C (IGNTG, 2004).

El distrito de Boquete presenta suelos fértiles aptos para la producción de café y plantas ornamentales que no pueden crecer en tierras bajas y a nivel del mar. El área presenta suelos de origen volcánico y pendientes que van desde el 2 % ó más. Las parcelas del estudio se encuentran dentro de fincas con densidades de siembra de café aproximadas de 3,300 árboles/ha.

1.2. Establecimiento de las parcelas circulares en cada sitio

Dentro de las localidades se seleccionaron tres fincas de café asociadas con árboles de sombra. En ellas se establecieron dos parcelas una bajo la condición de manejo con sombra y la otra sin sombra.

Luego de haber seleccionado las parcelas se procedió a medir, basado en la metodología de Delgadillo & Quechulpa (2006), que consiste en el establecimiento de parcelas circulares permanentes de 1000 m², recomendadas para este tipo de estudio.

Las parcelas circulares son utilizadas en inventarios forestales a nivel de plantaciones homogéneas (Camacho 2000). Se utilizaron parcelas circulares porque tienen la ventaja de ser fáciles de establecer en terrenos con pendientes bajas. Para su establecimiento en cada finca se seleccionó un área al azar y se ubicó el centro del lugar escogido, tomando como punto de referencia un árbol. Partiendo de este punto, se ubicaron los cuatro puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste) a 17.84 m del punto central, con la ayuda de un Geoposicionador Satelital (GPS). A un lado de este punto se colocó una estaca, la misma fue resaltada con una cinta plástica coloreada.

Una vez señalizada la parcela se midió la distancia de los árboles ubicados dentro y el punto o centro de la parcela. Se marcó cada uno y se midió los diámetros a la altura del pecho en centímetros (DAP) lo cual permitió conocer el área basal de cada árbol. Se realizó un mapeo para ubicarlos cuantificados e identificados dentro de la parcela circular.

En cada parcela se estimó la densidad de siembra, expresadas en número de cafetos/ha.

1.3 Recolección de partes vegetativas de los árboles de sombra

Para la recolecta e identificación de muestras vegetales se siguieron los métodos de Bridson y Forman (1998), y se utilizaron las obras de Hutchison (1967), D'Arcy (1987), Davidse (1994-1995) y Woodson & Schery (1943-1981) y Davidse *et al.* (1982-1994) para la descripción de las características de cada una de las especies. La identificación taxonómica se realizó en el Herbario de la Universidad Autónoma de Chiriquí, donde se depositaron los especímenes. Se utilizó un estereoscopio marca Olympus. Se tomaron fotografías de las especies de árboles asociadas al cultivo de café con una cámara digital marca Lumix de Panasonic Model No. DMC-FS7.

Algunas especies fueron confirmadas por comparación de las muestras secas, con especímenes del Herbario de la Universidad de Panamá.



Figura 2. Parcelas bajo condiciones de sol y sombra en las localidades de Palmira, Alto Lino y Horqueta. 1.1-1.2. Palmira a la sombra y al sol. 2.1-2.2. Alto Lino a la sombra y al sol. 3.1-3.2. Horqueta a la sombra y al sol.

1.4 Toma de muestras de frutos de café y determinación de la producción de café

A partir del desarrollo del fruto, desde julio del 2009 hasta enero del 2010 se cuantificó el número de frutos verdes y maduros de dos ramas o bandolas ubicadas en el tercio medio de cinco cafetos. Se registró el peso en gramos de los frutos maduros de las dos bandolas, durante la cosecha de noviembre a enero, utilizando una balanza marca Pelouze ($\pm 5g$). El número y peso de frutos se tomaron de las dos parcelas ubicadas en cada finca (con sombra y sin sombra) para comparar la producción.

En cada parcela se tomaron muestras de suelo al azar en cuatro puntos para análisis físico químico del suelo y se enviaron al laboratorio de suelo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

Las variables evaluadas fueron: número de frutos por bandola del cafeto; peso de los frutos maduros por bandola de cafeto; número de especies de árboles de sombra dentro de cada parcela y su identificación; la cobertura basal de las especies de árboles de sombra, tomando en cuenta los datos del DAP y se estimó la densidad de siembra de los cafetos.

1.5 Análisis Estadístico

Los datos obtenidos no fueron constantes en un sitio, por lo que fueron transformados con $\sqrt{x + 0.5}$ y se sometieron al análisis de varianza, y compararon las medias con la prueba Tukey ($P=0.05$). Se realizó un análisis de correlación de Pearson y un análisis de regresión para determinar si existían diferencias entre los sitios y entre las condiciones de sol y sombra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 3 se presenta un esquema de las tres parcelas con los árboles de sombra y su ubicación dentro de cada parcela. Se observó que en Alto Lino y Horqueta se utilizan árboles de sombra del género *Inga* de la familia Leguminosae.

La presencia de las leguminosas en el cafetal ayuda a optimizar la fijación de Nitrógeno atmosférico, que es un elemento importante en la nutrición del cafeto. Estudios realizados en café a la sombra demuestran que parte del nitrógeno fijado es transferido a la planta asociada y éste es importante en contrarrestar el efecto de la alta temperatura y luminosidad. Según Aranguren *et al.*, 1982; Alpizar *et al.*, 1985; Glover y Beer, 1986; Babbar y Zak, 1994; Snoeck *et al.*, 2000; DaMatta, 2004. Los árboles de *Inga* sp., tienen un distanciamiento variable, la cobertura de copa es aproximadamente de 80 %; la superficie del suelo dentro de las parcelas tiene una cobertura del 90 % de hojarasca y piedras (Arellano, 2000); esto probablemente sea un indicativo de que el porcentaje de N sea mayor en la parcela de Horqueta, debido a la presencia de *Inga oerstediana*. También en estudios realizados se ha reportado que las menores pérdidas de suelo por erosión se han dado en cultivos de café bajo sombra, demostrándose que las plantaciones de café combinadas con árboles de sombra y coberturas vegetales (malezas), permiten un mejor control del suelo que las combinadas con árboles frutales (Arellano, 2000).

De las nueve familias identificadas, se encontraron 20 individuos y dos árboles frutales, asociadas al cultivo de café, en las tres localidades. La utilidad de éstas especies de árboles dentro del cultivo de café, es de brindar sombra, y de algunas especies como *C. donnell-smithii* y *F. costaricana*, cuyos frutos dan alimento a muchas aves que transitan por

