

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Manejo Agronómico, Cosecha y Postcosecha y su Influencia en la Producción de  
Café Pergamino (*Coffea arabica L.*)

Por:

**GELMY GABRIELA ESQUINCA TOLEDO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Manejo Agronómico, Cosecha y Postcosecha y su Influencia en la Producción de  
Café Pergamino (*Coffea arabica* L.)

Por:  
**GELMY GABRIELA ESQUINCA TOLEDO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M. C. Sofía Comparán Sánchez

Asesor principal



M. C. Noé Samuel León Martínez

Coasesor



M. C. Sergio Antonio Pérez Mata

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2016

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	4
<b>2. FUNDAMENTO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
2.1 Historia del café .....	5
2.1.1 Origen del café .....	5
2.1.2 El café en México .....	5
2.1.3 El café en Chiapas .....	7
2.2 Características botánicas del cultivo .....	8
2.2.1 Taxonomía del café .....	8
2.2.2 Morfología.....	8
2.2.2.1 Sistema radical .....	8
2.2.2.2 Tallo.....	9
2.2.2.3 Ramas o bandolas.....	10
2.2.2.4 Hojas .....	10
2.2.2.5 Flores.....	11
2.2.2.6 Fruto .....	11
2.2.2.7 Semilla.....	12
2.3 Ecología del cultivo .....	12
2.3.1 Ecofisiología del cultivo .....	13
2.3.2 Condiciones climáticas .....	14
2.3.2.1 Altitud.....	14
2.3.2.2 Temperatura .....	14

2.3.2.3 Precipitación .....	14
2.3.2.4 Humedad relativa.....	15
2.3.2.5 Luz solar .....	15
2.3.3 Condiciones edáficas .....	16
2.3.3.1 pH.....	16
2.3.3.2 Textura .....	17
2.3.3.3 Relieve.....	18
2.3.3.4 Profundidad .....	18
2.4 Crecimiento y desarrollo del cafeto.....	18
2.4.1 Ciclo de vida.....	18
2.4.2 Fases fenológicas del cultivo.....	19
2.4.2.1 Desarrollo vegetativo .....	19
2.4.2.2 Desarrollo reproductivo.....	19
2.4.2.3 Senescencia .....	19
2.5 Agroecosistemas cafetaleros .....	20
2.5.1 Producción convencional.....	20
2.5.2 Manejo agronómico .....	20
2.6 Procesamiento del café .....	23
2.6.1 Cosecha .....	23
2.6.2 Transporte .....	24
2.7 Beneficio húmedo .....	24
2.7.1 Despulpado .....	24
2.7.2 Fermentado .....	24
2.7.3 Lavado.....	25
2.7.4 Secado .....	25
2.8 Calidad.....	25
<b>3. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>26</b>
3.1 Área de estudio.....	26
3.2 Manejo agronómico y beneficio húmedo y seco .....	27
3.2.1 Manejo agronómico .....	27

3.2.2 Recolección o cosecha.....	28
3.2.3 Postcosecha.....	28
3.2.3.1 Despulpado .....	28
3.2.3.2 Fermentado .....	29
3.2.3.3 Lavado y clasificación.....	29
3.2.3.4 Secado .....	30
3.2.3.4.1 Secador solar.....	31
3.3 Análisis de suelos .....	31
3.4 Elaboración de lombricomposta.....	31
3.5 Rendimiento.....	32
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Caracterización de los cafetales .....	33
4.2 Practicas de cultivo .....	34
4.3 Cosecha.....	34
4.4 Postcosecha .....	38
4.4.1 Transporte, despulpado, fermentado y secado .....	38
4.5 Análisis de suelos .....	39
4.6 Rendimientos obtenidos .....	42
4.7 Secador solar.....	44
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>48</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>54</b>
ANEXO 1.- Formato de encuesta.....	54
ANEXO 2.- Figuras .....	58

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.-</b> Clasificación taxonómica .....	8
<b>Cuadro 2.-</b> Superficie y variedades de café por parcela.....	27
<b>Cuadro 3.-</b> Calendario de actividades del cafetal en San Cayetano, El Bosque, Chiapas.....	34
<b>Cuadro 4.-</b> Equivalencia de latas a kilogramos de café cereza .....	35
<b>Cuadro 5.-</b> Rangos de producción de café cereza por hectárea .....	37
<b>Cuadro 6.-</b> Costos de cosecha .....	37
<b>Cuadro 7.-</b> Resultado de análisis de suelo de las cinco parcelas en estudio .....	39
<b>Cuadro 8.-</b> Requerimiento nutricional del cafeto .....	40
<b>Cuadro 9.-</b> Producción, costos de cosecha y beneficio de la venta .....	42
<b>Cuadro 10.-</b> Materiales utilizados en la construcción del secador solar .....	44

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.-</b> Tallo de cafeto con sus partes .....	9
<b>Figura 2.-</b> Rama, sus componentes y tipo de crecimiento.....	10
<b>Figura 3.-</b> Flor y sus partes.....	11
<b>Figura 4.-</b> El fruto y sus partes .....	12
<b>Figura 5.-</b> Área de selección de semilla en el cafeto .....	21
<b>Figura 6.-</b> Raíz recta bien formada.....	22
<b>Figura 7.-</b> Ubicación del área de estudio .....	26
<b>Figura 8.-</b> Canasto de bejuco .....	58
<b>Figura 9.-</b> Sacos de polipropileno.....	58
<b>Figura 10.-</b> Despulpadora de cilindro .....	59
<b>Figura 11.-</b> Abertura de la pared del tanque para su modificación .....	59
<b>Figura 12.-</b> Estructura del secador solar .....	60
<b>Figura 13.-</b> Zarandas.....	60
<b>Figura 14.-</b> Deposito de café cereza .....	61
<b>Figura 15.-</b> Alimentación de la despulpadora con café cereza .....	61

<b>Figura 16.-</b> Expulsión de la pulpa .....	62
<b>Figura 17.-</b> Expulsión del grano despulpado hacia el tanque de fermentación .....	62
<b>Figura 18.-</b> Secador solar tipo invernadero .....	63
<b>Figura 19.-</b> Zarandas con café pergamino secándose .....	63
<b>Figura 20.-</b> Zarandas con café pergamino secándose .....	63

## **INDICE DE GRÁFICAS**

<b>Gráfica 1.-</b> Producción en kilogramos de café cereza .....	36
<b>Gráfica 2.-</b> Producción en kilogramos de café pergamino seco .....	43
<b>Gráfica 3.-</b> Comparación de costo y beneficio en la cosecha.....	43

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Colegio de la Frontera Sur, por la oportunidad brindada para la realización de mi tesis.

Este trabajo de investigación de tesis, fué financiado por el proyecto "Multidisciplinario y Transversal Innovación Socioambiental en Zonas Cafetaleras para la Reducción de la Vulnerabilidad" (MT #1106311262) del grupo GIEZCA (Grupo de Investigación de Ecosur en Zonas Cafetaleras. El Colegio de la Frontera Sur, México.

Esta tesis fue dirigida por el M. en C. Noé Samuel León Martínez. GIEZCA-ECOSUR-SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS.

Al M. en C. Noé Samuel León Martínez por todo el apoyo que me brindo a lo largo de la realización de esta tesis, por brindarme todo su conocimiento, apoyo económico, moral y emocional; por ser maestro y amigo.

A la bióloga Sofía Comparán Sánchez por el apoyo brindado en esta etapa para lograr la culminación de este trabajo.

## **RESUMEN**

San Cayetano es un poblado perteneciente al municipio de El Bosque, Chiapas en el cual una de las actividades económicas principales que se llevan a cabo es la cafecultura, este estudio examina el papel que juega el manejo agronómico, cosecha y poscosecha en la producción y calidad del café en pergamino, así como la relación que tienen los suelos con la producción, caracterizando los suelos y cada una de las etapas de la producción; para contribuir a conocer la problemática y situación actual de la cafecultura en esta zona.

Para obtener los datos de esta investigación se aplicó una encuesta al dueño de las parcelas en estudio, a la par se realizaron recorridos de campo para corroborar la información proporcionada por el productor y visitas continuas de observación durante todo el ciclo de producción y beneficiado, así como también se hizo uso de tecnologías de laboratorio para el análisis y caracterización de los suelos.

Así mismo se hizo énfasis en el traslado de información y tecnologías al productor para mejorar su sistema de producción y con ello apoyar el fortalecimiento del mismo.

**Palabras claves:** Café, manejo agronómico, cosecha, poscosecha, análisis de suelo.

## 1. INTRODUCCIÓN.

En el mundo se consumen aproximadamente 100 millones de sacos de 60 kilogramos de café verde cada año, los cuales son producidos en los países de América latina, Asia y África.

El impulso de la cafeticultura en México se inicia en la segunda mitad del siglo pasado. La cafeticultura creció a ritmos relativamente elevados (2.4 % anual) entre los años 1940 y 1965. A partir de los años setentas, el gobierno mexicano inicia un proceso de promoción del cultivo en grandes extensiones de las zonas montañosas del sureste del país, lo que da por resultado que actualmente de la superficie dedicada al café 82% corresponde a terrenos menores de 5 hectáreas y 69 % a terrenos menores de 2 hectáreas (Pérez-Grovas, 1998).

Chiapas es un estado con una gran tradición en el cultivo y la comercialización del café, fue introducido por primera vez a territorio chiapaneco en 1847, proveniente de Guatemala. Desde entonces, el café ha encontrado en Chiapas las mejores condiciones de clima y suelo para su crecimiento y producción, el café es un cultivo ya insustituible en las regiones montañosas (Barrera y Parra, 2000).

La producción y calidad del café se obtiene bajo un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico – químicas, intrínsecas del producto, hasta el momento de su transformación o consumo. El mercado internacional del café funciona con base en el concepto de calidad comercial y los consumidores de café a nivel mundial están cada vez más dispuestos a pagar un mayor precio por los productos de mejor calidad (INFOCAFES, 2012).

Santoyo *et al.* (1996) y Wintgens (2004) hicieron una completa descripción de los factores que determinan la producción del café, y los subdividieron en factores ambientales y agronómicos. Los factores ambientales no pueden ser modificados por el agricultor.

Los factores agronómicos que determinan la calidad del café son: factores de pre cosecha (factores genéticos, clima, suelos y fertilización, prácticas culturales, plagas y enfermedades); la cosecha, donde el factor más influyente es la selección de granos maduros, aunado también el envase contenedor y las impurezas; y por último los factores de postcosecha que incluye las etapas de despulpado, fermentación, lavado y secado; así como el almacenamiento (INFOCAFES, 2012).

En el mundo, en los últimos años se ha tenido un detrimento gradual en la calidad del café, causado en gran parte por los enfoques productivistas que buscaron incrementar el rendimiento en campo y reducir los costos de producción. Específicamente en México hay que agregar el sistema de cuotas en el mercado internacional que prevaleció de 1962 a 1989, lo que propició el deterioro de la calidad del café, pues no ofrecía estímulos para producir granos de calidad (Pérez *et al.*, 2003).

### ***Justificación.***

El café (*Coffea arabica* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia económica, social, cultural y ambiental en México, en especial el que se produce con manejo orgánico. México es el principal productor de café orgánico en el mundo, con 63,699 sacos de 69 kg en 66,390 ha (Escamilla y Landeros, 2005). Actualmente existen aproximadamente 224 organizaciones campesinas en México que exportan directamente su café con sellos de certificación solidaria y de agricultura orgánica (Aguilar y González, 2009).

Muchos agricultores realizan la conversión del sistema de café convencional de monocultivo, manejado con insumos sintéticos a sistemas más diversificados, que incluyen árboles de sombra, con el objetivo de lograr una producción de calidad, estable en el tiempo y menos dependiente de insumos externos, lo cual reduce los costos de producción y favorece la conservación de los recursos naturales de la finca, tales como suelo, agua y biodiversidad (Altieri, 1995).

El objetivo final de desarrollar y promover técnicas de manejo orgánico, es llegar a diseñar agroecosistemas con gran resistencia a plagas, buena capacidad de

reciclaje y de retención de nutrientes, así como altos niveles de biodiversidad (Gliessman, 1998). Un sistema más diversificado, con un suelo rico en materia orgánica y biológicamente activo es considerado un sistema no degradado, robusto y productivo. En otras palabras, un agroecosistema de café, rico en biodiversidad, la cual, a partir de una serie de sinergismos contribuye con la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad del sistema, se considera *sustentable o saludable* (Fernández y Muschler, 1999).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

- Caracterizar el manejo agronómico, cosecha y postcosecha de cinco parcelas de café en San Cayetano municipio de El Bosque, Chiapas.

### **Objetivos específicos.**

- Caracterizar física y químicamente los suelos de cinco cafetales en San Cayetano del Bosque, Chiapas y su relación con la producción.
- Identificar las prácticas agronómicas que el productor realiza y cómo influyen en la producción del café.
- Identificar las prácticas de manejo en la cosecha y postcosecha y cómo influyen en la calidad cualitativa del café.

## **2. FUNDAMENTO TEORICO**

### **2.1 Historia del café**

#### **2.1.1 Origen del café**

El café es originario del noreste de África, probablemente de Etiopía (antes Abisinia). Su consumo es relativamente reciente, pues fue apenas en el siglo XV cuando se empezó a difundir en los países árabes y en el XVI se estableció el primer café en Constantinopla (hoy Estambul, en Turquía). En el siglo XVII es introducido a Europa por comerciantes venecianos (Iturriaga, 2012).

Fruto de un arbusto llamado cafeto, su nombre procede de la ciudad etíope de Caffa. Una leyenda atribuye su descubrimiento a un pastor local llamado Kaldi, quien observó el efecto reanimante ejercido en sus cabras tras comer unos frutos rojos de un arbusto. Tras probarlos él mismo, se sintió con más vigor y energía (Gamarra, 2008).

Kaldi después llevó algunos frutos y ramas de ese arbusto a un monasterio. Allí le contó al Abad la historia de las cabras y de cómo se había sentido después de haber comido las hojas. El Abad decidió cocinar las ramas y las cerezas; el resultado fue una bebida muy amarga que él tiró de inmediato al fuego. Cuando las cerezas cayeron en las brasas empezaron a hervir, las arvejas verdes que tenían en su interior produjeron un delicioso aroma que hicieron que el Abad pensara en hacer una bebida basada en el café tostado, y es así como la bebida del café nace ([www.mundodelcafe.com](http://www.mundodelcafe.com), 11/02/12).