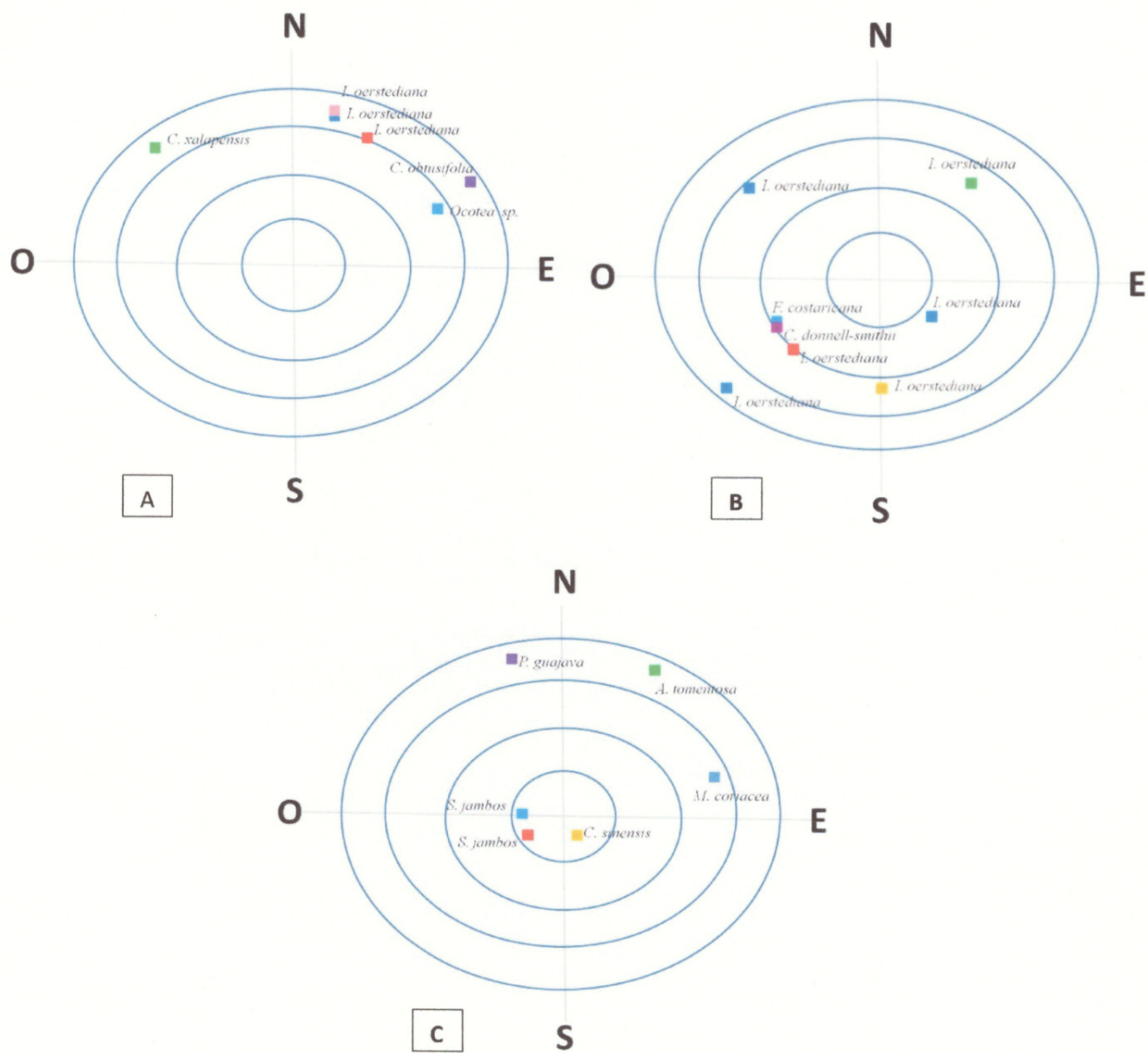


Figura 3. Distribución de los árboles de sombra en las parcelas de 1000 m² establecidas dentro de las localidades del distrito de Boquete. **A.** Alto Lino. **B.** Horqueta. **C.** Palmira.

el lugar; otras especies son maderables y frutales como: *C. sinensis*, y *P. guajava* (Cuadro 2), pero algunos agricultores señalan que éstos frutales también demandan muchos nutrientes del suelo por lo que compiten con el cafeto.

En la Figura 3 se demuestra que la distribución de los árboles de sombra en las parcelas difiere entre ellas, así por ejemplo en Alto Lino los árboles se ubican en dos cuadrantes; mientras que en Horqueta y Palmira existen árboles de sombra en los cuatro cuadrantes, lo que demuestra que no hay una distribución uniforme ni pre-establecida por el caficultor.

Cuadro 1. Árboles y número de individuos asociados al cultivo de *Coffea arabica* L. var. Caturra colectadas e identificadas en las parcelas de 1000 m², en tres localidades del Distrito de Boquete (1116 a 1497 msnm.).

LOCALIDADES											
Palmira						Alto Lino			Horqueta		
Familia	N. Científico	N. Común	No. de individuo	Familia	N. Científico	N. Común	No. de individuo	Familia	N. Científico	N. Común	No. de individuo
Myrtaceae	<i>Aulomyrcia tomentosa</i> (Aubl.) Amsh.		1	Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i> Benth.	Guaba	3	Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i> Benth.	Guaba	6
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem & Schult.	Canelón	1	Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	Signa	1	Moraceae	<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.	Higo	1
Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja injertada	1	Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i> Berroi.	Guarumo	1	Verbenaceae	<i>Citharexylum donnell-smithii</i> Greenm.	Palomo o palo de paloma	1
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	Pomarosa	2	Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don ex DC.	Camillo	1				
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	1								

En el Cuadro 1 y en la Figura 3 se observa que la parcela de Palmira posee seis árboles frutales de sombra de cinco especies diferentes distribuidos en los cuatro cuadrantes en comparación con las otras dos localidades como Alto Lino con seis árboles de sombra dentro de dos cuadrantes y Horqueta con ocho árboles de sombra en los cuatro cuadrantes; lo que representa la parcela con mayor diversidad y distribución de especies de árboles de sombra. La especie más abundante *I. oerstediana* se observó en las parcelas de Alto Lino y Horqueta probablemente porque el caficultor lo prefiere como árbol de uso múltiple, ya que proporciona sombra, leña y fija nitrógeno.

Se observó que en todos los meses hubo mayor cantidad de frutos en las parcelas de Alto Lino con respecto a las de Palmira y Horqueta.

Al comparar la producción con las áreas basales de los árboles de sombra se observó una tendencia decreciente en la producción que sigue el orden siguiente: Alto Lino, Palmira, y Horqueta, lo cual coincide con los valores de las áreas basales que ocupan los árboles de sombra en las tres parcelas, ya que la parcela con mayor cobertura de área basal fue Alto Lino con 122 m²/ha, Palmira con 80 m²/ha y Horqueta con 68 m²/ha, por tanto la parcela de Alto Lino es probable que la mayor cobertura de área basal contribuya a producir más cantidad de frutos a lo largo de la época de muestreo (Cuadro 4).

La cantidad de frutos colectados en las tres localidades varió desde julio 2009 a enero 2010. Esta cantidad de frutos fue mayor al sol durante los meses de agosto, septiembre, octubre, diciembre y enero; sin embargo, bajo la condición de sombra en los meses de julio y noviembre hubo mayor cantidad (Cuadro 2), tal vez porque el proceso de floración ocurrido seis a siete meses antes es afectado por factores ambientales como la lluvia y viento, y

probablemente el manejo humano en la plantación, los cuales son factores deben considerarse en estudios más detallados de la producción de café.

Hay que considerar que aunque la producción de frutos fue mayor al sol que a la sombra, hubo meses en que no siempre la producción en cuanto a cantidad de frutos fue mayor al sol y esto indica que la sombra es necesaria para minimizar los efectos de factores ambientales (Cuadro 2). Además donde existe sombra se incrementa la concentración de nutrientes, esto se debe a la mayor liberación de nutrientes que se produce en este agroecosistema por la descomposición de la hojarasca que se deposita en la superficie del suelo (Vásquez 1999).

Al comparar el número de frutos por mes entre localidad se mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) (Cuadro 11 y 12 del Anexo); no así, por condición entre sol y sombra; sin embargo, hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre localidades por condición sol y sombra, probablemente por las condiciones del sitio, ya que existen diferentes especies de árboles de sombra, las parcelas están a diferentes altitudes y los árboles de sombra se distribuyen en forma aleatoria diferente en cada sitio diferentes altitudes (Figura 3 y Cuadros del 8 al 12 del Anexo).

En cuanto a la comparación de medias para el número de frutos entre localidades, se observa que Palmira y Horqueta no difieren entre sí; sin embargo, Alto Lino si es diferente porque presenta mayor número de frutos que las otras dos localidades (Cuadro 12 del Anexo). Al analizar las características de cada sitio, se observa que Palmira es más diverso que Alto Lino y Horqueta, sin embargo, Alto Lino y Horqueta tienen árboles de *Inga* para sombra; de modo que en Alto Lino se da un balance entre los árboles de sombra de *Inga* y

de las otras especies (Cuadro 1). Podríamos suponer, que la diversidad de la vegetación de sombra unida a la presencia de especies fijadoras contribuye con el equilibrio ecológico y el balance de nutrientes en el suelo de cada sitio (Peeters, *et al.* 2003).

Cuadro 2. Cantidad promedio de frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra por mes con sombra y sin sombra en las diferentes localidades, de julio 2009 a enero 2010 (n=10).

Lugar	Condición	Meses						
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene
Palmira	Sombra	57	56	46	43	46	35	-
	Sol	63	57	63	61	44	53	-
Alto Lino	Sombra	59	77	64	44	75	51	45
	Sol	38	47	68	59	53	41	65
Horqueta	Sombra	36	35	41	39	58	41	28
	Sol	34	67	80	58	47	48	32

Cuadro 3. Pesos promedio en gramos de los frutos de *C. arabica* L. var. Caturra en los tres sitios de estudio en Boquete, de noviembre 2009 a enero 2010 (n=10).

Lugar	Condición	Meses		
		Nov	Dic	Ene
Palmira	Sombra	57.1	50.8	-
	Sol	56.7	73	-
Alto Lino	Sombra	88.2	90.1	77.9
	Sol	63.4	61.7	106.4
Horqueta	Sombra	-	76.2	59.4
	Sol	-	79.6	57.2

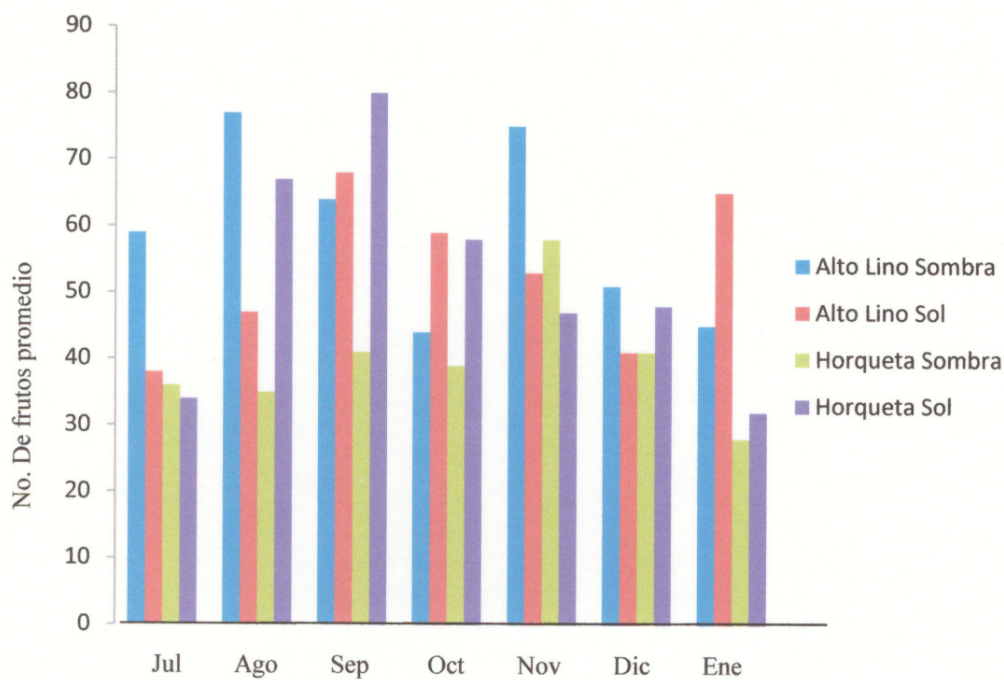


Figura 4. Promedios de la cantidad de frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra por mes con sombra y sin sombra en las diferentes localidades, de julio 2009 a 2010.

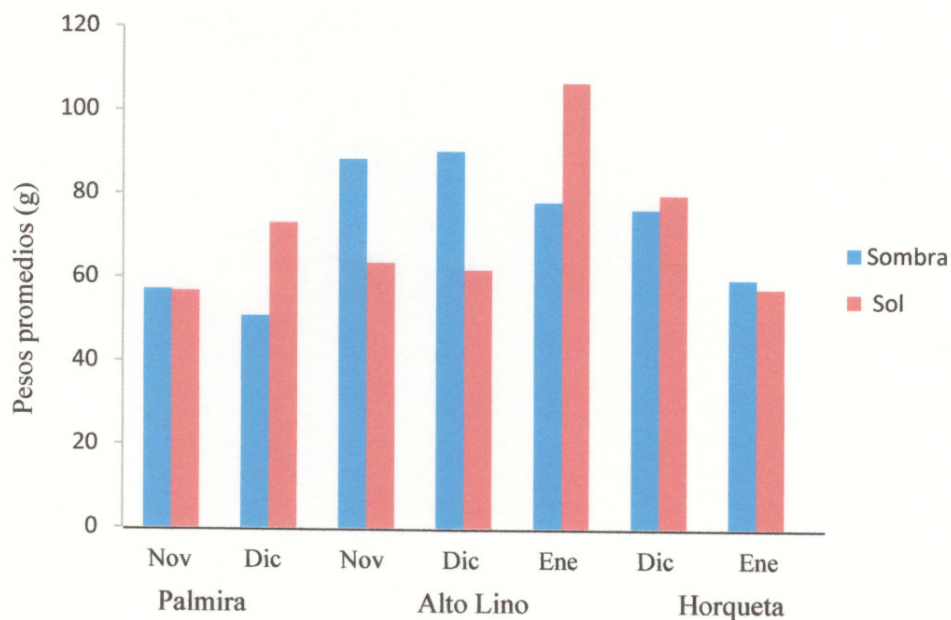


Figura 5. Pesos promedios en gramos de los frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra, en los tres sitios de estudio en Boquete, de noviembre 2009 a enero 2010.

Los promedios de la producción de los cafetos determinados por el peso de los frutos (2009-2010), oscilan de 28 a 80 gramos de café para las densidades de siembra de 3000 árboles/ha. En relación al promedio del peso de los frutos se observó un incremento que va de 50.8 a 106.4 gramos de cerezo (Figura 5).

Hay que destacar que éstas parcelas poseen una combinación de especies de sombra con pendientes, y árboles frutales que son manejadas por los agricultores a través de la poda, la aplicación de fertilizantes y el contacto durante la cosecha lo que posiblemente influya en la producción del café. Ésta cobertura arbórea de forma natural dentro de las parcelas mejoran algunas características físicas y químicas del suelo por lo que se considera un cultivo esencialmente conservacionista (Arellano 2000).

A pesar de que la parcela a la sombra de Alto Lino posee un terreno con pendiente, la producción no se vió afectada posiblemente debido a que la descomposición de la hojarasca que se deposita en el suelo, permite minimizar o controlar las pérdidas de nutrientes por erosión (Arellano 2000). Según Arellano, 2000 las plantaciones de café combinadas con árboles de sombra y coberturas vegetales como las malezas, permiten un mayor control de la erosión que las combinadas con árboles frutales, esto apoya la idea de que constituye una ventaja poseer árboles de sombra como el caso de Alto Lino y Horqueta en comparación con Palmira, además de que para futuros estudios sería aceptable considerar la presencia de las malezas y enfermedades por patógenos para estimar el efecto en la producción del café.

En este estudio se utilizó la variedad Caturra lo que representa una ventaja en comparación con otras variedades ya que la misma se puede sembrar a menor distancia, en una hectárea caben 56% más árboles que otras variedades (Rincón 1989).

Cuadro 4. Cobertura del área basal en m²/ha de las especies de árboles de sombra, en las localidades de Horqueta, Alto Lino y Palmira, distrito de Boquete.

Horqueta		Alto Lino		Palmira	
DAP (cm)	AB (cm)	DAP (cm)	AB (cm)	DAP (cm)	AB (cm)
34	907.9	166	21642.5	55	2375.8
185	26880.3	165	21382.5	107	8992.0
90	6361.7	163	20867.3	24	452.4
46	1661.9	144	16286.1	214	35968.2
90	6361.7	173	23506.2	190	28352.9
51	2042.8	154	18626.5	70	3848.5
85	5674.5				
150	17671.5				
AB (cm) ²	67562.5		122311.1		79989.8
AB (m) ²	6.8		12.2		8.0
AB/ha	68		122		80

Al comparar las medias totales de número de frutos de café a la sombra y sin sombra, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en los tres sitios; sin embargo, en los meses de septiembre, octubre y enero si se observan diferencias. Los meses de septiembre y octubre hubo mayor cantidad de frutos en los sitios con sombra, lo que coincide con la época lluviosa y nos indica que las variables fisiológicas muestran variaciones que las pruebas estadísticas no las determinan. En enero el café sin sombra produjo más frutos; según Soto-Pinto, *et al.* 2000, algunas plantaciones pueden producir muchos frutos independientemente de la existencia de especies de sombra como *Inga*, (Peeters, *et al.* 2002). Las especies a plena luz tienen más tasa fotosintética que las que están a la sombra lo que provoca mayor productividad en este caso de frutos de café, tamaño de los frutos y calidad de la producción (OIRSA, 2001) pero al comparar en Anexo 4 y 6 los pesos de los frutos de este mes tanto a la sombra y sin sombra, encontramos no existen diferencias significativas, lo que indica que los frutos al sol son más numerosos pero de menor peso comparados con los que se producen bajo la sombra (Cuadro 13 del Anexo) lo que coincide con investigaciones realizadas que promueven la siembra de café bajo sombra.