La tradición musulmana establece que la planta del café fue enviada por Alá a su profeta Mahoma para curarlo de una rara enfermedad. Los lugares para beber café en Turquía eran llamados “escuelas de sabios” ([www.revistaantidoto.com](http://www.revistaantidoto.com) 12/05/12).

#### **2.1.2 El café en México**

El café llega a México a fines del siglo XVIII. Se dice que fue introducido en el estado de Michoacán por Don Mariano Michela, o bien en 1822 en Yautepec,

Morelos por Jaime Salvat, sin embargo, existen versiones de que fue traído de Cuba por el español Antonio Salebert en 1784.

Lo más probable es que la introducción del café a México debió efectuarse por el puerto de Veracruz en el año de 1790, y según los investigadores los primeros arbustos procedieron de la isla de Cuba (MASKAFE, 2012).

Su consumo se extiende durante el XIX, aunque el chocolate siguió siendo la bebida predominante a lo largo de esa centuria (como lo fue durante todo el virreinato). Para 1876, en la capital del país había 22 cafés y sólo en siete ciudades del interior había establecimientos semejantes: Guanajuato, Querétaro, Puebla, San Luis Potosí, Tampico, Veracruz y Zacatecas. En México el café aparece hacia el año de 1970 y se incorpora poco a poco a las ya existentes bebidas calientes; el atole y el chocolate. Es hasta el inicio del siglo XX, hacia la Revolución, cuando el café desbanca al chocolate como bebida nacional. Hoy en día, en todos los hogares mexicanos se toma café, desde los populares café con leche o café con piquete, hasta los sofisticados capuchinos o irlandeses.

A principios del siglo XVIII Arabia suministraba a Europa todo el café que está consumía. Hasta inicios del siglo XVII el café fue un artículo de importación en el nuevo mundo. Así surgieron plantaciones en países de clima propicio como Haití, Santo Domingo, Jamaica, Brasil, Colombia, Bolivia, Puerto Rico, Costa Rica, Venezuela, El Salvador y por supuesto México.

Existen más de 60 especies de café, pero en México se cultiva de manera generalizada el *arábico*. Los grandes países cafetaleros de América son Brasil, Colombia y México y son los principales exportadores de ese grano en el mundo ([www.revistaantidoto.com](http://www.revistaantidoto.com) 12/05/12).

Durante el Porfiriato creció la cafecultura inducida por grandes empresas transnacionales (alemanas) en grandes fincas especializadas y a partir de 1940 pasó de ser una actividad de grandes plantaciones a pequeñas parcelas de campesinos e indígenas (MASKAFE, 2012).

### 2.1.3. El café en Chiapas.

Desde la introducción del café en México, a finales del siglo XVII, hasta los primeros años del Porfiriato, la cafeticultura mexicana se caracterizó por la producción en pequeña y mediana escala, en haciendas tradicionales y ranchos. La cafeticultura chiapaneca y en especial la del Soconusco, llega a su esplendor en el Porfiriato. A principios de este siglo había en Chiapas 32 fincas cafetaleras alemanas, 8 francesas, 4 inglesas y 2 suizas. Una década después, 181 fincas cafetaleras de las 321 que había en el país estaban en este estado: Veracruz contaba con 48 y Oaxaca con 92 ([www.eltostadito.tripod.com](http://www.eltostadito.tripod.com) 12/05/2012).

El café en Chiapas se introduce en 1847, proveniente de la República de Guatemala a través de un modelo finca, como resultado de la necesidad de buscar nuevos espacios con las características tanto ecológicas, geográficas y socioeconómicas necesarias, para garantizar la producción de granos de excelente calidad, para un mercado creciente ubicado principalmente en los países con mayor desarrollo, condición que en la actualidad aun no presenta cambios significativos ([www.turismochiapas.gob.mx](http://www.turismochiapas.gob.mx) 12/05/2012).

Se dice que fue Jerónimo Manchinelli quién sembró por primera vez mil quinientas plantas de *bourbon* en el terreno nombrado "*La Chácara*" a inmediaciones de Tuxtla Chico.

Chiapas es un estado con gran tradición en el cultivo y la comercialización del café. Esta rubiácea africana de aromático grano fue introducida por primera vez a territorio chiapaneco —a la población de Tuxtla Chico en las cercanías con la frontera sur— en 1847, proveniente de Guatemala.

Desde entonces, el café ha encontrado en Chiapas las mejores condiciones de clima y suelo para su crecimiento y producción, y lo más importante, se ha encontrado con generaciones de personas que lo han cultivado con fervor, a tal grado que en la actualidad, después de 153 años, es un cultivo insustituible en las regiones montañosas (Barrera y Parra, 2000).

## 2.2 Características botánicas del cultivo

### 2.2.1. Taxonomía del café

El café pertenece al género *Coffea* con aproximadamente 100 especies. No obstante, únicamente tres de éstas se mencionan como cultivadas comercialmente, destacándose las dos primeras, según el orden siguiente: *Coffea arabica* L., *Coffea canephora* Pierre ex-Froehner y *Coffea liberica* Bull ex-Hiem (Alvarado y Rojas, 2007).

**Cuadro 1.** Clasificación taxonómica

TAXONOMÍA	NOMBRE
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Sub-división	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Magnoliata</i>
Sub-clase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Rubiaceae</i>
Genero	<i>Coffea</i>
Especie (s)	<i>arabica, canephora, liberica, etc</i>

FUENTE: Carlier Smith y Marzocca, A. 1981.

### 2.2.2. Morfología.

#### 2.2.2.1. Sistema radical.

El cafeto presenta raíces tipo pivotante, axiales o de sostén, laterales y raicillas. La pivotante es la raíz central, su longitud máxima en una planta adulta es de 50 a 60 cm; pero según Monroig especialista en café de la universidad de Puerto Rico

puede alcanzar hasta un metro o más de profundidad si las condiciones del suelo lo permiten. Las raíces axiales o de sostén y las laterales se originan a partir de la pivotante; de las laterales generalmente se desarrollan las raicillas que, en un alto porcentaje (80 a 90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo con radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco, generalmente coincide con el largo de las ramas. Las raicillas son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrimentos a partir del suelo (Alvarado y Rojas, 2007).

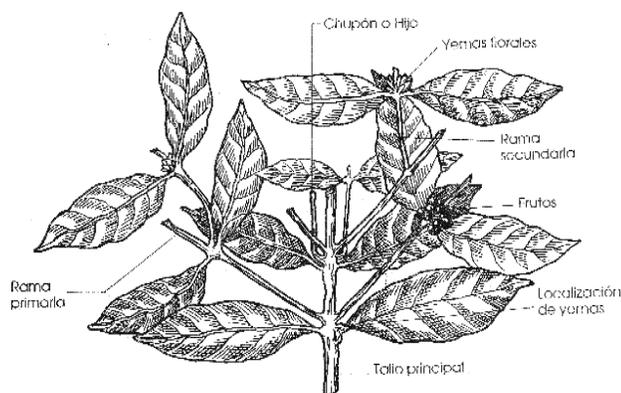
### 2.2.2.2. Tallo

Es leñoso, erecto y de longitud variable de acuerdo con el clima y tipo de suelo; en las variedades comerciales varía entre 2 a 5 m de altura (Alvarado y Rojas, 2007).

Tiene un crecimiento de tipo ortotrópico (vertical), y presenta nudos y entrenudos; en los primeros nueve nudos solo nacen hojas, del nudo número diez en adelante le nacen ramas que presentan un crecimiento plageotrópico (horizontal) (ANACAFE, 2013).

En una planta adulta, la parte inferior es cilíndrica, mientras que la parte superior (ápice) es cuadrangular y verde, con esquinas redondas y salidas.

El tallo (*Figura 1*) presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: tallo, ramas y hojas (Alvarado y Rojas, 2007).

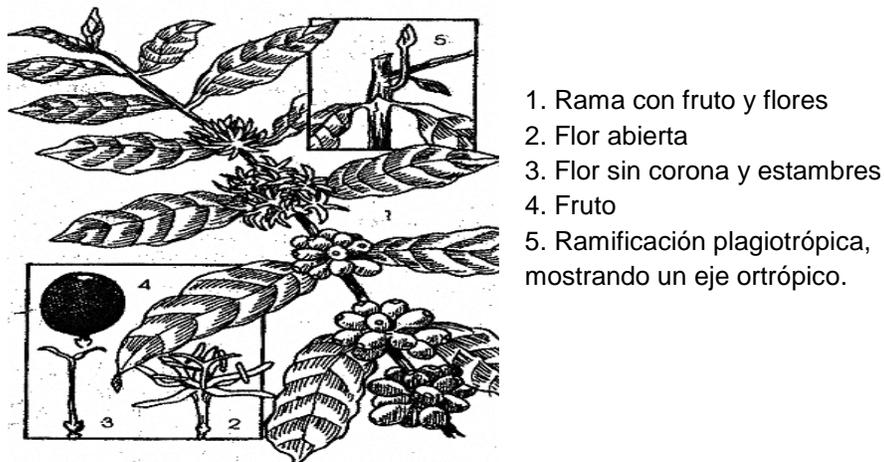


**Figura 1.** Tallo de cafeto con sus partes.

### 2.2.2.3. Ramas

Conocidas también como ramas laterales o ramas primarias. Estas son opuestas y alternas y dan origen a las ramas secundarias; a su vez, pueden originar ramificaciones terciarias o palmilla.

Las ramas laterales (*Figura 2*) tienen un punto apical de crecimiento que va formando nuevas hojas y entrenudos. El número de estos puede variar de un año a otro y, consecutivamente, las axilas que se forman dan origen al número de flores y por ende a los frutos (Alvarado y Rojas, 2007).



**Figura 2.** Rama, sus componentes y tipos de crecimiento.

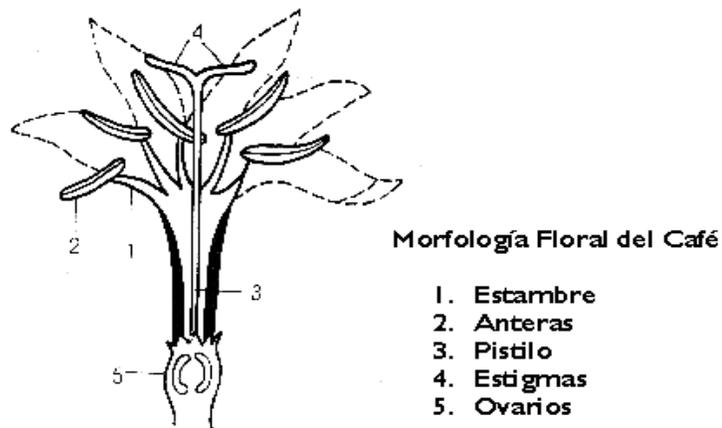
### 2.2.2.4. Hojas

La lámina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada.

El tamaño de la hoja no solo varía entre especies y cultivares, sino también de acuerdo con las condiciones de sombra o plena exposición de sol a que esté sometida (Alvarado y Rojas, 2007).

### 2.2.2.5. Flores

La flor (*Figura 3*) está formada por cáliz, corola, estambres y pistilo. El cáliz es poco desarrollado y se encuentra asentado en la base de la flor. La corola es un tubo largo, de forma cilíndrica en la base que termina en cinco pétalos y mide de 6 a 12 mm; cuando el botón floral no se ha abierto es de color verde; conforme se va abriendo adquiere el color blanco. Los estambres son cinco y se encuentran insertos en el tubo de la corola, alternando con los pétalos. Presenta filamentos finos y sostienen anteras largas, las cuales se abren longitudinalmente cuando están maduras para liberar el polen. Las flores poseen un ovario súpero con dos óvulos formando así el gineceo (Alvarado y Rojas, 2007).

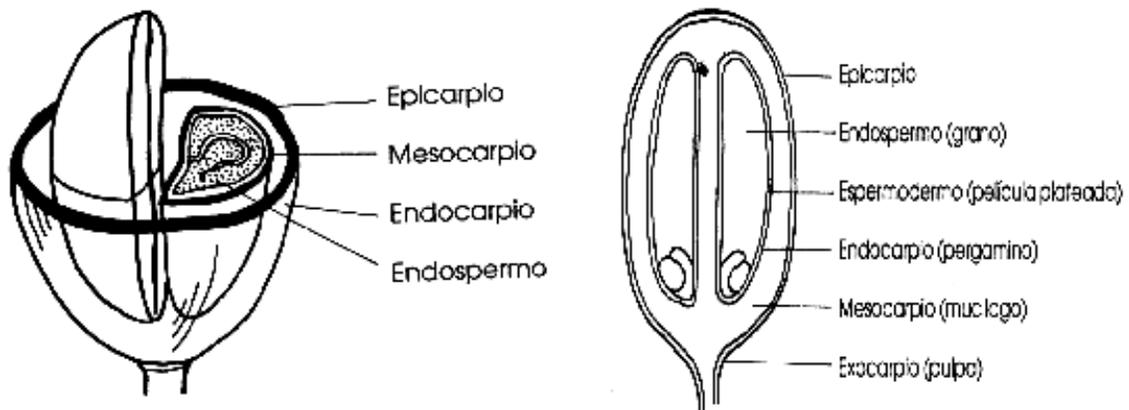


**Figura 3.** Flor y sus partes

### 2.2.2.6. Fruto

Después de la fecundación, el ovario se transforma en fruto y sus dos óvulos en semilla. El fruto maduro es una drupa elipsoidal en los cultivares comerciales, ligeramente aplanada, cuyos tres ejes principales miden entre 12 y 18 mm de longitud, 8 y 14 mm de ancho y 7 y 10 mm de espesor. En el ápice queda el disco con una depresión central que corresponde a la base del estilo. El fruto (*Figura 4*) es de superficie lisa y brillante y de pulpa delgada; está constituido de tres partes diferentes: el epicarpio o epidermis; el mesocarpio o pulpa y el endosperma o

semilla. Cuando madura puede ser de color rojo o amarillo, dependiendo de la variedad (Alvarado y Rojas, 2007).