El peso de los frutos entre localidades presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), probablemente por la diferencia en la altitud, la diversidad de especies arbóreas de sombra y la poda entre localidades (Cuadros 14 y 15 del Anexo). Se observa en el Cuadro 15 del Anexo que en cuanto al peso de los frutos es mayor en Alto Lino en comparación con Palmira y Horqueta. En Alto Lino se da un balance entre las especies de sombra que fijan nitrógeno y las otras especies de sombra. En Palmira se observó la menor producción tal vez porque a pesar de ser más diverso con seis especies diferentes en la parcela, algunas son frutales y compiten por los nutrientes del suelo. En Horqueta existe

mayor cantidad de individuos por parcela con mayor abundancia de *Inga* (Cuadro 1) pero la producción es similar a Palmira, lo que indica que probablemente existe una sombra no regulada mediante poda que limita la producción de café a pesar de la presencia de muchos árboles fijadores de nitrógeno. Según Soto-Pinto, *et al* 2000 una plantación sombreada densamente pero bien podada induce la misma producción de café que una plantación dispersa pero menos podada. En el Cuadro 14 del Anexo también se demuestra que hay diferencia significativa entre los sitios con respecto al peso en gramos de los frutos maduros, considerándose Alto Lino el sitio que más productividad tuvo, probablemente por las condiciones del lugar, significa que existe diferencia en cuanto al peso de los frutos por localidad.

Al comparar las medias para el peso en gramos de frutos maduros con sombra y sin sombra, no se encontró diferencias entre localidades según la prueba de comparación de Tukey (Cuadro 16 del Anexo).

En Horqueta al compararlo con Alto Lino, presentó menor cantidad de frutos a pesar de estar más alto (Cuadro 12 del Anexo), tal vez por la presencia de polinizadores como las abejas que según Vergara *et al.* 2008, aumentan el amarre de frutos, es decir, en la proporción de flores de café que se convierten en frutos y que es posible que ocurra competencia de otras especies vegetales por polinizadores en este caso la existencia del *Ficus*, lo que provocaría insuficientes visitas a las flores de café y una consecuente disminución en el amarre de frutos; el otro efecto probable es que el viento sea más fuerte en las zonas más altas con mayores daños en las flores de los arbustos.

El inicio de la época lluviosa coincide con la fructificación (Bustillo *et al.* 1998), observamos que su magnitud es diferente en los tres sitios, siendo mayor en Palmira, tal vez

porque hay mayor diversidad de especies de sombra y tal vez más polinizadores por los árboles frutales (Palomeque, 2009) en la parcela.

En cuanto a los árboles de sombra encontrados en los tres sitios de estudio se identificaron 10 especies de árboles, distribuidas en 11 géneros y 9 familias todos asociados al cultivo de *Coffea arabica* L. var. Caturra, (Cuadro 5).

La familia más abundante fue la Fabaceae, seguida de la Myrtaceae, Verbenaceae, Moraceae, Cecropiaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae, Rutaceae y Lauraceae (Cuadro 1). En Palmira, se identificaron tres familias, cinco géneros y cinco especies de árboles; en Alto Lino, se identificaron cuatro familias, cuatro géneros, tres especies y en Horqueta, se identificaron tres familias, tres géneros y tres especies. La especie común encontrada en la localidad de Alto Lino y Horqueta fue *I. oerstediana*, de la familia Fabaceae. En Horqueta se encontró el mayor número de individuos de *I. oerstediana*, con seis y en Alto Lino tres. Entre las especies nativas podemos mencionar: *I. oerstediana*, *C. obtusifolia*, *F. costaricana*, *C. xalapensis*, *M. coriacea*, *A. tomentosa* (Cuadro 1).

Cuadro 5. Familias, géneros y especies de árboles asociados al cultivo de *Coffea arabica* L. (Rubiaceae) var. Caturra, recolectados e identificados en parcelas de 1000 m², en tres localidades de Boquete.

Taxón	Cantidad
Familias	9
Géneros	11
Especies	10

Descripciones taxonómicas de las especies de árboles de sombra asociados con el café *Coffea arabica* L. var. Caturra (Rubiaceae) en las parcelas de Alto Lino, Palmira y Horqueta, Boquete.

Familia: Cecropiaceae

Género: *Cecropia* Bertol.

Cecropia obtusifolia Bertol., Novi Comment. Acad. Sci. Inst. Bononiensis 4:439. 1840.

Árbol de 10 metros de alto. Hoja simple, alterna. Flores agrupadas en 11 espigas, de color amarillo. Brácteas 3, de color pardo. Floración: junio, julio.

Nombre común: “guarumo”.

Distribución: Sur de México hasta el Norte de Sur de América. En Panamá: Bocas del Toro, Área del Canal, Chiriquí, Colón, Darién, Panamá y Veraguas.



Figura 6. Inflorescencia de *Cecropia obtusifolia* Bertol. en Alto Lino, Boquete.

Familia: Fabaceae-Mimosoideae

Género: *Inga* Benth.

Inga oerstediana Benth. In Seem. Bot. Herald, 117. 1852-57.

Árbol de 10 metros de alto. Hojas alternas, paripinnadas, de 8 folíolos, con glándulas sésiles. Fruto una legumbre, pubescente, arqueados y ligeramente estriado, de color pardo. Floración: enero, marzo, agosto, septiembre.

Nombre común: "guaba".

Distribución: De México a Venezuela, las Antillas Menores, y desde el Oeste de Suramérica, hasta Bolivia. En Panamá: Coclé, Chiriquí, Colón, Darién, Panamá y San Blas.



Figura 7. Fruto de *Inga oerstediana* Benth. en Alto Lino y Horqueta.

Familia: Lauraceae

Género: *Ocotea* sp.

Ocotea sp.

Árbol de 12 metros de alto. Hoja simple, alterna. Fruto pequeño, globoso.

Distribución: Costa Rica y Panamá.

Familia: Melastomataceae

Género: *Conostegia* (Bonpl.) D. Don ex DC.

Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don. ex DC., in Mem. Wern. Soc. 4:317. 1823.

Árbol pequeño o arbusto de 8 metros de alto. Tronco irregular y ramificado a baja altura. Hojas simples opuestas, lanceoladas, pubescente. Inflorescencia una panícula; flores blancas. Fruto de color verde. Floración: mayo, junio, julio, agosto.

Nombre común: “canillo o canillito”.

Distribución: Sur de México, hasta el Norte de Sur de América. En Panamá: Bocas del Toro, Área del Canal, Coclé, Chiriquí, Colón, Darién, Panamá, San Blas y Veraguas.

Uso: madera o leña.



Figura 8. Inflorescencia de *Conostegia xalapensis* (Bonpl.) D. Don. ex DC. en Alto Lino, Boquete.

Familia: Moraceae

Género: *Ficus* (Liebm.) Miq.

Ficus costaricana (Liebm.) Miq. In Ann. Mus. Bot. Ludg.-Bat. 3:298. 1867.

Árbol de 12 metros de alto, látex blanco. Estípula terminal glabra, persistente, asociada a los higos. Hojas oblanceoladas a oblongo elípticas. Higos dispuestos en pares, globoso, glabro, sésil, con brácteas basales, glabras, verdes cuando maduros.

Nombre común: “higo o higerón”.

Distribución: Guatemala a Panamá. En Panamá: Área del Canal, Chiriquí y Veraguas.



Figura 9. Fruto de la Especie *Ficus costaricana* (Liebm.) Miq. en Horqueta, Boquete.

Familia: Myrsinaceae

Género: *Myrsine* (Sw.) R. Br. Ex Roem & Schult.

Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. Ex Roem & Schult. Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Bot. 4: 175. 1969.

Arbusto de 4 metros de alto. Hojas simples, alternas, lanceoladas. Flores pequeñas axilares, unisexuales. Fruto globoso.

Nombre común: "canelón".

Distribución: México, hasta el Sur de Panamá, y probablemente en otros lugares de América Tropical, particularmente en zonas altas. En Panamá: Bocas del Toro, Coclé, Chiriquí, Panamá y Veraguas.



Figura 10. Inflorescencia de *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. Ex Roem & Schult. en Palmira, Boquete.

Familia: Myrtaceae

Género: *Syzygium* (L.) Alston.

Syzygium jambos (L.) Alston. In Trimen, Handb. Fl. Ceylon 6: Suppl. 115. 1931.

Árbol de 13 metros de alto. Hojas lanceoladas, ápice acuminado, base cuneada, de color verde oscuro en el haz. Inflorescencia terminal, glabra; flores blancas. Floración: julio, agosto.

Nombre común: “pomarroza”.

Distribución: Nativa del Este de la India y cultivado en América Tropical. En Panamá: Bocas del Toro, Área del Canal, Chiriquí, Colón, Panamá y Veraguas. Es una especie introducida, naturalizada y cultivada.



Figura 11. Inflorescencia de *Syzygium jambos* (L.) Alston., en Palmira, Boquete.

Familia: Myrtaceae

Género: *Aulomyrcia* (Aub.) Amshoff.

Aulomyrcia tomentosa (Aub.) Amshoff. In Rec. Trav. Bot. Néerl. 39:153. 1942.

Arbusto de 4 metros de alto. Hojas ovadas, de color rojo cuando jóvenes, margen entero. Inflorescencia en panícula; flores blancas. Floración: agosto.

Distribución: Panamá hasta Brazil; Trinidad. En Panamá: Coclé, Chiriquí, Panamá y Veraguas.

Familia: Myrtaceae

Género: *Psidium* L.

Psidium guajava L. Sp. Pl. 470. 1753.

Arbusto de 6 m de largo. Hojas simples, opuestas, oblongas a elípticas, de color verde claro. Flores blancas. Fruto una baya, de color amarillo verdoso, con pulpa rosada y numerosas semillas, globoso, carnosos. Floración: agosto.

Nombre común: “guayaba”.

Distribución: América Tropical. En Panamá: Bocas del Toro, Área del Canal, Coclé, Chiriquí, Darién, Los Santos, Panamá, San Blas y Veraguas. Es una especie cultivada.



Figura 12. Fruto de *Psidium guajava* L. en Palmira, Boquete.

Familia: Rutaceae

Género: *Citrus* (L.) Osbeck.

Citrus x sinensis (L.) Osbeck., Reise Ostind. China 250. 1765.

Arbusto de 3 metros de alto, con espinas axilares. Hojas simples, alternas, oblongas elípticas. Flores blancas. Fruto carnoso, globoso, de color amarillo a naranja.

Nombre común: “naranja injertada”.

Distribución: China, India, América. Nativa de China. En Panamá: Área del Canal, Chiriquí, Colón y Darién. Es una especie introducida, cultivada.

Verbenaceae

Género: *Citharexylum* Greenm.

Citharexylum donnell-smithii Greenm. In Donn. Sm., Enum. Pl. Guatem. 7: 70. 1905, hyponym; Publ. Field Columbian Mus. Bot. Ser. 2: 186. 1907.

Arbusto de 5 m de alto. Hojas opuestas, lanceoladas, ápice acuminado, margen entero, base cuneada, superficie coriácea, verde oscuro en el haz. Inflorescencia en racimo; flores blancas, campanuladas. Fruto naranja, globoso y liso. Floración: febrero, marzo.

Nombre común: “palomo”, “bala”.

Distribución: Del Sur de México a Panamá. En Panamá: Chiriquí.



Figura 13. Inflorescencia de *Citharexylum donnell-smithii* Greenm. en Horqueta, Boquete.

CONCLUSIONES

- El número de frutos por mes entre localidad mostró diferencias altamente significativas, pero entre sol y sombra no hubo diferencias significativas.
- En las tres parcelas la distribución de los árboles de sombra no es uniforme, es aleatoria.
- El peso de los frutos entre localidades presentó diferencias altamente significativas.
- El peso de los frutos fue mayor en Alto Lino, en comparación con Palmira y Horqueta.
- La parcela al sol de Horqueta produjo mayor cantidad de frutos en el mes de septiembre que las demás parcelas.
- En Horqueta existe mayor cantidad de individuos por parcela con mayor abundancia de *Inga*.
- Las conclusiones de las pruebas estadísticas no siempre coincide con la fisiología de la planta como es el caso de Alto Lino que produjo más cantidad de frutos de café bajo sombra.
- En Palmira, Alto Lino y Horqueta, se recolectaron e identificaron nueve familias, once géneros y 10 especies de árboles asociados al cultivo de *Coffea arabica* var. Caturra.
- La especie común y más frecuente en las localidades de Alto Lino y Horqueta fue la *I. oerstediana*, de la familia Fabaceae,
- Se encontraron especies nativas como: *I. oerstediana*, *C. obtusifolia*, *F. máxima*, *C. xalapensis*, *M. coriacea*, *A. tomentosa*.

RECOMENDACIONES

- Incluir otras variables como incidencia de enfermedades y presencia de insectos dentro del cultivo de café, bajo estas condiciones.
- Establecer dentro de las parcelas de estudio estaciones portátiles para determinar los datos meteorológicos, que permitan correlacionarlos con los datos encontrados.
- Se recomienda para otros estudios variar el sitio, ya sea ubicándolos a la misma altura pero en lugares diferentes.
- Dentro de la misma zona ubicar más parcelas para ver si se observa el mismo comportamiento.
- Realizar el estudio con otras variedades de cafés para comparar la productividad entre ellas.
- Medir copas de árboles, determinar calidad de sombra según las especies y analizar el suelo para ver efecto real sobre contenido mineral del suelo, aporte de Nitrógeno en una especie ubicada en sitios diferentes.
- Controlar variables utilizando parcelas homogéneas que tengan un historial de cultivo similar.

Referencias bibliográficas

1. Aguilera, C. 2008. Grano La Esperanza se lleva la competición "Best of Panama". Organicoop Café Orgánico. Café de Panamá. www.ric.fao.org/es/prioridades/sanidad/pdf/panama.
2. Aldazabal, R., M y Alarcón, M. (1994 a). Fisiología del cafeto en condiciones de montaña. IV. Indicadores físicos del fruto maduro bajo dos condiciones de iluminación. Centro Agrícola. 3/94. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. P 47-53.
3. Aldazabal R., M y Alarcón, M. (1994 b). Fisiología del cafeto en condiciones de montaña. V. Indicadores físicos del fruto maduro bajo dos condiciones de iluminación. Centro Agrícola. 3/94. Revista del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba. P 53-57.
4. Altieri, M.A; Letorneau, D.K. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. Crop protection 1: p 405-430.
5. Alpizar L., Fassbender H., Heuvelodop J., Enriquez G., Folster H. (1985). Sistemas agroforestales de café con laurel (*Cordia alliodora*) y con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica: I. Biomasa y reservas nutritivas. Turrialba 35(3) p. 233-242.
6. Amador, M., H. Valdes, J.E. García, 2002. Tendencias del mercado orgánico, con énfasis en café orgánico. Acta Académica (Costa Rica) N.º 30. <http://www.uaca.ac.cr/acta/2002may>.
7. Anthony, F; Astorga, C; Quiros, O; Berthand, B; Etienne, H; Topart, P; Lashermes, L. 2003. Diversidad genética de los cafés (*Coffea Arabica*) silvestres y cultivados, revelada por marcadores moleculares. Boletín PROMECAFE No. 96. P. 7-12.
8. Aranguren, J; Escalante, G; Herrera, R. 1982. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees. I. Coffee. Plant and soil. 67: 247-258.
9. Arellano, G. R. 2000. Pérdida de suelo y nutrientes en agroecosistemas de café en la subcuenca del Río Castán, Trujillo-Venezuela. Universidad de los Andes Revista Forest. Venezuela. 44(2). P 79-86.
10. Arthur, J. C. 1915a. Uredinales of Porto Rico Base Don Collections by F. L. Stevens. Mycología 7(4): 168-196.

11. Astorga, D, CG. 1999. Caracterización de variedades cultivadas de café (*Coffea arabica* L.) conservadas en el banco de germoplasma del CTIE. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 112 págs.
12. Atlas Nacional de la República de Panamá. 2007. Ministro de Obras Públicas. Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. 290 págs.
13. Avelino, J; Wilocquet, L; Savary, S. 2004. Effects of crop management patterns on coffee rust epidemics. *Plant Pathology* (2004). P 53, 541-547.
14. Babbar Ll., Zark DR. 1994. Nitrogen cycling in coffee agrosystems: net N mineralization and nitrification in the presence and absence of shade trees. *Agric. Ecosyst. Environ.* 48, p. 107-113.
15. Beer, J., R. Muschler, E. Somarriba, D. Kass. 1998. Shade management in *Coffea* and Plantations-a review. *Agroforestry Systems* 38:139-164.
16. Bertrand, B; Anthony F. 1995. El mejoramiento genético de *Coffea arabica* en América Central. In Simposio CIRAD/CATIE Mejoramiento genético y desarrollo de los cultivos tropicales (1995, Turrialba, CR). Resúmenes. Turrialba, CR, CIRAD/CATIE. 32 págs.
17. Bertrand, B; Aguilar, G; Santacreo, R; Anzueto, F. 1999. El mejoramiento genético en América Central. In Bertrand, B; Rapidel, B, eds. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, CR, IICA. P. 407-456.
18. Boniche, J.; Ramírez, F.; Bertsch, F. y Mora, L. 2002. Consumo de nutrimentos por los frutos y bándolas del café Caturra durante un ciclo de desarrollo y maduración en AQUIARES, Turrialba, Costa Rica. *Agronomía constarricense*. P. 33-42.
19. Bridson, D. y Forman. 1998. *The Herbarium Hand Book*. Royal Botanical Garden, Kew. Third edition. 334 págs.
20. Brower, J. y Zar Jerrold H. 1987. *Field y Laboratory Methods for General Ecology*. Segunda Edición. Editorial W.C. Brown Publisher. 226 págs.
21. Bustillo P, AE; Cárdenas M, R; Villalbag, DA; Benavides M, P; Orozco H, J; Posada F, FJ. 1998. Manejo integrado de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en Colombia. CENICAFE. Federación Nacional de cafetaleros de Colombia. 134 págs.
22. Camacho, M.. 2000 Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico. N° 42. 52 págs.