**Figura 4.** El fruto y sus partes

#### **2.2.2.7. Semilla**

Su principal componente es el endospermo, debido a que el embrión, que se encuentra en la parte basal es de tamaño muy reducido. El endospermo es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un pliegue que se inicia en el surco de la cara plana. Está protegido por una cubierta muy delgada conocida como película plateada y esta a su vez está protegida por el pergamino.

En el fruto se distinguen tanto una capa externa más oscura y densa denominada endospermo duro, como una más clara, el endospermo suave.

El embrión de la semilla mide de 1 a 2 mm, consta de un hipocótilo y de dos cotiledones yuxtapuestos y mide de 2 a 5 mm de largo. Al germinar el embrión, lo primero que brota es la radícula que penetra en la tierra produciendo raicillas.

### **2.3 Ecología del cultivo**

Para el cultivo del café, al igual que para cualquier otro, existen características climáticas y edáficas bien definidas, las cuales en cuanto más se aproximen a las

condiciones ideales requeridas por el cultivo, en sus diferentes fases fenológicas, mayores posibilidades tendrá de expresar todo su potencial genético, lo que se traducirá en mayor producción.

Las variables ecológicas del cultivo del café, complementadas con el adecuado manejo de la plantación aseguran al agricultor el éxito productivo del cultivo (Alvarado y Rojas, 2007).

### **2.3.1. Ecofisiología del cultivo**

Las hojas crecen en las ramas en posición opuesta con el propósito de captar mejor la luz solar, son fundamentales ya que en ellas se llevan a cabo los procesos de fotosíntesis; son las encargadas de transformar los nutrientes que la planta absorbe del suelo para convertirlos en alimento aprovechable por la misma planta. Además por medio de las hojas absorbe CO<sub>2</sub> y elimina O<sub>2</sub> y durante la respiración CO<sub>2</sub> y transpira el vapor de agua, los cuales le sirven también para la elaboración de sus alimentos (ANACAFE, 2013).

Las flores son las encargadas de darle origen a los frutos, nacen en las ramas a nivel de la base de las hojas; en cada nudo se forman de 30 a 45 flores que producen de 20 a 30 granos dependiendo de la variedad y el mantenimiento que se le dé a la planta. Las yemas tienden a producir ramas y por estímulo de días cortos se transforman en botones florales los cuales crecen lentamente durante aproximadamente dos meses hasta alcanzar el tamaño de un grano de arroz, donde detienen su crecimiento para entrar en un periodo de reposo; con las primeras lluvias retoman su crecimiento rápidamente hasta abrirse en flores aproximadamente de ocho a diez días después de la lluvia, estas permanecen así durante el primer día, generalmente es aquí donde se lleva a cabo la fecundación, y al segundo día comienzan a marchitarse y al tercero empiezan a secarse (ANACAFE, 2013).

Se necesita de humedad en el suelo para que la planta pueda absorber los nutrimentos para el desarrollo del fruto; cuando no es así y se presentan sequías

principalmente al inicio del ciclo los frutos pueden ser abortados o formarse los llamados granos vanos y negros (Alvarado y Rojas, 2007).

### **2.3.2 Condiciones climáticas**

#### **2.3.2.1. Altitud**

El rango altitudinal del café va de 400 a 2,000 msnm. Sin embargo, la zona altitudinal que ofrece las mejores condiciones para obtener café de buena calidad esta entre los 1,200 y 2,000 msnm dependiendo de la latitud (trópico o subtropical). (Fischersworing y Robkamp, 2001). Para Ramírez (1988) los límites de altura se encuentra entre 600 a 1200 msnm.

#### **2.3.2.2. Temperatura**

Es importante tomar en consideración las temperaturas medias de los meses más cálidos y de los más fríos. Como temperatura media del mes más cálido se dan valores de 23°C y 27°C. Se estima que temperaturas superiores a este límite aceleran el crecimiento vegetativo, en tanto que la floración y fructificación se reducen significativamente. En cuanto a la temperatura del mes más frío, si es inferior a 16°C ó 13°C, el crecimiento cesa y el arbusto alcanza poco tamaño. No obstante, temperaturas cerca de 0°C no son perjudiciales para el cafeto, si se mantienen por corto tiempo (Alvarado y Rojas, 2007).

La temperatura óptima según Fischersworing y Robkamp (2001), oscila entre 19°C y 21°C con extremos de 17°C y 23°C, lo cual coincide con lo señalado por ANACAFE; según Carbajal (1972) 17°C y 25°C, para Alegre (1959) el rango debe estar entre los 18°C y 21°C.

#### **2.3.2.3. Precipitación**

Las lluvias tienen un efecto significativo en la floración y, por lo tanto, en la producción y en su época de maduración. El rango de precipitación óptima según Carvajal (1972), se encuentra entre 1,600 y 1,800 mm por el contrario García (1972), Alegre (1959) y Campos (1978) que señalan que la precipitación óptima

está entre 1,400 y 2,000 mm 1,200 y 1,800 mm y 2,000 a 2,300 mm anuales respectivamente.

Cuándo la precipitación es inferior a los 1,000 mm al año su producción declina considerablemente, si la sequía persiste los cafetos presentan amarillamiento y fuerte defoliación; si las precipitaciones superan los 3,000 mm al año, se ve favorecida la proliferación de enfermedades y pérdida de nutrientes del suelo, afectando la cosecha (Fischersworing y Robkamp, 2001).

Una buena distribución de la lluvia y la existencia de un periodo seco bien definido, favorecen el cultivo del cafeto, puesto que con ello se logra un buen desarrollo radical y el crecimiento de las ramas que han brotado durante el periodo lluvioso.

Lo deseable es un periodo seco de tres a cuatro meses, que coincidan con el período vegetativo y que preceda a la floración principal.

En zonas donde no ocurre una estación seca definida, las yemas florales crecen continuamente, dando como resultado floraciones sucesivas con las consecuentes desventajas para la cosecha. Existe una correlación entre la lluvia del año anterior y la cosecha del año siguiente (Alvarado y Rojas, 2007).

#### **2.3.2.4. Humedad relativa**

La humedad del aire no es un factor determinante en el cultivo del café. No obstante, un promedio de humedad relativa es de 70 a 90%, recomendable para *Coffea arabica*, ya que valores mayores a 90% estimulan el ataque de enfermedades fúngicas (Alvarado y Rojas, 2007).

#### **2.3.2.5. Luz solar**

La duración (fotoperiodo) y la intensidad (irradiación) son las dos variables de la luz solar que influyen sobre el comportamiento del género *Coffea*, pero la que más influye es la intensidad lumínica.

El fotoperiodo crítico para la iniciación de la floración es entre 13 y 14 horas. La iniciación floral ocurre en periodos de luz de 13 horas o menos y se da antes, con un fotoperiodo de ocho horas más que con uno de doce, lo que nos indica que es una planta de día corto por lo tanto en condiciones de día largo las plantas crecen vegetativamente.

En las regiones tropicales, la fluctuación de la longitud de onda de la luz por día durante el año es tan poca que no ejerce influencia alguna sobre el crecimiento.

Durante el Convenio ICAFE-MAG, en Costa Rica se concluyó que el café produce más materia seca y fotosíntesis por unidad de área foliar, cuando el manejo del cultivo se hace en condiciones de solana. El cultivo al sol, en comparación con el manejo del mismo, utilizando sombra balanceada, produce un 10% más; sin embargo, se presenta el inconveniente de que bajo esta modalidad de cultivo se intensifica el ataque de la enfermedad conocida como chasparria (*Cercospora coffeicola*) y se da mayor incidencia de malezas, aumentando los costos de producción. Por otro lado, el cultivo en áreas menos iluminadas disminuye la fotosíntesis y por tanto, la actividad de la planta. Además, aumenta la humedad relativa, lo cual favorece la aparición de enfermedades fúngicas.

El ámbito de intensidad lumínica que requiere el cultivo del café va desde el 36% de brillo solar anual (1575 horas por año) hasta 50 y 60% de radiación solar por año (2400 horas por año) (Alvarado y Rojas, 2007).

### **2.3.3. Condiciones edáficas**

Los suelos profundos, con excelentes condiciones físicas y altos en bases de intercambio como los derivados de cenizas volcánicas y los aluviales son en general los mejores para el cultivo del café. (Alvarado y Rojas, 2007).

#### **2.3.3.1. pH**

Alvarado y Rojas (2007), señalan que un pH de entre 6 y 6.5 es el adecuado para el cultivo de café; a diferencia de PROCAFE que indican que el rango adecuado

del pH se encuentra entre 5.5 a 6.5 ([www.procafe.com.sv](http://www.procafe.com.sv), 13/10/13). Aunque las plantas de café toleran niveles de pH inferiores de hasta 3.1, siempre y cuando las propiedades físicas del suelo sean satisfactorias.

En muchas regiones el café es cultivado eficazmente en suelos alcalinos con un pH de hasta ocho o aún más ya que posee gran adaptabilidad a la reacción del suelo (grado de acidez) (Alvarado y Rojas, 2007).

### **2.3.3.2. Textura**

La aireación del suelo es primordial para el buen crecimiento de las raíces del cafeto por esta razón se requiere suelos francos.

Alvarado y Rojas (2007) indican que debe presentar un espacio poroso del 60%, del cual el 30% debe permanecer ocupado por el aire del suelo cuando se encuentra en estado húmedo, para Valencia-Aristizabal (2012) señalan que es preferible un 50% de espacios porosos, ocupados mitad por aire y mitad por agua; el otro 50% constituido por sólidos de los cuales 8% materia orgánica.

La textura es una propiedad inalterable del suelo; su conocimiento es útil para tomar decisiones cuando se establecen los cafetales y para el manejo de los existentes.

El agua y la aireación del suelo son elementales para el cultivo; con suelos muy arenosos, no asegurarán reservas adecuadas de agua y nutrimentos; y suelos muy arcillosos no permitirían la aireación adecuada de las raíces por lo tanto deben evitarse los extremos de texturas.

Las condiciones ideales del suelo para cultivos cafetaleros son: textura franca, con buen nivel de materia orgánica para asegurar una buena economía de agua y aire, textura mediana, con arcillas de buena calidad para mantener el agua y los nutrimentos en el suelo y un suelo profundo con subsuelo permeable, que permita una buena distribución de raíces, lo cual es básico para el buen abastecimiento de agua y nutrimentos a la planta (Alvarado y Rojas, 2007).

### **2.3.3.3. Relieve**

El cafeto por ser una planta silvestre en sus orígenes se adapta fácilmente a condiciones topográficas que son desfavorables para otros cultivos.

Suelos planos o ligeramente ondulados son recomendables por su mayor profundidad, capacidad de retención de agua y nutrimentos.

Deben evitarse pendientes mayores de 45% para evitar la erosión del suelo, o, en su defecto, deben aplicarse buenas medidas de conservación del mismo, lo cual facilita la producción de café en suelos con pendientes de hasta 60 y 70% (Alvarado y Rojas, 2007).

### **2.3.3.4. Profundidad**

La profundidad efectiva del suelo es la capa que permite la penetración de las raíces de las plantas. En el caso del cultivo del café se ha determinado que son recomendables los suelos con profundidades no menores a un metro, que permitan el desarrollo apropiado de la raíz.

En zonas con una distribución uniforme de las lluvias o en condiciones económicas ventajosas donde exista la posibilidad de aplicar riego, puede cultivarse el café en suelos con profundidades inferiores a un metro (Alvarado y Rojas, 2007).

## **2.4 Crecimiento y desarrollo del cafeto**

### **2.4.1 Ciclo de vida**

El cafeto es un arbusto perenne cuyo ciclo de vida en condiciones comerciales alcanza hasta 20-25 años dependiendo de las condiciones o sistema de cultivo. A libre crecimiento, la planta comienza a producir frutos en ramas de un año de edad, continúa su producción durante varios años y alcanza su máxima productividad entre los 6 y 8 años de edad. La planta puede seguir su actividad por muchos años pero con niveles de productividad bajos. Durante su ciclo de

vida, la planta destina una parte de éste a la formación de estructuras no reproductivas como las raíces, las ramas, los nudos y las hojas, actividad denominada desarrollo vegetativo. La fase durante la cual ocurre la formación y desarrollo de estructuras de reproducción como las flores y los frutos se denomina desarrollo reproductivo. Después de varios años de actividad, la planta envejece y entra en un proceso de deterioro que se denomina fase de senescencia o envejecimiento (Arcila *et al.*, 2007).

## **2.4.2 Fases fenológicas del cultivo**

### **2.4.2.1 Desarrollo vegetativo**

La fase vegetativa está integrada por la formación de raíces, ramas, nudos y hojas, comprende tres etapas: germinación a trasplante (2 meses), almácigo (5-6 meses) y siembra definitiva a primera floración (11 meses). Hasta este momento se considera una etapa netamente vegetativa y de ahí en adelante, las fases de crecimiento vegetativo y reproductivo transcurren simultáneamente durante el resto de vida de la planta, por ejemplo la formación de nudos y hojas y la generación de nuevas raíces, ocurre durante toda la vida de la planta (Arcila *et al.*, 2007).

### **2.4.2.2 Desarrollo reproductivo**

Comienza con la aparición de las primeras flores. Se considera como primera floración, el momento en que por lo menos el 50% de las plantas hayan florecido. La fase reproductiva continúa luego con el desarrollo del fruto y la maduración (Arcila *et al.*, 2007).

### **2.4.2.3 Senescencia**

A partir de los 8 años de edad la planta se deteriora paulatinamente y su productividad disminuye a niveles de poca rentabilidad. El ritmo de envejecimiento depende de la región donde se establece el cultivo, la densidad de siembra,

intensidad de la producción, la disponibilidad de nutrimentos, la presencia de plagas y enfermedades o del estrés ambiental, entre otros (Arcila *et al.*, 2007).

## **2.5 Agroecosistemas cafetaleros**

Gran parte de los cafetales son agroecosistemas que en cierta medida conservan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que replazan. La variación en estos sistemas es debida a condiciones ambientales, políticas gubernamentales, fluctuaciones del mercado, tecnología y cultura de los productores en diferentes regiones y países (Hernández-Martínez, 2008).