23. Cannell, MGR. 1971. Effect of the presence of fruits on net phoythosynthesis. In Annual Report Coffe Research Station, Ruiru, Kenya 1970-71 p 41-42.
24. Cárdenas, S.I. 2007. Caracterización morfológica y agronómica de la colección núcleo de café (*Coffea arabica* L.) del CATIE. Tesis para optar por el grado de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica. Turrialba, Costa Rica. 103 págs.
25. Carvajal, JF. 1985. Cafeto-culivo y fertilización. 2da. Edición. Berna, Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. 254 págs.
26. Castro, F; Montes, E; Raine, M. 2004. Centroamérica la crisis cafetalera: efectos y estrategias para hacerle frente. San José, CR, Latin America and Caribbean Region Sustainable Development Working Paper. p 23-128.
27. CENICAFÉ, 1993. Criterios para el manejo integrado de la broca del café. Boletín Informativo sobre la broca del café # 13. Consultado en <http://www.cafedehonduras.org/>.
28. Contraloría General de la República de Panamá. 2001. Cultivos Anuales o Temporales y Cultivos Permanentes. Volumen II. Tomo2. Dirección de Estadística y Censo. 646 págs.
29. Contraloría General de la República. 2009. INEC. Publicaciones. Panamá. <http://www.contraloría.gob.pa>.
30. DaMatta, F.M. 2004. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. Field Crop Research, 86: 99-114.
31. Davidse, G., M. M. Sousa y S. Knapp.1994. Flora Mesoamericana. Vol. 6. Alismataceae a Cyperaceae. Mexico. Instituto de Biología. UNAM. Missouri Botanical Garden, y The Natural History Museum. 543 págs.
32. D' Arcy, W. D. 1987. Flora of Panama. Checklist and Index. Part I y Part II. The Introduction and Checklist and Index. Missouri Botanical Garden, Saint Louis, Missouri. Vol. 17: 326. Vol. 18: 671.
33. Delgadillo, R. y S. Quechulpa. 2006. Manual de Monitoreo de Carbono en Sistemas Agroforestales, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 35 págs.
34. Dulloo, M.E., Charrier, A., Dussert, S., Anthony, F., Tesfaye, S., Rakotomalala, J.J. y Agwanda, C. 2001. Conservation of coffe genetic resources: constraint and opportunities. Ref.B208 in:Proceedings of the 19th Internacional Scientific Colloquium on Coffee, Trieste, Italy, 14-18 May 2001. ASIC, Montpellier, France.

35. Ebert, AW. 2007. Flujos de germoplasma facilitado por CATIE dentro y fuera de Latinoamérica. Recursos Naturales y Ambiente.
36. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2008. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Roma, Italia. FAO. 59 págs.
37. Fichersworing H, B., R. Robkamp R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. 3ed Lima, PE. Editorial López. 153 págs.
38. Fournier, L. 1998. El cultivo de cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o la sombra: Un enfoque agronómico y ecofisiológico. Agronomía Costarricense 12 (1): 131-146.
39. García, O. 2008. Evaluación de la biodiversidad de mariposas diurnas presentes en sistemas agroforestales modernos con café en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. Centro Agronómico de Tropical de Investigación y Enseñanza Tropical Agricultural Research and Higher Education Center. (CATIE). Programa de Educación para el desarrollo y la conservación. Escuela de Posgrado. 69 págs.
40. Giraldo, P., A., Laina, J., López, J., Aguirre, y Y. Toro. 2009. Café, una alternativa para la conservación. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia. Cali, Colombia. 64 págs.
41. Glover N., Beer J. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. Agrofor. Syst. 4, p. 77-87.
42. Guharay, F., J. Monterrey, D. Monterroso y C. Staver. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo de café. CATIE Serie Técnica, Manual Técnico N° 44, 267 pp.
43. Haggard, J.; Staver, C.; Virginio Filho, E. De M.; Sostenibilidad y sinergismo en sistemas agroforestales con café: estudio de interacciones entre plagas, fertilidad del suelo y árboles de sombra. Agroforestería en las Américas 8(29):49-51.
44. Hutchinson, J. 1967. Key of The Families of Flowering Plants. Tercera Edición. Clarendon Press, Oxford. 117 págs.
45. ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. 1ª. Ed. Heredia Costa Rica. 193 págs.
46. ICAFE (Instituto del Café de Costa Rica). 1989. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. Sexta edición. San José, Costa Rica. ICAFE.
47. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) & Asociación Nacional de Beneficiarios y Exportadores de Café (ANBEC). 2008-2009. 11 págs.

48. IGNTG (Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia). 2004. Atlas Nacional de la República de Panamá. Cuarta Edición. Panamá. 222 págs.
49. Janssen, Rivers. 1997. Making sense of sustainability. *Fresh Cup*. Enero, p. 14-23.
50. Lezcano y Serrano. 2009. Manejo de la broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en base a la floración del cultivo de café. IDIAP. Panamá. 13 págs.
51. López, D. F. 2010. Efecto de la carga fructífera sobre la roya (*Hemileia vastatrix*), bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica. Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado como requisito para optar por el grado de Magister Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba, Costa Rica. 99 págs.
52. Méndez, V. E. y C. Bacon. 2007. Procesos ecológicos y medios de vida agrícolas en el cultivo de café bajo sombra. LEISA Revista de Agroecología. P. 27.
53. Melo, O.A. y R. Vargas. 2001. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. Ibagué. Colombia.
54. Merlo C, ME. 2007. Comportamiento productivo del (*Coffea arabica* var. Caturra), el poró (*Erythrina poeppigiana*), el amarillón (*Terminalia amazonia*) y el cashá (*Chloroleucon eurycyclum*) en sistemas agroforestales bajo manejos convencionales y orgánicos en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 92 págs.
55. Montenegro, J. y G. Ramírez. 1997. Evaluación del establecimiento y crecimiento inicial de seis especies maderables asociadas con café. *Agroforestería en las Américas* 4(13): 14-20.
56. Montenegro, E. J. 2005. Efecto del aporte de nutrientes de la biomasa de tres tipos de árboles de sombra en sistemas de manejo de café orgánico y convencional. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Costa Rica. 67 págs.
57. Moguel P. y V.M., Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. *Conservation Biology*.13:11-21.
58. Morais, H; J. Marur, C; Caramori, P.E; Arruda, R., Ribeiro, A.M; Gomes, J.C. 2003. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Pesq. Agropec. Brasil, Brasilia*, V. 38, n. 10.2003. p 1131-1137.