Los cafetales son agroecosistemas con cultivos, integrado por el subsistema suelo, subsistema malezas, plagas, enfermedades y el subsistema de cultivos (Hart, 1985). En el cual la unidad de prioridad visto antropocéntricamente es el cultivo de café, ya que es de ahí donde se obtiene el producto principal aprovechable; el fruto del cafeto.

### **2.5.1 Producción convencional**

Se considera un lote de café con variedad Caturra o Típica, establecido sin trazo, con sombrío no regulado y una población menor a 2.500 plantas por hectárea (Arcila *et al.*, 2007).

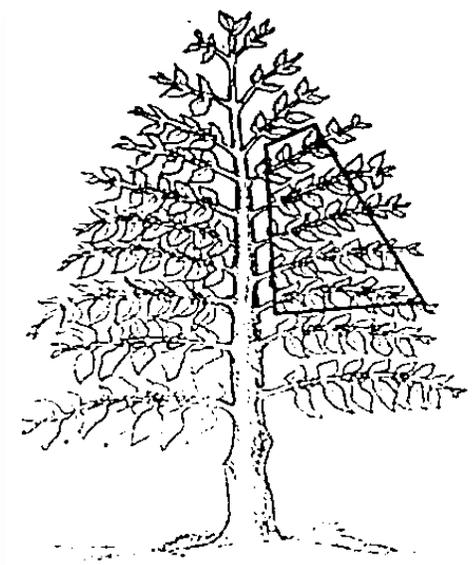
### **2.5.2 Manejo agronómico**

Los cafetales presentan un manejo específico para cada subsistema, al conjunto de estos se les conoce como manejo agronómico.

El objetivo del agricultor al manejar el agroecosistema del cafetal es conseguir un desempeño del sistema de cultivo de acuerdo a sus necesidades. Las actividades a realizar por el agricultor son en conjunto un plan de manejo que en la mayoría de los casos son modelos empíricos desarrollados por los conocimientos adquiridos de sus ancestros. El manejo agronómico del café va desde la creación de semilleros o compra de plántulas, el trasplante con un arreglo específico; el manejo del cultivo como raleos, podas, el deshierbe y control de malezas, la

fertilización o abonamiento, la aplicación de medidas de control para la disminución de plagas y enfermedades y la cosecha de la biomasa con valor agrícola (Hart, 1985).

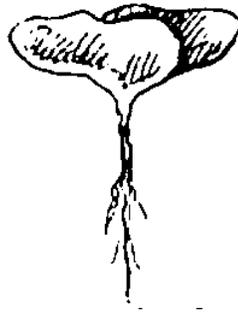
Las principales actividades que se realizan son: El establecimiento de germinadores y viveros; previa selección de la semilla y a su vez la elección correcta de la planta madre que según Fischersworing y Robkamp (2001) debe tener buena forma, rapidez en su desarrollo, fructificación abundante que permita obtener, cosechas abundantes año tras año y poca presencia de granos vanos, calidad del fruto y resistencia a plagas y enfermedades; se cosechen solo frutos sanos que haya alcanzado la madurez en las ramas centrales del cafeto, seleccionando aquellos que se encuentre entre el tercero y noveno brote de fructificación (*Figura. 5*).



**Figura 5.** Área de selección de semilla en el cafeto.

Después de que el grano germina es importante el trasplante al vivero seleccionando las mejores plántulas, etapa en la que se toma en cuenta principalmente las plántulas con raíces rectas y bien formadas (*Figura 6*);

debiendo descartar plántulas con raíces con dos puntas, sin pelos absorbentes o las raíces enrolladas (Fischersworing y Robkamp, 2001).



**Figura 6.** Raíz recta, bien formada.

La selección del terreno, tomando en cuenta las características necesarias para un buen desarrollo del cafeto y se determine la distancia y densidad de siembra para el trazado del cafetal (cuadrado o rectángulo y triangulo). Los hoyos para el trasplante del cafeto deben hacerse con dos meses de anticipación; en terrenos francos con buena fertilidad y drenaje; se recomiendan de 30cm X 30cm X 30cm. Seleccionar solo los mejores cafetos, eliminar plántulas torcidas, raquílicas, subdesarrolladas, amarillas, malformadas, con deficiencias de nutrimentos o con problemas fitosanitarios (Fischersworing y Robkamp, 2001).

Los beneficios de establecer sombra en el cafetal según Fischersworing y Robkamp (2001) son la regulación de la floración y la maduración del fruto, fomenta el desarrollo de las plantas primarias y secundarias, aumenta el humus y la cantidad de nutrientes, conserva los suelos, regula la humedad del suelo, prolonga la vida útil del cafetal y atempera las condiciones climatológicas aunados los servicios ecológicos como hábitat de aves, insectos y mamíferos pequeños; refugio de la biodiversidad de plantas epifitas como bromelias, orquídeas y helechos, o su función como fijadores de carbono, su valor paisajístico, o desde una perspectiva socioeconómica la obtención de productos como leña, frutas y materiales de construcción; productos culturales como plantas medicinales, ornato, ceremoniales y colorantes naturales (Centro Smithsonian, 1999).

Para la nutrición los elementos esenciales más importantes para la caficultura son: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, manganeso, boro y zinc. Para corregir las deficiencias es importante tomar en cuenta los resultados de un análisis de suelo para obtener la dosis de aplicación tanto de enmiendas, abonos o fertilizantes.

La poda del cafeto regula el desarrollo natural de la planta, estimula el crecimiento de nueva madera, mantiene el equilibrio entre la producción de tallos, flores y frutos con lo cual regula y aumenta la cosecha y evita el agotamiento prematuro del café. La poda de los árboles de sombra debe realizarse según la cantidad de luz solar que el cultivo necesita (Fischersworing y Robkamp, 2001).

El manejo de plagas y enfermedades puede ser tanto preventivo como de curación, pero se deben concentrar todos los esfuerzos en la prevención como lo son las podas, sanitización del suelo antes de plantar los cafetos, cosechas de limpieza, etc.

## **2.6 Procesamiento del café**

### **2.6.1. Cosecha**

La recolección de la cereza debe ser selectiva, debe sacarse de una en una seleccionando las que presenten una óptima coloración y que se desprendan con una ligera presión de los dedos dejando el pedúnculo adherido a la rama; han de realizarse de tres a cinco cortes durante el periodo de cosecha ya que los frutos no maduran uniformemente. Es importante recalcar la buena selección del fruto ya que el estado de madurez de este afectará tanto a los procesos de transformación del café como a la producción y calidad misma. Después de recolectado se coloca en costales para su transporte, se debe tener el cuidado de no exponerlos a los rayos directos del sol ya que el calor y la poca ventilación favorece la fermentación del grano (Fischersworing y Robkamp, 2001).

Al final de la cosecha es importante realizar una cosecha de limpieza, para eliminar los granos de café seco que sirven como hospederos a algunas plagas.

### **2.6.2. Transporte**

Los sacos que contienen los frutos maduros de café, previamente recolectados son transportados al establecimiento del beneficiado húmedo para su posterior procesamiento.

## **2.7 Beneficio húmedo**

El beneficio húmedo tiene el objetivo de eliminar la cascarilla y la pulpa a través de un proceso de 4 etapas (despulpado, fermentación, lavado y secado) para transformar el café cereza en café pergamino.

### **2.7.1. Despulpado**

Para el despulpado de cada corte primero que nada se debe ajustar la despulpadora ya que los frutos no son del mismo tamaño durante toda la cosecha. Es aquí donde la buena selección del fruto tiene su primera prueba ya que la cereza en su punto de madurez es jugosa y facilita la labor de despulpado, si los granos fueran verdes serían botados o mordidos por la máquina lo que afectaría la producción y calidad del café. Según Fischersworing y Robkamp (2001) la pulpa resultante es aproximadamente el 40% del volumen de café cereza recolectada y se puede utilizar para el procesamiento de composta, lombricomposta, bocashi u otra clase de abono orgánico.

### **2.7.2. Fermentado**

El fermentado consiste en dejar reposar el grano para que se elimine el mucílago adherido al grano después del despulpado, esto se lleva a cabo generalmente en tanques de cemento o madera. El mucílago representa del 17 al 20% aprox. en peso del café cereza.

Según Fischersworing y Robkamp (2001) el proceso de fermentación varía entre 12 a 24 horas, máximo 30 horas para Téllez (2005) varía de seis a 48 horas otros autores mencionan que de entre 16 a 24 horas pero todos coinciden que esto

depende de las condiciones climáticas del lugar donde se realiza el procesamiento, así como también la infraestructura donde se lleva a cabo.

### **2.7.3. Lavado**

El lavado tiene el propósito de eliminar todas las sustancias residuales del mucílago o cascarilla que aún se encuentren adheridas al pergamino después de la fermentación, debe lavarse el café con agua limpia para poder obtener un pergamino en buenas condiciones.

### **2.7.4. Secado**

Después del lavado el café en pergamino se pone a secar en patios de secado evitando al máximo la contaminación con polvo, piedras u otros materiales; existen dos formas de secado; al sol y de forma mecánica; el objetivo del secado es reducir la humedad del café pergamino hasta un 12%, conservando la calidad, desde el manejo de la cosecha, y poscosecha.

## **2.8 Calidad**

El concepto de calidad hace referencia al grado en que un producto satisface la necesidad de un consumidor específico, de tal manera que el producto cumpla con las funciones que el consumidor espera de él. (www.infocafes.com 18/04/13)

Es el resultado de un conjunto de procesos que permiten la expresión, desarrollo y conservación de las características físico – químicas, intrínsecas del producto, hasta el momento de su transformación o consumo del café.

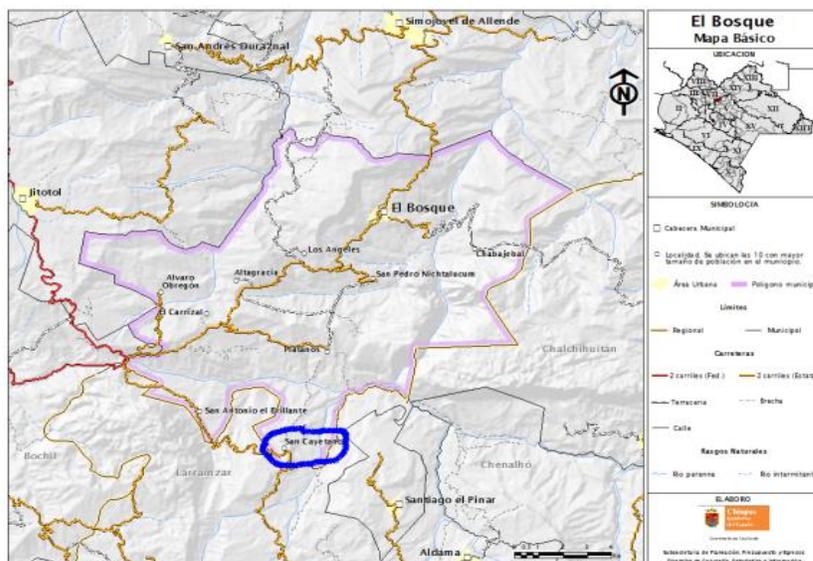
Los factores que determinan la calidad del café, se pueden clasificar en 2 grupos: factores de precosecha (clima, altitud, fertilización y sanidad de la planta) y factores de cosecha y beneficio (www.infocafes.com 18/04/13).

### 3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo consistió en la caracterización del manejo agronómico, cosecha, postcosecha y la caracterización física y química de los suelos de los cafetales pertenecientes al Sr. Lorenzo Hernández Hernández para identificar como influyen en la calidad del café en pergamino. Estos cafetales presentan una caficultura con alto impacto ambiental, con mayores demandas de agroquímicos, sembradas a mayor densidad y con menos uso de árboles de sombra, aunque el productor externa sus ganas de un cambio para su mejora económica y cuidado del medio ambiente.

#### 3.1 Área de estudio.

El área de estudio se localiza en las montañas del Oriente, en la región socioeconómica VII DE LOS BOSQUES del estado de Chiapas (INEGI, 2012), México, en San Cayetano, municipio de El Bosque, con una altitud de 1227 msnm; las coordenadas geográficas son 17°03'42" de latitud norte y 92°43'16" de longitud oeste (INEGI 1995) El municipio (*Figura 7*) limita al norte con Simojovel, al este con Chalchihuitán, al sur con Larráinzar y al oeste con Bochil y Jitotol (CEIEG, 2012).



**Figura 7.** Ubicación del área de estudio

Los cafetales en estudio se encuentran en un rango altitudinal entre 1250 a 1300 msnm, con una edad que va de los 13 a los 32 años (*Cuadro 2*).

**Cuadro 2.** Superficie y variedades de café por parcela.

	Superficie Ha	Variedad	%	Edad (años)
<b>Cabaña</b>	1.75	Caturra rojo, caturra amarillo	37.83	13
<b>Ramón</b>	0.9375	Caturra rojo, caturra amarillo	20.27	33
<b>Manantial</b>	0.4374	Árabe, bourbon, caturra	9.45	15
<b>Trapiche</b>	0.75	Caturra rojo, caturra amarillo	16.21	33
<b>Cascada</b>	0.75	Árabe, bourbon, caturra	16.21	43
<b>Total</b>	<b>4.6249</b>		<b>100%</b>	

### 3.2 Manejo agronómico y beneficio húmedo y seco

#### 3.2.1 Manejo agronómico

Se aplicó una encuesta (*anexo 1*) con preguntas abiertas y cerradas para recaudar información como datos generales del productor y las parcelas y datos sobre el manejo de cultivo como variedades presentes, tipo de sombra, plagas y enfermedades, arvenses, fertilización, cosecha, beneficios, etc.

A la par se realizaron recorridos de campo para rectificar los datos proporcionados. A partir de estos resultados se propusieron posibles alternativas para la mejora de su proceso.

El beneficio (húmedo o seco) es el paso más importante para conservar la calidad del café. El beneficio húmedo tradicional, utilizado para este trabajo consiste en cinco operaciones: recolección o cosecha, despulpado, fermentación, lavado y secado.

### **3.2.2 Recolección o cosecha**

La cosecha se realizó en cinco cortes, para lo cual fueron empleados canastos de bejuco (*Figura 8 anexo 2*) para la recolección y sacos de polipropileno (*Figura 9 anexo 2*) para poder trasladar el café cereza de las parcelas al lugar donde se llevó a cabo el proceso de despulpado. En este sentido, la Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café (PROCAFE) ([www.procafe.com.sv](http://www.procafe.com.sv), 13/05/2013), menciona que para la recolección del café cereza los canastos y sacos deben presentar las condiciones adecuadas para la recolección, almacenamiento y transporte para ello tienen que estar limpios y libres de malos olores, la selección del grano maduro es elemental ya que granos verdes, sobre maduros o secos pueden disminuir el peso y afectar la intensidad del aroma, acidez y cuerpo del café. Por su parte, La Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia coincide con que la recolección manual selectiva de frutos maduros es una de las principales ventajas para obtener una calidad superior y menciona que frutos negros secos pueden dar aromas y sabores maderosos, fermentos por frutos sobremaduros, astringencia por inmaduros y aromas extraños por frutos plagados; sugiere también que un 2.5% de fruto verde afecta la calidad física y organoléptica del café ([www.cafedecolombia.com](http://www.cafedecolombia.com), 13/05/2013).

### **3.2.3 Postcosecha**

#### **3.2.3.1 Despulpado**

En esta etapa fué empleada una despulpadora metálica (*Figura 10 anexo 2*) de cilindro; acoplada con poleas y bandas a un motor de gasolina, con engranes, volante y pechero; camisa y tolvas de alimentación ([www.cafeli.com.mx](http://www.cafeli.com.mx), 22/05/2013). Este equipo es alimentado de café cereza, el cual es presionado contra el pechero; la pulpa es expulsada por la parte trasera y los granos por el frente (Chacón, 2001). El proceso consiste en separa la pulpa sin que se maltrate, además la despulpadora por su tamaño es de facil transporte ([www.cafeli.com.mx](http://www.cafeli.com.mx), 22/05/2013). Se le dio la información al productor sobre la importancia del lavado y calibración de la despulpadora.

Se instruyó al productor sobre la importancia de lavar la despulpadora al final del ciclo, pues los residuos pueden afectar la calidad del siguiente ciclo de despulpado. Así mismo, se le dieron a conocer los beneficios de la calibración, pues el tamaño del grano es pequeño al inicio de la cosecha, y aumenta conforme al transcurso de esta, volviendo a disminuir al final. Si lo anterior no es tomado en cuenta, se obtendrán granos quebrados o pelados, lo cual afecta en evaluación física del grano; el volumen que se pierde a través del despulpado puede llegar a ser hasta aproximadamente 40% del total del volumen de café cereza recolectada.

De acuerdo a lo mencionado por la Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café (PROCAFE), se le recomendó al productores tomar en cuenta el tiempo transcurrido entre la recolección y el despulpado; ya que no debe rebasar las 4 horas ([www.procafe.com.sv](http://www.procafe.com.sv) 13/05/2013); puesto que el fruto comienza su proceso de fermentación desde el momento que es cosechado y puede afectar la calidad del café tanto en grano (manchado) como en taza (sabor vinoso). Sin embargo, Fischersworing y Robkamp (2001), comentan que el proceso puede ser realizado en un margen de 10 horas después de la recolección, tomando en cuenta el volumen de producción a beneficiarse durante la temporada de cosecha y durante el día.

### **3.2.3.2 Fermentación**

El café despulpado se dejó reposar durante 24 horas para que se desprendiera el mucílago que quedo adherido al grano después del despulpado, esto se llevó a cabo en un tanque de cemento.

### **3.2.3.3 Lavado y clasificación.**

Se llevó a cabo el lavado con el objetivo de eliminar todas las sustancias residuales del mucílago que aún se encontraban adheridas al pergamino después de la fermentación, el lavado debe hacerse con agua clara y limpia.

El tanque de lavado previamente establecido se modificó con el objetivo de facilitar la selección del grano a través de la densidad, ya que por el tamaño de las instalaciones es difícil establecer otro tipo de estructura como los canales de correteo.

La modificación consistió en:

1. Hacer una abertura al costado izquierdo de la pared del tanque (*Figura 11 en anexo 2*) dejando aproximadamente 50 cm del suelo al inicio de la abertura, se eligió esa posición puesto que hacia ese lado se encuentra el desnivel del tanque.
2. Se colocaron canaletas incrustadas en la parte media de las paredes de la abertura.
3. Posteriormente se procedió a sellar la abertura que tenía con anterioridad la pared del tanque.
4. En las canaletas se colocaron tabletas de madera removibles de aproximadamente 10 cm de alto. Con el objetivo de estas es que se puedan ir quitando de una a una para facilitar la selección de los granos por medio de la densidad.
5. Frente a la abertura se colocó una malla para poder retener los granos expulsados para manejarlos por separado.

#### **3.2.3.4 Secado**

Los productores llevan a cabo el secado natural del café (al sol), en este caso se utilizaron dos diferentes tecnologías: patio de secado y secador solar.

El productor tiene establecidos dos patios de sacado de hormigón en su vivienda, el primero se encuentra en un área frente a la casa de aproximadamente 100 m<sup>2</sup> y el segundo está ubicado en la azotea de la casa con un área de aprox. 120 m<sup>2</sup>. Estas áreas tienen otras utilidades tanto como para almacenar leña, guardar la camioneta y tender la ropa.

#### **3.2.3.4.1 Secador solar**

Se estableció un secador solar en la parcela donde se realiza el beneficiado húmedo, sus medidas fueron cuatro metros de ancho por seis metros de largo y una altura de un metro con noventa centímetros, construido de una estructura de madera (*Figura12 anexo 2*), el suelo se niveló y permaneció del mismo material (tierra) que había en el lugar; se le colocó una cubierta de nailon para invernadero con protección de rayos UV, con una entrada de aire frío por la parte baja de 0.40 metros, la cual se podrá abrir y cerrar cuando sea necesario; en el interior se colocaron 8 zarandas (*Figura13 anexo 2*) de 2.5 m de largo X 0.90 m de ancho; con margen de madera y malla de acero inoxidable, las cuales son móviles con el objetivo de usar la instalación para otros fines en épocas donde no hay cosecha. Alrededor se establecieron zanjas para el drenaje del agua de lluvia.

#### **3.3 Análisis de suelos.**

Se realizó un muestreo de suelo, con un diseño completamente al azar a una profundidad de 0-30 cm. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Los parámetros físicos analizados fueron: densidad aparente (D.A.) y textura; mientras que los parámetros químicos fueron: materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC), pH, nitrógeno total (Nt), carbono (C), potasio (K), fósforo (P).

#### **3.4 Elaboración de la lombricomposta.**

Para la cama de composteo se utilizó madera con medidas de 0.60 m de ancho, 3 m de largo y 0.60 m de alto; con un orificio al frente, en la parte inferior de la cama por el cual saldrían los lixiviados; se colocó en un espacio libre en la casa del productor para su fácil cuidado, con un desnivel de 5% aproximadamente; en el fondo de la cama se colocó plástico negro para la acumulación del calor y para la protección de la caja también así en la parte superior para su protección de las lluvias y animales, se le agregó pulpa con un grado de descomposición previa, se

colocó aproximadamente un kg de lombrices (roja californiana) esparcidas uniformemente por toda la cama; al frente se colocó un recipiente para la captación de los lixiviados.

El objetivo es aprovechar los lixiviados para utilizarlo como biofertilizante foliar para el cultivo de fresas y otras hortalizas de traspatio que el productor tiene, así como, para aprovechar la composta para sustrato de los mismos y en un futuro acrecentar la elaboración para poder utilizar los productos en los propios cafetales.

### **3.5 Rendimiento**

Estos datos fueron proporcionados por el productor para conocer los beneficios respecto a la inversión y el manejo que se le dan al procesar el café; serán presentados en tablas y gráficas para evaluar la rentabilidad y detectar las razones de las ganancias o pérdidas al final de la comercialización del producto.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización de los cafetales

Las siete parcelas (la cabaña, el ramón, el trapiche, la cascada, el manantial, contraroya y liquidámbar) de café pertenecientes al señor Lorenzo Hernández Hernández se encuentran en San Cayetano, municipio del Bosque Chiapas. De las cuales se tomaron en cuenta las siguientes cinco para este trabajo:(la cabaña, el ramón, el trapiche, la cascada y el manantial) (*Cuadro 2*) ya que son las que se encuentran en producción, los dos restantes son cafetales de 2 años de edad que comenzaran su producción en el tercer año, las parcelas en producción ocupan una superficie de 4.625 Ha. y se encuentran a una altitud de entre 1,250 msnm a 1,300 msnm. El tipo de suelo presente es franco y franco-arcilloso. Los cafetales presentan un diseño en marco real, la distancia media es de 2 x 2 m entre plantas, obteniendo una densidad de población en promedio de 2,500 plantas por ha.

Los cafetales presentan un tipo de sombra principalmente monoespecífica (*Inga micheliana H.*), con presencia de algunos árboles frutales como guanábana, nanci, naranja, mandarina, plátano y otros como la caña y el chayote en el vivero.

La especie cultivada en estos cafetales es *Coffea arabica* la cual según ANACAFE por su calidad y valor en el mercado nacional e internacional y extensión territorial es de gran importancia pues en México ocupa poco más del 97% de la superficie cafetalera.

Las variedades presentes en las parcelas “la cabaña”, “el ramón” y “el trapichi” son caturra rojo y caturra amarilla; en “la cascada” y “el manantial” se encuentran las variedades arábica, bourbon y menor cantidad caturra. Del total de la población en producción, aproximadamente el 79.5% pertenece a las variedades de caturra, el otro 20.5% pertenecen a la árabe y bourbon. (*Cuadro 2*)

Los cafetales presentan manejo convencional. Esta es una caficultura con alto impacto ambiental, con mayores demandas de agroquímicos, sembradas a mayor densidad y con menos uso de árboles de sombra, lo cual trae consigo erosión del

suelo por la pérdida de cobertura de la hojarasca proveniente de los árboles de sombra (Uribe 1971, Gómez 1992), menor aporte de nutrientes al café por la falta de descomposición de esta misma hojarasca (Heuveldop et al.1985, Gómez 1992, Montenegro 2005), cambios en el microclima del cafetal (Jaramillo 1982), incremento de plagas y enfermedades (Samayoa 1999, Hagggar y Staver 2001, Monterrey et al. 2001), perturbación del hábitat de especies como aves, mamíferos, insectos, anfibios y reptiles (Rice 1996, Moguel y Toledo 1999), menor diversidad funcional (Perfecto y Vandermer in press, Schroth et al. 2004), y una menor longevidad de la planta de café por sobreexplotación de la misma (Galloway y Beer 1997).

#### 4.2 Practicas de cultivo

Las prácticas realizadas en el ciclo 2012-2013 son: control de arvenses, podas, control de plagas, lo cual se realiza tres veces al año; el desombre es una práctica que no se realiza con periodicidad y la nutrición se realiza un ciclo sí y otro no. (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Calendario de actividades del cafetal en San Cayetano, El Bosque, Chiapas.

Actividad	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Poda												
Deshije												
Desombre												
Control de arvenses												
Fumigación												
Fertilización												
Limpia de sanja												
Cosecha												
Despulpado y fermentado												
Secado del grano												

#### 4.3 Cosecha

La cosecha se efectuó manualmente; los cortes no se realizaron por parcela ni por variedades, por lo tanto la cantidad obtenida de café cereza engloba la producción

total; puesto que el móvil de recolección según el productor es obtener la mayor cantidad de granos maduros por corte sin evaluar la producción de cada parcela o variedad individualmente, para los cortadores el fundamento es el mismo; ya que mientras más latas de café cereza colecten mayor será pago. Esta es una de las causas por las cuales la cosecha es un poco variable en cuanto a la madurez del grano; lo que afecta el producto final; y según Cleves y Astúa, 1984 (citado por Soto, 2010) al cortar los frutos verdes, el grano en oro se presenta mal formado, manchado o negro y tiene la película plateada adherida; el grano tostado es liso, amarillento y parcialmente manchado; la taza en amarga o quakery. Por su parte, La Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia menciona que frutos negros secos pueden dar aromas y sabores maderosos y acres, fermentos por frutos sobremaduros, astringencia por inmaduros y sabores acres y aromas extraños por frutos plagados; sugiere también que un 2.5% de fruto verde afecta la calidad física y organoléptica del café (www.cafedecolombia.com, 13/05/2013).

Para el primer corte realizado el 08 de diciembre de 2012 se obtuvieron 1,237 latas de café cereza; en el segundo corte realizado el 24 de diciembre de 2012 se obtuvieron 1,328 latas de café cereza; el tercer corte realizado el 07 de enero del 2013 aportó 849 latas de café cereza; para el cuarto corte realizado el 21 de enero de 2013 se obtuvieron 773 latas de café cereza y para el quinto y último corte se obtuvieron 839 latas de café cereza, con un total de 5,026 latas que de acuerdo a los factores de conversión utilizados por el comité cafetalero de Antioquia perteneciente a la Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia equivalen a 56,542.5 kg de café cereza (*Cuadro 4*).