59. Muschler, R. 1999. Árboles de cafetales. Módulo de enseñanza agroforestal No.5. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Costa Rica. 139 págs.
60. OIRSA. 2000. Costa Rica. Manual Técnico buenas prácticas para el cultivo en el café orgánico.
61. OIRSA. 2001. Costa Rica. Manual Técnico buenas prácticas para el cultivo en el café orgánico.
62. Palomeque, F., E. 2009. Sistemas Agroforestales, una alternativa del campo Mexicano. México. 29 págs.
63. Payan Z, F.; B., John; D., Jones, JM., Harmand, R., Muscher, R. 2002. Concentraciones de carbon y nitrógeno en el suelo bajo *Erythrina poeppigiana* en plantaciones orgánicas y convencionales de café. Agroforestería en las Américas. 9 (35-36): 10-15.
64. Peeters, L, Y.; Soto-Pinto L., Perales, H.; Montoya, G., Ishiki, M. 2003. Coffee production, timber, and firewood in traditional and *Inga*-shaped plantations in Southern México. Elsevier Science. Agriculture, Ecosystems and Environment 95 p. 481-493.
65. Rincón, S, O., M. A., Mestre., M. A., Valencia, A. R. López, C. A., Gallo, A., Uribe, A. N., Salazar, J., Encise 1989. Manual para el cultivo del café. Tercera edición. Colombia. (136). 152 págs.
66. Salazar G, Mr; Chávez C, B; Riaño H.; Arcila P, J; Jaramillo R, A. 1994. Crecimiento del fruto de *Coffea arabica* var. Colombia. Cenicafé. 5(2):41-50.
67. Snoeck, D., F. Zapata, y A. Domennach. 2000. Isotopic evidence of the transfer of nitrogen fixed by legumes to coffee trees. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 4:95-100.
68. Soto-Pinto L., I. Perfecto, J., Castillo-Hernandez, y H., Caballero. 2000. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, México. Agriculture, Ecosystems and Environment 80: 61-69.
69. Stevens, W., C. Ulloa, A. Pool y M. Montiel. 2001. Flora de Nicaragua. Introducción gimnospermas y angiospermas. Missouri Botanical Garden Press.
70. Van Hintum, ThJL, Brown, AHD; Spillane, C; Hodgkin, T. 2003. Colecciones núcleo de recursos fitogenéticos. Roma, IT, IPGRI. Boletín Técnico No. 3. 44 págs.

71. Vásquez, L. 1999. Aporte de nutrientes vía materia orgánica en tres Agroecosistemas de café (*Coffea arabica*), ubicados en el setor Quebrada de Ramos, Estado de Trujillo. Trabajo de Grado. Núcleo Universitario Rafael Rangel, Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela.
72. Vergara, C., J. Contreras, R. Ferrari y J. Paredes. 2008. Capítulo 18. Polinización entomofílica. P. 247-258. En: Manson, R. H., V. Hernández, S. Gallina y K. Mehlreter (eds.). Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación. INE-INECOL, México, D.F.
73. Woodson, R.E. Jr. y Schery, R. W. (eds) 1943-1980. Flora of Panama, G1. vols. Missouri Botanical Garden. St. Louis.
74. Wydrzycka, Ú. 2009. Botánica general. Primera edición. Heredia. Costa Rica. EUNA. Editorial Universidad Nacional. 364 p.

ANEXOS

Cuadro 1. Cantidad de frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra, por mes con sombra y sin sombra en Palmira, Boquete.

Condición	Arbusto	2009											
		Jul		Ago		Sep		Oc		Nov		Dic	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Sombra	1	34	30	65	44	49	30	36	46	39	67	31	14
	2	54	58	66	35	53	55	29	65	55	59	34	44
	3	88	80	29	44	39	32	36	46	48	53	26	28
	4	24	67	94	73	59	51	42	46	31	48	43	38
	5	53	77	54	57	31	61	38	43	29	33	55	40
	Prom	57		56		46		43		46		35	
Sol	1	44	43	47	31	41	38	42	36	32	37	36	67
	2	70	71	73	65	67	43	100	61	40	85	73	58
	3	79	54	56	68	91	85	33	113	50	44	41	51
	4	50	79	74	53	51	49	57	50	44	46	59	40
	5	41	96	63	43	77	86	56	63	30	27	54	47
	Prom	63		57		63		61		44		53	

Cuadro 2. Cantidad de frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra, por mes con sombra y sin sombra en Alto Lino, Boquete.

Condición	Árbol	2009												2010	
		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		Ene	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Sombra	1	35	86	96	91	28	32	56	51	34	30	30	65	29	57
	2	72	34	104	81	60	42	30	62	62	104	71	39	40	25
	3	84	63	52	107	64	79	75	53	89	72	74	51	47	34
	4	67	44	53	89	67	83	16	41	83	109	48	38	66	88
	5	59	43	39	53	98	89	31	23	64	99	43	48	36	25
	Prom	59		77		64		44		75		51		45	
Sol	1	42	38	59	51	48	50	40	39	37	39	28	35	52	61
	2	53	29	45	80	51	85	78	127	101	45	35	42	86	67
	3	35	36	59	38	79	101	34	39	41	110	28	41	73	58
	4	34	52	25	35	52	55	48	47	53	47	36	44	50	76
	5	30	26	55	19	71	84	84	57	31	22	67	55	62	61
	Prom	38		47		68		59		53		41		65	

R1= rama 1

Prom= promedios (n=10)

R2= rama 2

Cuadro 3. Cantidad de frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra, por mes con sombra y sin sombra en Horqueta, Boquete.

Condición	Árbol	2009												2010	
		Jul		Ago		Sep		Oct		Nov		Dic		Ene	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Sombra	1	17	13	54	35	40	42	40	37	38	30	51	32	22	18
	2	57	73	32	15	56	29	38	22	105	99	49	63	32	29
	3	27	22	21	16	41	35	45	46	32	23	49	49	27	25
	4	43	51	60	52	43	54	51	43	23	83	29	21	33	25
	5	39	21	35	32	54	20	38	30	48	100	27	38	38	26
	Prom	36		35		41		39		58		41		28	
Sol	1	45	37	83	70	93	113	58	88	47	37	45	44	45	27
	2	23	14	86	105	57	94	76	49	32	75	49	55	31	24
	3	47	15	93	35	42	30	46	42	48	78	39	39	29	38
	4	71	36	61	57	79	87	38	20	66	44	46	42	34	42
	5	25	29	43	33	97	103	109	57	28	19	57	64	25	27
	Prom	34		67		80		58		47		48		32	

Cuadro 4. Peso en gramos de los frutos de *Coffea arabica* L. var. Caturra en los tres sitios de estudio en Boquete.

Condición	Árbol	Palmira 2009				Alto Lino 2009				2010		2009		2010	
		Nov		Dic		Nov		Dic		Ene		Dic		Ene	
		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Sombra	1	55	90	36	25	40	39	58	120	54	100	80	58	50	39
	2	66	70	50	57	78	127	124	70	75	44	113	120	65	52
	3	60	55	37	39	93	84	134	96	89	58	80	96	60	53
	4	37	49	70	54	101	124	80	60	115	145	49	37	74	56
	5	43	46	85	55	82	114	79	80	58	41	54	75	86	59
	Prom	57.1		50.8		88.2		90.1		77.9		76.2		59.4	
Sol	1	50	59	60	83	40	39	57	45	75	90	76	84	78	46
	2	60	101	106	84	130	56	55	59	145	112	92	94	52	44
	3	54	61	55	70	40	70	40	60	131	99	74	79	53	72
	4	53	55	79	55	90	80	50	65	84	125	65	62	54	70
	5	45	29	72	66	50	39	105	81	103	100	86	84	53	50
	Prom	56.7		73		63.4		61.7		106.4		79.6		57.2	

R1= rama 1 Prom= promedios (n=10)

R2= rama 2

Cuadro 5. Distribución de los árboles en la parcela de 1000 m² de Palmira, Boquete.

Especie	X (m)	Y (m)	DAP (cm)
<i>Aulomyrcia tomentosa</i>	7	15	55
<i>Myrsine coriacea</i>	13	4	107
<i>Citrus x sinensis</i>	1	-2	24
<i>Syzygium jambos</i>	-4	0	214
<i>Syzygium jambos</i>	-3.5	-2	190
<i>Psidium guajava</i>	-3	16	70

Nota: X: punto de referencia del eje de las X, medida en metros.

Y: punto de referencia del eje de las Y, medida en metros.

El signo (-): Oeste en el eje X y Sur en el Y.

Cuadro 6. Distribución de los árboles en la parcela de 1000 m² de Alto Lino, Boquete.

Especie	X (m)	Y (m)	DAP (cm)
<i>Inga oerstediana</i>	4	13.8	166
<i>Inga oerstediana</i>	4	15.8	165
<i>Inga oerstediana</i>	6.5	16.1	163
<i>Ocotea sp.</i>	12	14	144
<i>Cecropia obtusifolia</i>	15	8	173
<i>Conostegia xalapensis</i>	-9.8	9.5	154

Nota: X: punto de referencia del eje de las X, medida en metros.

Y: punto de referencia del eje de las Y, medida en metros.

El signo (-): Oeste en el eje X y Sur en el Y.