**Cuadro 4.** Equivalencia de latas a kilogramos de café cereza.

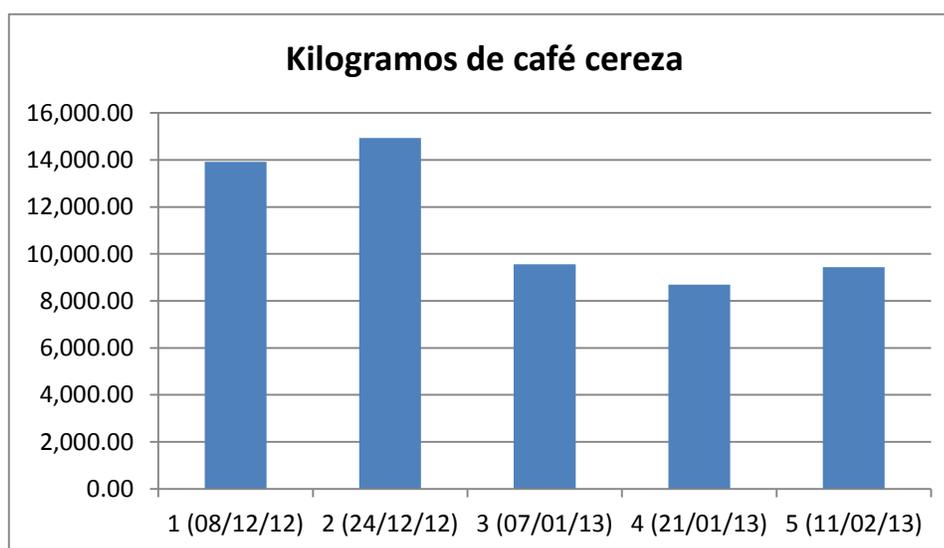
No. de corte	Fecha	Latas de café cereza	Kilogramos de café cereza
1	08-12-2012	1,237	13,916.25
2	24-12-2012	1,328	14,940
3	07-01-2013	849	9,551.25
4	21-01-2013	773	8,696.25
5	11-02-2013	839	9,438.75
<b>Total</b>		<b>5,026</b>	<b>56,542.5</b>

\*Una lata de café cereza es equivalente a 11.25 en kilogramos según los factores de conversión del Comité Cafetalero de Antioquia.

La temporada de cosecha depende del momento en que el fruto del café esté maduro, lo que a su vez depende de las condiciones climáticas, el suelo, las prácticas de cultivo y la especie. En este trabajo se observó que los cortes se concentraron en un periodo relativamente corto de alrededor de tres meses (*Cuadro 4*), esto debido a que la floración del café es marcadamente estacional y en esta región las temporadas de seca y lluvia están bien definidas, esto se explica puesto que la floración es inducida cuando la planta sufre un stress hídrico seguido de un periodo de lluvias, ya que la floración es lo que da origen al fruto después que las flores han sido polinizadas. ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com), 24/04/2013; [www.cafedecolombia.com](http://www.cafedecolombia.com), 24/04/2013)

El primer y el segundo corte aportaron arriba de 1,200 kg y el 3º, 4º y 5º estuvieron por debajo de los 850 kg (*Grafica 1*); la producción de los frutos consume muchos hidratos de carbono por lo tanto los primeros frutos producidos por la planta son de mayor tamaño y peso puesto que la planta ha estado durante todo el ciclo preparándose para aportarle los nutrientes y por ende los frutos que se forman al final del ciclo tendrán menor tamaño puesto que la cantidad de nutrientes disponibles se ha reducido, lo que da como resultado menor producción en los cortes que se hacen después del pico de cosecha.

**Gráfica 1.** Producción en kilogramos de café cereza.



La producción de café cereza del ciclo 2012-2013 en promedio fue de 12,225 kg/ha, si la comparamos en una gráfica diseñada a partir de los datos de infoagro (24/04/2013) que menciona que el rendimiento promedio se encuentra entre 2400 y los 21500 kilogramos de café cereza por hectárea variando entre países; podemos observar que se encuentra en el rango de producción agrupado como “bueno” (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Rangos de producción en kilogramos de café cereza por hectárea.

	Rangos
Exelente	21500 <
Muy buena	21499-15134
Buena	15133-8767
Regular	8766-2400
Mala	2399 >

El pago a los cortadores se realizó por lata; para el primer corte se pagó \$18.00 por lata, para el segundo, tercero, cuarto y quinto fue de \$16.00. Estos están por arriba del pago sugerido por el acuerdo ministerial JCHG-07-11-11 de la normativa salarial del café cosecha 2011-2012 del ministerio del trabajo en Nicaragua Capítulo III de las Actividades de Corte de Café Art.14 inciso a) para la labor de corte de café el cual indica que las personas cortadoras devengarán \$27.00 pesos nicaragüenses por lata equivalente a \$13.50 pesos mexicanos.

**Los costos por recolección se resumen en el siguiente cuadro:**

**Cuadro 6.** Costos de cosecha.

Núm. de corte	Pago por lata	Núm. de latas	Pago total por corte
1	\$18.00	1,237	\$22,266.00
2	\$16.00	1,328	\$21,248.00
3	\$16.00	849	\$13,584.00
4	\$16.00	773	\$12,368.00
5	\$16.00	839	\$13,424.00
TOTAL			\$82,890.00

## 4.4 Postcosecha

### 4.4.1 Transporte, despulpado, fermentado y secado

Para el transporte del café cereza a el área de postcosecha no hubo problemas ya que éste se encuentra establecido en uno de los cafetales (la cabaña) por lo tanto el transporte fué realizado por las personas que cosechaban, el productor ha procurado establecer sus cafetales en predios cercanos unos de otros; lo que hace el trabajo de transporte sea más sencillo para los cortadores y a la vez garantiza que la jornada laboral se cumpla en tiempo y forma puesto que el alimento se les proporciona en este mismo lugar, y se evita que las personas que realizan el trabajo de recolección se transporte a otro sitio.

El despulpado es realizado por los mismos productores en “la cabaña”, con una despulpadora de cilindro (*Figura.10 anexo 2*); el café cereza contenido en los sacos de polipropileno (*Figura 9 anexo 2*) es depositado en uno de los tanques (*figura 14 anexo 2*) en la imagen podemos observar que el productor mezcla las diferentes variedades que cosecha pudiéndolo diferenciar claramente por el color rojo y amarillo de los granos, con apoyo de una cubeta se coloca la cereza en la tolva de la despulpadora (*Figura15 anexo 2*), posteriormente la pulpa es expulsada por la parte trasera (*Figura 16 anexo 2*) de la despulpadora y el café en pergamino cae dentro del tanque de fermentación (*Figura 17 anexo 2*), parte de la pulpa es usada para sustrato en el vivero y para poder comenzar en este ciclo con la producción de la lombricomposta.

El café despulpado fué colocado en el tanque y se dejó fermentar durante un día entero para que la capa mucilaginosa se solubilizara y pudiera ser removida al momento del lavado. El lavado se llevó a cabo en el tanque donde se realiza la fermentación, se agregó agua hasta sobre pasar el nivel superior de los granos y se movió con una pala de madera, el agua se cambia de tres a cuatro veces dependiendo del criterio del productor, el cual decide si el grano esta limpio cuando frota los granos y estos hacen un sonido característico con el cual el productor distingue el punto exacto para ponerlo a secar. El tanque de

fermentación y lavado fue modificado con el objetivo de facilitar el trabajo de lavado y selección de grano vano.

El secado se realizó en el patio de secado de cemento y asotea que se encuentra establecido en la casa del productor, cada corte es secado por separado ya que la recolección se da con una diferencia de aproximadamente un mes por lo tanto para cada etapa de secado el tiempo es diferente (tres a cuatro días) dependiendo de las condiciones climáticas, los granos son removidos según el criterio del productor (al principio se mueve cada hora o cada dos horas y va disminuyendo según el tiempo de secado que haya transcurrido). La humedad recomendada es del 12%; el productor no cuenta con un medidor de humedad por lo tanto esto también depende del criterio del productor y de su experiencia según las exigencias de los compradores. Para esta etapa del proceso se diseñó un secador solar para evaluar las ventajas que este podría traerle al productor sobre el secador convencional (de cemento al aire libre).

#### 4.5 Análisis de suelo

Los análisis realizados fueron: fósforo extractable (a través del método de Olsen), materia orgánica (método de Walkley y Black, digestión húmeda), pH (relación 1:2 con H<sub>2</sub>O), nitrógeno total (método semi-microkjeldhal), capacidad de intercambio catiónico (método con acetato de amonio 1N pH 7), textura (método de Bouyoucos), densidad aparente (método de la Probeta), conductividad eléctrica (relación 1:5 con H<sub>2</sub>O) y potasio (Acetato de amonio 1N pH 7,0) (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Resultados de análisis de suelo de las cinco parcelas en estudio.

	P	M.O.	pH	N total	Potasio	Potasio	C.E	C.I.C.	Textura	D.A
	mg/kg	%	H <sub>2</sub> O	%	mg/kg	Cmol/kg	dS/m	Cmol/kg		gr/mL
<b>Ramón</b>	14,33	4,45	5,39	0,228	46,4	0,12	0,053	13,4	Franco	1,14
<b>Trapiche</b>	3,28	4,12	5,32	0,222	23,1	0,06	0,022	12,0	Franco	1,16
<b>Cascada</b>	0,51	4,86	5,42	0,250	36,9	0,09	0,022	14,2	Franco	1,09
<b>Manantial</b>	3,28	5,86	5,95	0,312	42,0	0,11	0,036	19,3	Franco	1,09
<b>Cabaña</b>	3,58	4,79	5,67	0,246	26,1	0,07	0,023	14,9	Franco	1,11

Para obtener una buena producción se deben tomar en cuenta los elementos climáticos, así como el manejo agroecológico del cultivo sin dejar de lado la nutrición vegetal y la edáfica, ya que así garantizamos el suministro de las cantidades de nutrimentos necesarios para la planta es más probable mantener una máxima productividad (Arcila y Farfán, 2011). Durante las diferentes etapas de desarrollo y crecimiento del cafeto los requerimientos nutricionales son variables pero para la etapa de recolección final Palma (19991) y Moya (1991) sugieren para países centroamericanos las siguientes cantidades (*Cuadro 8*).

**Cuadro 8.** Requerimientos nutricionales del cafeto.

MO	%	5-10
<b>Nt</b>	%	0.4-0.8
<b>P</b>	Mg/kg	5-15
<b>K</b>	meq/100	0.2-0.7
<b>C.I.C.</b>	Cmol/kg	10-20

Fuente: Palma 1991 y Moya 1991.

Según la clasificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, el pH presente en los suelos de los cinco cafetales es moderadamente ácido, el cual se encuentra dentro del margen adecuado de los requerimientos del cafeto que se encuentra en un rango de 5 a 6.5. El pH presenta un efecto indirecto en el crecimiento y la producción del café ya que influencia la disponibilidad de los elementos nutritivos.

El Nitrógeno presenta mayor disponibilidad con pH de entre 6 a 8, disminuyendo hasta quedar indisponible con suelos ácidos de pH 4 y básicos de 10; para estos suelos el pH se encuentran entre 5.32 a 5.95 por lo tanto presentan buena disponibilidad de N ya que se encuentran muy cerca del margen con máxima de disponibilidad de este macronutriente, así también, para el Potasio, mientras que el fósforo esta escasamente disponible.

Con relación a la materia orgánica lo recomendable es un porcentaje de entre 5 y 10 por lo tanto la cantidad de MO presente en los suelos en estudio es buena ya que se encuentra muy cercano al margen inferior recomendado.

“El trapiche” presenta las concentraciones de Potasio más bajas y se observa una disminución en la capacidad de intercambio catiónico, lo que sugiere que ha habido una remoción de bases como el Calcio, Magnesio y Potasio sin reposición que a su vez contribuye a que esta parcela sea la que presente el suelo más ácido (Vázquez, 2005). La MO aquí también es la más baja, esto aunado a que no hay reposición de nutrientes por lo que disminuye la cantidad de N que también es la más baja de entre las 5 parcelas, por lo tanto la densidad de suelo se ve afectada.

La parcela “el manantial” fue la más alta en contenido de MO presentando un 5.86% siendo la única dentro de las cantidades recomendadas, en esta parcela podemos observar una relación directa entre la cantidad de MO, el pH y el Nt; la fuente primaria (excluyendo la fertilización) de N es la materia orgánica del suelo, que en condiciones naturales es mineralizada por los microorganismos que lo liberan en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), la aportación del N puede verse favorecida a su vez ya que la actividad de los microorganismos y la fijación simbiótica del nitrógeno por los arboles de sombra que se asocian con las bacterias fijadoras de nitrógeno es mayor a pH ligeramente ácidos o neutros.

Para la parcela “el ramón”, “la cascada” y “el manantial” se encontró que presentan los pH requeridos para el cultivo, una cantidad de MO regular puesto que están muy cercanos al margen mínimo requerido, con respecto a la textura y C.I.C. las cinco parcelas presentan los requerimientos sugeridos por Palma (1991) y Moya (1991).

El fósforo de acuerdo a la NOM-021 se encuentra en niveles bajos para las parcelas trapiche, cabaña, manantial y cascada, siendo esta última la que presente la menor cantidad de P en el suelo, el Ramón es la única parcela dentro de los niveles adecuados de fósforo (10-15 mg/kg) y potasio, esto puede ser debido a las aplicaciones de fertilizantes fosforados, a la actividad micorrízica que

se da de manera natural entre las raíces del cafeto y el hongo (Portilla *et al.*, 1998).

#### 4.6 Rendimientos obtenidos

La producción del ciclo 2012-2013 fue obtenida en cinco diferentes cortes, en los cuales se obtuvo un total de 5, 026 latas de café cereza, que de acuerdo a los factores de conversión utilizados por el comité cafetalero de Antioquia perteneciente a la Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia equivalen a 56,542.5 kg de café cereza.

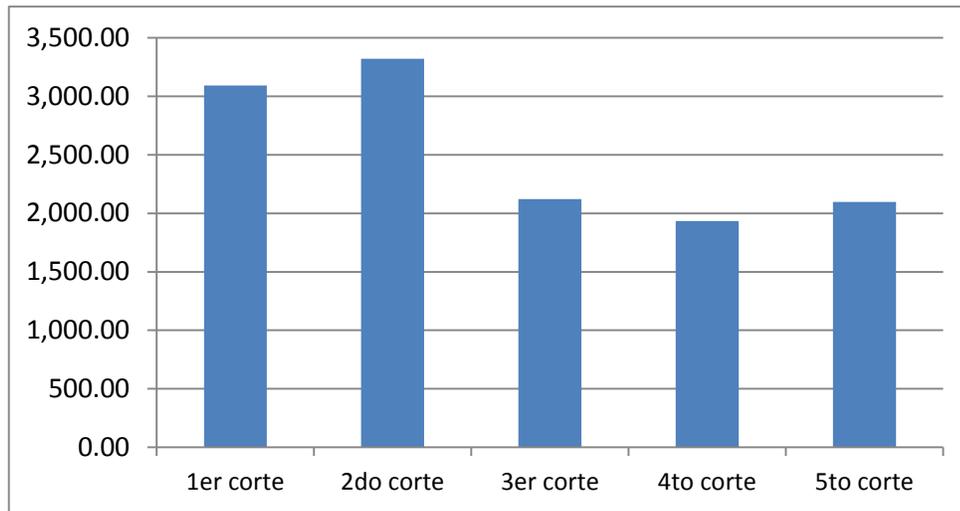
Se vendieron 10,467.5Kg de café pergamino seco; 5,855.5 Kg en \$24.00 el kilogramo y 4,612 Kg a un precio de \$25.50 por kilogramo se obtuvo \$258,138.00 de ingresos por la venta del café en pergamino. (*Cuadro 9*)

**Cuadro 9.** Producción, costos de cosecha y beneficio de la venta.

Corte	Kg café pergamino	Pago a cortadores	Precio de la cosecha
<b>Primero</b>	3,092.50	\$22,266.00	\$74,220.00
<b>Segundo</b>	3,320	\$21,248.00	\$80,515.50
<b>Tercero</b>	2,122.50	\$13,584.00	\$54,123.75
<b>Cuarto</b>	1,932.50	12,368.00	\$49,278.75
<b>Quinto</b>	2,097.50	\$13,424.00	
<b>TOTAL</b>	<b>12,565.00</b>	<b>\$ 82,890.00</b>	<b>\$ 258,138.00</b>

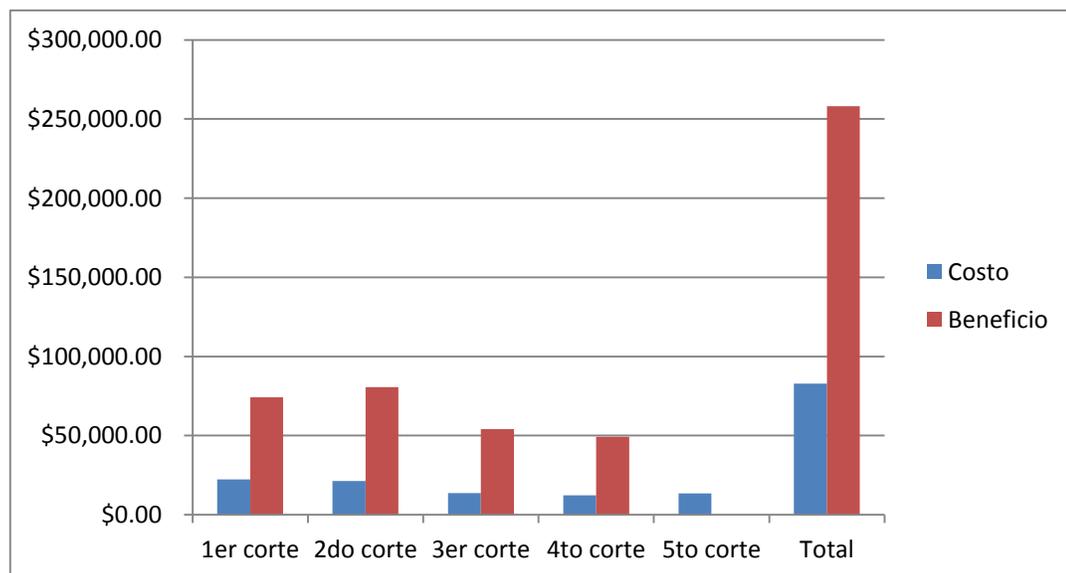
En la gráfica 2 podemos observar los valores de la producción en kilogramos de café pergamino seco en los cinco diferentes corte, la producción más alta se presenta en el segundo corte; después de la fecundación los frutos necesitan como mínimo seis meses para madurar y no maduran todos al mismo tiempo, es por esta razón que se hacen varios cortes a lo largo de la cosecha, los cuales empiezan en crecimiento con un pico en diciembre y luego decreciendo; se sugiere que es porque los primeros frutos han absorbido la mayor cantidad de nutrientes disponibles en la planta para su crecimiento, y alcanzan mayor tamaño y mayor cantidad de frutos.

**Gráfica 2.** Producción en kilogramos de café pergamino seco.



La gráfica 3 nos muestra los costos y beneficios de cada corte, a simple vista podemos observar que las ganancias son muy superiores a los costos, esto se debe a que en esta gráfica solo se muestran los costos del corte dejando fuera todo costo del manejo realizado a lo largo del ciclo.

**Gráfica 3.** Comparación de costo y beneficio en la cosecha.



#### 4.7 Secador solar.

El secador solar se estableció en la parcela “la cabaña”, se eligió este lugar porque es aquí donde se realiza el despulpado. Su estructura está basada en el diseño tradicional de invernaderos de dos aguas, consta de una longitud de seis metros, un ancho de cuatro metros y un metro con noventa centímetros de altura, estructura de madera y cubierta de nailon para invernadero con protección UV (*Figura 12 anexo 2*); con bandejas de dos y medio metros de largo por noventa centímetros de ancho, echas con un marco de madera y malla de acero inoxidable (*Figura 13 anexo 2*).

**Cuadro 10.** Materiales utilizados en la construcción del secador solar.

Material	Costo
<b>Plástico para invernadero de 12mx6m.</b>	\$ 900.00
<b>3 docenas de reglas, 9 postes y 4 vigas.</b>	-
<b>20 m de malla de acero inoxidable de 8x8.</b>	\$2,148.00
<b>1 kg de grapas.</b>	\$100.00
<b>2 kg de clavos de 2” y 3”.</b>	\$30.00
<b>Mano de obra.</b>	\$1,800.00

El sistema básico de este secador es de tipo invernadero (*Figura 20 anexo 2*), donde se aprovecha este fenómeno para producir una concentración de calor para la aceleración del proceso de secado (Restrepo y Burbano, 2005).

El secado del café colocado en bandejas se realiza por el paso continuo del aire caliente a través del material, que produce un intenso proceso de intercambio de calor y masa, durante el cual la humedad superficial del material se incorpora al

aire por evaporación, en la medida en que el aire transfiere su calor (www.cubasolar.cu, 04/08/2013).

Para que la transferencia de energía y humedad se den influyen variables como la intensidad de la radiación solar, la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del aire, el contenido de humedad y el espesor de la capa de granos, donde interviene también la frecuencia de remoción de los granos (www.cafedecolombia.com, 04/08/2013).

Este último punto fué clave en la obtención de los resultados pues los granos puestos a secar en el secador solar presentaron hongos al final del proceso (*Figura 21 y 22 anexo 2*) lo cual se debió a que el productor no movió los granos, en esta etapa fué importante la participación del productor pues nos hizo saber que comprendía las razones del porque el grano había presentado hongos, también nos dio su punto de vista el cual coincide con la literatura que expresa que el tiempo empleado para el secado es menor, así también disminuyen los problemas de los peligros por lluvias, animales o polvo.

## 5. CONCLUSIONES

El productor tiene el conocimiento de cuáles son las actividades básicas que se deben realizar para un buen manejo agronómico, cosecha y poscosecha en sus parcelas ya que ha sido cafeticultor por mucho tiempo, ignora algunas otras que le darían un incremento en la producción y calidad de su producto y otras simplemente las pasa por alto ya que le incrementan el trabajo de mano de obra y los costos de producción, que a largo plazo podrían verse retribuidos tanto para él, para el ambiente, y la salud de sus cafetales.

El beneficiado húmedo que el productor realiza es un trabajo arduo y artesanal y es uno de los principales elementos que garantizan la calidad cualitativa en el café y consiste en la cosecha, despulpado, fermentado, lavado y secado; estos son procesos que conllevan a la separación del mesocarpio y endocarpio. El tiempo que duran dichos procesos y el efecto que pueden generar los diferentes compuestos presentes en la pulpa y mucílago del café en la semilla, tiene una clara influencia en la calidad final de la bebida. Al no hacer una recolección selectiva el productor presenta una disminución en la producción y calidad de su café pues al mezclar frutos verdes, semimaduros, sobremaduros, brocados, secos o enfermos dificulta el proceso de beneficiado y alteran la calidad del producto final, además afecta el rendimiento.

Los suelos presentan un pH dentro del margen adecuado de los requerimientos del cafeto el cual tiene un efecto indirecto en el crecimiento y la producción del café ya que influencia la disponibilidad de los elementos nutritivos presentes en el suelo, esto da al productor una ventaja en la cantidad de producto total.

Por el porte de la variedad caturra presenta en la mayoría de las parcelas sería posible hacer un mejor aprovechamiento del espacio y aumentar la cantidad de plantas puesto que las plantas son de porte bajo, en estos cafetales no se lleva a cabo ningún tipo de prácticas de conservación de suelo, si esto se tomara en cuenta se proporcionan beneficios en la producción puesto que con ellas los nutrimentos no serían lavados con tanta facilidad y el suelo se erosionan en

menor medida, y el enraizamiento se vería favorecido así como la cantidad de nutrientes disponibles para la planta.

Los cafetales objetivos del estudio presentaron una buena cantidad de sombra, que a pesar de tener un manejo deficiente aportan beneficios al cultivo como el fomento del desarrollo de ramas primarias y secundarias, aumento del humus y la disponibilidad de nutrientes extrayéndolos de las capas más profundas para depositarlos en la capa superficial en forma de hojarasca y ramas, aunque también favorece la aparición de hongos pero a su vez ayuda a la conservación de suelo disminuyendo el impacto de la radiación solar y el golpe directo de la lluvias así como regulando la proliferación de hierbas, regula la humedad del suelo, prolonga la vida útil del cafetal mitigando las situaciones de estrés y atempera las condiciones climatológicas.

La edad de los cafetales es un factor que sin duda afectó directamente la producción, puesto que son plantas seniles con deterioro físico.

En la etapa de recolección la selección del fruto influyó en el rendimiento en la producción y la calidad del grano ya que la despulpadora no procesa frutos inmaduros, bota el grano entero a la pulpa o lo remuerde, en consecuencia se reduce el rendimiento y proporciona astringencia a la taza; en la fermentación la infraestructura juega un papel importante, los tanques de cemento presentes en el área de beneficiado preservaron la calidad del grano de daños por manchas en el pergamino y la vasta experiencia del productor en este proceso evito que fuera sacado antes de que estuviera totalmente fermentado impidiendo con esto afectar la calidad del grano.

A pesar del que el productor no cuenta con un higrómetro para cerciorarse que la humedad del grano se encuentre entre el 10 a 12% recomendado, conoce ya las demandas de su comprador, que es quien inspecciona la calidad del grano y pone el precio.

## 6. LITERATURA CITADA

- Aguilar E. y González A. 2009. Cafecultura indígena en Yajalón: un escenario al margen del comercio justo. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Alvarado S.M. y Rojas C.G. 2007. El cultivo y beneficiado del café. 2da reimpr. de la 1ra ed. San José, Costa Rica.
- Alegre G. 1959. ClimatsetCafeires d´Arabie. Agron. Trop. 14 (1).
- Altieri M.A. 1995. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Process, Boulder.
- ANACAFE. 2013. Morfología del cafeto. El cafetal radio. Programa No.26. 2 de Julio 2013. Guatemala.
- Arcila P.J. y Farfán V.F. 2011. Sistemas de producción. Cap. 9 Consideraciones sobre la nutrición mineral y orgánica en los sistemas de producción de café. CENICAFE. Colombia.
- Barrera J.F. y Parras M.R. 2000. El café en Chiapas y la investigación en ECOSUR. El Colegio de la Frontera Sur.
- Becht G. 1974. Systems theory, the key to holism and reductionism. Bioscience 24(10).
- Berrueta-Soriano V.M., Limón-Aguirre F., Fernández-Zayas J.L. y Soto-Pinto M.L. 2002. Participación campesina en el diseño y construcción de un secador solar para café. ECOSUR. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Campos C.E. 1978. El Café en Costa Rica. Información General. Costa Rica. Departamento de Investigaciones del Café. 16 p.
- Carvajal J.F. 1972. Cafeto: Cultivo y Fertilización. Berna, Instituto Internacional de la Potasa, 141 p.
- Centro Smithsoniano de Aves Migratorias del Parque Zoológico Nacional Washington, DC 20008. 1999. Definición del café de sombra con criterios biofísicos. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Quebec, Canadá.
- Chacón C. E.O. 2001. Evaluación de los sistemas tradicional y ecológico de beneficio húmedo de café. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano Honduras.

- Elliot E.T. y Cole C.V. 1989. A perspective on agroecosystem science. *Ecology* 70 (6).
- Escamilla P.E. y Landeros S.C. 2005. Cafés de especialidad. Colegio de Postgraduados-Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo.
- Fernández C.E. y Muschler R. 1999. Aspectos de sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. In *Desafíos de la caficultura en CentroAmerica*. Bertrand, B Ed. San José, Costa Rica, IICA-PROMECAFE-CIRAD.
- Fischersworing H.B. y Roßkamp R.R. 2001. Guía para la caficultura ecológica. Ministerio de cooperación económica y desarrollo (BMZ). República Federal de Alemania. 3ra Ed. p.14.
- García, J. 1972. Una Contribución a la Metodología de la Zonificación Ecológica de Cultivos Anuales. Tesis, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 155 p.
- Ghera, C.M., Martínez-Ghera, M.A. 1991. A field method for predicting yield losses in maize caused by Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Technology*.
- Galloway G y Beer J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. Serie técnica. Informe técnico No. 285. Proyecto agroforestal CATIE-GTZ. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 168p.
- Gómez A. A. 1992. El sombrío en los cafetales conserva la capacidad de producción de los suelos. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Departamento de Recursos Naturales. Informe. Santafé de Bogotá, junio de 1992. 6p.
- Gliessman S.R. 1998. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture*. Michigan, Ann Arbor Press.
- Haggard J. y Staver C. 2001. ¿Cómo determinar la cantidad de sombra que disminuya los problemas fitosanitarios de café? *Agroforestería en las Américas* 8(29).
- Hart R. D. 1985. *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 160 p.
- Heuvelink J., Alpizar L., Fassbender H.W., Enríquez G. y Folster H. 1985. *Sistemas agroforestales de café (Coffea arabica) con laurel (Cordia alliodora) y café con poró (Erythrina poeppigiana) en Turrialba, Costa Rica*. II. Producción agrícola, maderable y de residuos vegetales. Turrialba 5(4).