Cuadro 7. Distribución de los árboles en la parcela de 1000 m² de Horqueta, Boquete

Especie	X (m)	Y (m)	DAP (cm)
<i>Inga oerstediana</i>	6.75	11.21	34
<i>Inga oerstediana</i>	4.47	-3.78	185
<i>Inga oerstediana</i>	0	-11	90
<i>Inga oerstediana</i>	-6.75	-7.44	46
<i>Ficus costaricana</i>	-8.47	-4.38	90
<i>Citharexylum donnell-smithii</i>	-8.47	-4.78	51
<i>Inga oerstediana</i>	-12.9	-10.84	85
<i>Inga oerstediana</i>	-8.47	11.91	150

Nota: X: punto de referencia del eje de las X, medida en metros.

Y: punto de referencia del eje de las Y, medida en metros.

El signo (-): Oeste en el eje X y Sur en el Y.

Cuadro 8. Análisis de suelo de *Coffea arabica* L. var. Caturra en condiciones con sombra y sin sombra en Palmira, Boquete.

Parámetro	Muestra		Método
	PCS Franco Arcilloso Arenoso	PSS Franco Arcilloso Arenoso	
Textura			
Arena (%)	50,51	62,02	
Arcilla (%)	27	25,99	
pH (H ₂ O)	5,56	4,99	Electrométrico
pH (KCL)	4,9	4,46	Electrométrico
Acidez (meq/100g)	0,54	1,89	Por titulación
Materia O. (%)	20,11	19,16	Walkley-Black
Nitrógeno (%)	0,77	0,54	Kjeldhal
P (mg/kg)	7,94	14,29	Mehlich o Carolina del Norte
Na (mg/kg)	33,77	29,9	Espectroscopia de absorción atómica
K (mg/kg)	65,31	32,77	Espectroscopia de absorción atómica

PCS: muestra procedente de Palmira, con sombra.

PSS: muestra procedente de Palmira, sin sombra.

Cuadro 9. Análisis de suelo de *Coffea arabica* L. var. Caturra en condiciones con sombra y sin sombra en Alto Lino, Boquete.

Parámetro	Muestra		Método
	PCS Franco Arcilloso Arenoso	PSS Franco Arcilloso Arenoso	
Textura			
Arena (%)	50,5	39,51	
Arcilla (%)	29,5	36	
pH (H ₂ O)	5,97	5,74	Electrométrico
pH (KCL)	5,37	4,88	Electrométrico
Acidez (meq/100g)	0,27	0,43	Por titulación
Materia O. (%)	14,6	18,57	Walkley-Black
Nitrógeno (%)	0,88	0,68	Kjeldhal
P (mg/kg)	8,11	15,29	Mehlich o Carolina del Norte
Na (mg/kg)	30,36	28,92	Espectroscopia de absorción atómica
K (mg/kg)	203,5	179,33	Espectroscopia de absorción atómica

PCS: muestra procedente de Alto Lino, con sombra.

PSS: muestra procedente de Alto Lino, sin sombra.

Cuadro 10. Análisis de suelo de *Coffea arabica* L. var. Caturra en condiciones con sombra y sin sombra en Horqueta, Boquete.

Parámetro	Muestra		Método
	PCS Franco Arcilloso Arenoso	PSS Franco Arcilloso Arenoso	
Textura			
Arena (%)	62,55	74,5	
Arcilla (%)	24,97	16	
Ph (H ₂ O)	5,63	5,71	Electrométrico
Ph (KCL)	5,07	4,92	Electrométrico
Acidez (meq/100g)	0,32	0,54	Por titulación
Materia O. (%)	17,43	19,35	Walkley-Black
Nitrógeno (%)	1,06	0,92	Kjeldhal
P (mg/kg)	5,75	5,6	Mehlich o Carolina del Norte
Na (mg/kg)	30,39	30,39	Espectroscopia de absorción atómica
K (mg/kg)	86,58	52,02	Espectroscopia de absorción atómica

PCS: muestra procedente de Horqueta, con sombra.

PSS: muestra procedente de Horqueta, sin sombra.

Cuadro 11. Cuadros medios para el número de frutos de café *Coffea arabica* L. var. Caturra, por mes entre localidades, manejo e interacción, Boquete, 2009.

		Cuadros medios									
Fuente de Variación	GL	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE ^{1/}	TOTAL		
Localidad	2	5573.633**	838.23ns	1323.7ns	127.30ns	3544.63ns	23.700ns	248.886**	72010.133**		
Tratamiento	1	918.5333 ns	0.300ns	11329.63**	9434.13*	4177.20ns	472.033ns	5.824*	30528.300ns		
Loc*trat	2	1956.433 ns	8509.9ns	3062.233ns	39.433ns	940.30ns	1506.433*	2.729*	45684.400*		
Error	24	786.700	1093.6166	1423.750	1213.8166	1678.0166	356.0500	0.7737	9183.1667		
TOTAL	29										
C.V. (%)		29.38	29.06	31.31	34.35	38.11	20.80	14.04	13.98		

**= Hubo diferencias Altamente significativas (P<0.01)

*= Hubo diferencias significativas (P<0.05)

ns = No hubo diferencias significativas (P>0.05)

^{1/} Datos transformados con Raíz x + 0.

Cuadro 12. Comparación de medias para número de frutos de café *Coffea arabica* L. var. Caturra, entre localidades, Boquete, 2009.

Localidades	Número de frutos									
	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	TOTAL		
Palmira	118.70 A	113.40 A	108.80 A	103.80 A	89.70 A	90.90 A	0.000 C	625.30 B		
Alto Lino	96.20 AB	123.10 A	131.80 A	103.10 A	127.20 A	91.80 A	109.300 A	782.50 A		
Horqueta	71.50 B	104.80 A	120.90 A	97.30 A	105.50 A	88.80 A	59.700 B	648.50 B		

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna, no difieren entre sí según la Prueba de comparación de medias de Tukey (P=0.05).

Cuadro 13. Comparación de medias para número de frutos de café *Coffea arabica* L. var. Caturra con sombra y sin sombra.

Tratamiento	Número de frutos									
	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	TOTAL		
Sin sombra	101.0 A	113.87 A	101.07 B	83.67 B	119.27 A	86.533 A	64.533 A	653.53 A		
Con sombra	89.93 A	113.67 A	139.93 A	119.13 A	95.67 A	94.467 A	48.133 B	717.33 A		

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna, no difieren entre sí según la Prueba de comparación de medias de Tukey (P=0.05).

Cuadro 14. Cuadrados medios para el peso en gramos de frutos maduros de café *Coffea arabica* L. var. Caturra por mes entre localidades y tratamiento (sombra y sol) Boquete, 2009.

Fuente de Variación	GL	Cuadrados medios			
		NOVIEMBRE ^{1/}	DICIEMBRE	ENERO ^{1/}	TOTAL
Localidad	2	384.7249**	3040.000ns	451.7731**	183525.2333**
Tratamiento	1	3.5313ns	26.133ns	3.5277ns	9.6333ns
Loc*trat	2	3.2447ns	6541.733*	4.5640*	5429.0333ns
Error	24	2.3526	1285.6333	1.3794	3235.3000
TOTAL	29				
C.V. (%)		19.62	24.93	14.12	17.10
r ²		0.9324	0.3834	0.9651	0.8295

**= Hubo diferencias Altamente significativas (P<0.01)

*= Hubo diferencias significativas (P<0.05)

ns = No hubo diferencias significativas (P>0.05)

^{1/} Datos transformados con Raíz x+0.5

Cuadro 15. Comparación de medias para peso en gramos de frutos maduros de café *Coffea arabica* L. var. Caturra entre localidades, Boquete, 2009-2010.

Localidades	Peso en gramos			TOTAL
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	
Palmira	113.80 A	123.80 A	0.00 C	237.60 B
Alto Lino	151.60 A	151.80 A	184.30 A	487.70 A
Horqueta	0.00 B	155.80 A	116.60 B	272.40 B

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna, no difieren entre sí según la Prueba de comparación de medias de Tukey (P=0.05).

Cuadro 16. Comparación de medias para peso en gramos de frutos maduros de café *Coffea arabica* L. var. Caturra, con sombra y sin sombra, Boquete, 2009 -2010.

Tratamientos	Peso en gramos			TOTAL
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	
Sin sombra	80.07 A	142.87 A	109.07 A	332.00 A
Con sombra	96.87 A	144.73 A	91.53 A	333.13 A

Medias seguidas de una misma letra en una misma columna, no difieren entre sí según la Prueba de comparación de medias de Tukey (P=0.05).