- HernandezM.G. 2008. Cap. 2 Clasificación agroecológica.
- IHCAFE. 1997. 6to. Seminario nacional de investigación y transferencia en caficultura. Honduras. 438 p.
- INMECAFE (Instituto Mexicano del Café). 1990. El Cultivo del Cafeto en México. Ed. LAFUENTE, S. A., Xalapa, Veracruz. 248 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2012. Perspectiva estadística Chiapas. 8 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1995. Anuario estadístico del estado de Chiapas.
- Iturriaga J. 2012. Historia del café en México. Revista Antídoto. Ediciones enalso S.A. de C.V. San Miguel Chapultepec. México. Consultado Nov. 2012. ([www.revistaantidoto.com](http://www.revistaantidoto.com))
- Jaramillo R. A. 1982. Microclima en cafetales a libre exposición solar y bajo sombrío. In Taller sobre roya del cafeto. Manizales, Colombia. FEDERACAFE–CENICAFE. 8p.
- Maestre, J. 1990. La Investigación en Antropología Social. Editorial Ariel, S.A., España. 236 p.
- Manson R.H., Hernández-Ortiz V., Gallina S. y Mehltreter K. (editores). 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz:biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología A.C. (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, 348 p.
- Menchú J. 1985. Manual de Beneficiado de café. Guatemala. ANACAFE.
- Moguel P., Toledo V. M. 1999. Biodiversityconservationin traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology 13(1).
- Montenegro G. 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. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Monterrey J., Suarez, D Y González M. 2001. Comportamiento de insectos en sistemas agroforestales con café en el Pacífico Sur de Nicaragua. Agroforestería en las Américas 8(29).
- Moya, C. y Zantua, M.I. 1991. Caracterización de la Fertilidad de Suelos de la región Cafetalera de Santa Bárbara, Honduras. XIV Simposio de

Caficultura Latino Americana. Mesa de Trabajo: Suelos, Fisiología y Beneficiado. PROMECAFE. Panamá.

- Palma, M.R. 1991. Estimación de los requerimientos de fertilización del café (*Coffea arabica* L.) a partir del diagnóstico químico del suelo. XIV Simposio de Caficultura Latino Americana, Mesa de Trabajo: Suelos, Fisiología y Beneficiado. PROMECAFE. Panamá.
- Pérez-Grovas G., Víctor. 1998. La producción y comercialización de café en México. ¿Opción viable para los pequeños productores? Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Pérez P., E., J. G. Partida S. y D. Martínez P. 2003. Ambiente, manejo agronómico y calidad en café (folleto). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Regional Universitario Oriente de la Universidad Autónoma Chapingo. Veracruz, México.
- Perfecto I., Vandermeer J. (sin fecha). The quality of the agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern México. Sin publicar. 15p.
- Portilla C., I., E. Molina G., G. Cruz-Flores, I. Ortiz-Monasterio y G.G.B. Manske. 1998. Colonización micorrízica arbuscular, actividad fosfatásica y longitud radical como respuesta a estrés de fósforo en trigo y triticale cultivados en un Andisol. *Terra* 16.
- Puerta Q. G.I. 2012. Factores, procesos y controles en la fermentación del café. Avances técnicos. Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE). Manizales, Caldas, Colombia.
- Ramírez E. 1988. La Actividad Cafetalera en Costa Rica. In: Prioridades de Investigación Aplicada en Café para Pequeños Agricultores.
- Restrepo A. y Burbano J. 2005. Disponibilidad térmica solar y su aplicación en el secado de granos. *Scientia et Technica* No 27.
- Rice R. 1996. Coffee modernization and ecological changes in Northern Latin America. *Tea & Coffee Trade Journal* 168(9).
- Sarandón S. J. 2002. Cap. El agroecosistema: un sistema natural modificado, del libro *Agroecología: el cambio para una agricultura sustentable*. Ediciones científicas americanas. La Plata, Argentina.
- Samayoa J. J. O. 1999. Desarrollo de enfermedades en café bajo manejo orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica. *Thesis Mag. Sc. Turrialba*, Costa Rica, CATIE. 69p.

- Santoyo C. V. H., S. Díaz C., E. Escamilla P. y J. D. Robledo M. 1996. Factores agronómicos y calidad del café. Universidad Autónoma Chapingo-Confederación Mexicana de Productores de café. Chapingo, Estado de México.
- Santoyo V., Díaz S. y Rodríguez P. 1994. Sistema Agroindustrial Café en México: Diagnóstico, Problemática y Alternativas. Universidad Autónoma de Chapingo.CIESTAAM. SARHMéxico. 157 p.
- Soriano A., Aguilar M.R. 1998. Estructura y funcionamiento de agroecosistemas. Ciencia e Investigación, 50(1).
- Soto V. C. 2010. Guía técnica para el beneficiado de café protegido bajo unaindicación geográfica odenominación de origen. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). PROMECAFE. Guatemala.
- Sutton D. B. y Harmon N.P. Fundamentos de ecología. Traducido al español por J.G. Velasco F. Editorial Limusa. México. 1977. 295 p.
- Téllez L. L.A. 2005. Propuesta de automatización de beneficios secos de café utilizando PLC. Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Uribe H. A. 1971. Erosión y conservación de suelos en café y otros cultivos. Cenicafe 22(1).
- Valencia-Aristizabal, G. 2012. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. International Plant Nutrition Institute. Colombia. 13/10/2013
- Vázquez, M. E. 2005. Calcio y Magnesio, acidez y alcalinidad del suelo. En: Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos (ed HE Echeverría y FO García). Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Wintgens, J. E. 2004. Coffee: growing, processing, sustainable production. A guide book for growers, processors, traders and researchers. Wiley-VCH Verlag. Weinheim,Germany.
- [www.infocafes.com](http://www.infocafes.com)
- [www.ceieg.chiapas.gob.mx](http://www.ceieg.chiapas.gob.mx)
- [www.cubasolar.cu](http://www.cubasolar.cu), 04/08/2013
- [www.cafedecolombia.com](http://www.cafedecolombia.com), 04/08/2013
- [www.procafe.com.sv](http://www.procafe.com.sv)
- [www.cafedecolombia.com](http://www.cafedecolombia.com)

- [www.stps.gob.mx](http://www.stps.gob.mx)
- [www.solucionespracticas.org.pe](http://www.solucionespracticas.org.pe)
- [www.cafeli.com.mx](http://www.cafeli.com.mx)
- [www.intracen.org](http://www.intracen.org), 14/06/2013
- [www.fao.org](http://www.fao.org), 14/06/2013
- [www.historiainfinita.wordpress.com](http://www.historiainfinita.wordpress.com) 11/02/12
- [www.mundodelcafe.com](http://www.mundodelcafe.com), 11/02/12
- [www.revistaantidoto.com](http://www.revistaantidoto.com) 12/05/12
- [www.maskafe.com/](http://www.maskafe.com/) 15/03/12
- [www.eltostadito.tripod.com](http://www.eltostadito.tripod.com) 12/05/2012
- [www.procafe.com.sv](http://www.procafe.com.sv) 13/10/13
- [www.biodiversidad.co.mx](http://www.biodiversidad.co.mx) 14/10/13
- [www.fao.org/biodiversity](http://www.fao.org/biodiversity) 14/10/13

## 7. ANEXOS

### ANEXO 1. Formato de encuesta.

#### DATOS GENERALES

Propietario: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_

Fecha de muestreo de suelo: \_\_\_\_\_ Fecha de floración: \_\_\_\_\_

Fecha de lluvias: \_\_\_\_\_ Vientos: \_\_\_\_\_ Fuente contaminante: \_\_\_\_\_

Precipitación anual: \_\_\_\_\_ Profundidad de la muestra: \_\_\_\_\_

#### DATOS GENERALES DE LA PARCELA

Nombre de la parcela: \_\_\_\_\_ Superficie: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Origen: \_\_\_\_\_ Pendiente: \_\_\_\_\_

Hojarasca: Poca ( ) Regular ( ) Mucha ( ) Tipo de suelo: \_\_\_\_\_

Distancia entre plantas: \_\_\_\_\_ Distancia entre surco: \_\_\_\_\_

Plantas/Ha: \_\_\_\_\_ Estratos: \_\_\_\_\_

Arreglo topológico: Cuadro o rectángulo ( ) Triangulo ( ) Surco doble ( ) Curvas a nivel ( )

Cultivos asociados: Si ( ) No ( )

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

#### DATOS DE MANEJO DEL CULTIVO

##### Variedades

Variedades presentes: \_\_\_\_\_ Dominante: \_\_\_\_\_

##### Poda del café

¿Poda? Si ( ) No ( ) ¿Cuántas podas hace al año? \_\_\_\_\_ ¿En qué mes? \_\_\_\_\_

Tipo de podas: Agobio ( ) Agobio de ejes o brotes ( ) Descope ( ) Poda de ramas ( )

fitosanitaria ( ) Deschuponado ( ) Despalrado ( ) Desplumillado ( )

Depuración ( ) Destrado ( ) Despuntado ( )

Herramienta: \_\_\_\_\_ ¿Qué hace con la broza?: \_\_\_\_\_

### **Sombra**

Tipo de sombra: Monoespecífica ( ) Diversificada ( ) Distancia entre árboles: \_\_\_\_\_

Árboles/Ha: \_\_\_\_\_

Sombra: Poca ( ) Regular ( ) Mucha ( ) Ralea: Si ( ) No ( )

¿Cuántas veces al año? \_\_\_\_\_

¿En qué mes? \_\_\_\_\_ Herramienta \_\_\_\_\_ ¿Qué hace con la broza?

\_\_\_\_\_

Otras plantas de sombra: \_\_\_\_\_

### **Plagas y enfermedades**

¿Tiene problemas de plagas? Si ( ) No ( ) ¿Cuáles? \_\_\_\_\_

Controla las plagas: Si ( ) No ( ) ¿Con qué? \_\_\_\_\_

Dosis: \_\_\_\_\_

¿Tiene problemas de enfermedades? Si ( ) No ( )

Cuales: \_\_\_\_\_

Controla las enfermedades: Si ( ) No ( ) ¿Con qué? \_\_\_\_\_ Dosis: \_\_\_\_\_

### **Arvenses**

¿Controla los arvenses? Si ( ) No ( ) ¿Cómo? Manual ( ) Químico ( )

¿Cuántas veces al año? \_\_\_\_\_

Si es químico. ¿Con qué? \_\_\_\_\_ Dosis: \_\_\_\_\_

¿En qué mes? \_\_\_\_\_ ¿Qué arvenses hay? \_\_\_\_\_

¿Cuál predomina? \_\_\_\_\_ Utilidad: \_\_\_\_\_

### **Fertilización**

¿Fertiliza? Si ( ) No ( ) Tipo de fertilización: Orgánico ( ) Químico ( ) Mixto ( )

¿Con qué? \_\_\_\_\_ Dosis: \_\_\_\_\_

¿Historia de la fertilización? Químicos ( ) Abonos naturales ( ) No abona ( ) Mixto ( )  
¿Durante que tiempo? \_\_\_\_\_

### **Cosecha**

¿Cuántos cortes hace? \_\_\_\_\_ ¿En qué mes? \_\_\_\_\_  
Cosecha selectiva granos maduros: Si ( ) No ( ) Cosecha selectiva variedad: Si ( ) No ( )

### **Beneficio húmedo**

¿Tiene beneficio húmedo? Si ( ) No ( ) ¿Dónde lo realiza? Campo ( ) Vivienda ( )  
¿Con qué? Tanque de madera ( ) Tanque de cemento ( ) Despulpadora manual ( )  
Despulpadora gasolina ( ) Despulpadora eléctrica ( ) ¿Gradúa la despulpadora? Si ( ) No ( )  
¿Despulpa el mismo día? Si ( ) No ( )  
¿Usa agua? Si ( ) No ( ) ¿Qué hace con la pulpa? \_\_\_\_\_  
Tiempo de Fermentación: \_\_\_\_\_ Tanque de fermentación: \_\_\_\_\_  
¿Cuántas veces cambia el agua en la fermentación? \_\_\_\_\_ ¿Qué hace con el agua  
miel \_\_\_\_\_ Cuántas veces cambia el agua en el lavado? \_\_\_\_\_

### **Beneficio seco**

¿Seca su café? Si ( ) No ( ) Como: \_\_\_\_\_ Superficie del patio  
de secado (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ ¿Limpia el área de secado? Si ( ) No ( ) ¿Cuántas veces  
remueve el grano por día? \_\_\_\_\_ ¿Qué cantidad de café pergamino coloca por m<sup>2</sup>? \_\_\_\_\_  
¿Tiempo de secado? \_\_\_\_\_  
Seca por separado cada corte: Si ( ) No ( ) Seca por separado cada variedad: Si ( ) No ( )  
Selecciona el grano después de seco? Si ( ) No ( )  
¿Dónde almacena el grano? \_\_\_\_\_ ¿Lo dejan enfriar antes de almacenarlo?  
Si ( ) No ( )  
¿Lo junta con granos de cosechas pasadas? Si ( ) No ( )  
Tiempo de almacenamiento: \_\_\_\_\_  
Cosecha sanitaria: Si ( ) No ( )  
Contrata jornal Si ( ) No ( ) ¿Cuántos por corte? \_\_\_\_\_ ¿Cuánto paga? \_\_\_\_\_  
Otros insumos: \_\_\_\_\_

**Rendimiento**

¿Cuál es la producción total en pergamino? \_\_\_\_\_

Producción por Ha: \_\_\_\_\_

**Selección de semilla**

Criterio de elección de la planta madre: \_\_\_\_\_

Forma de despulpar la semilla: Manual ( ) Despulpadora ( )

Tiempo de fermentación: \_\_\_\_\_

Forma de secado: \_\_\_\_\_ Selecciona las semillas: Si ( ) No ( )

**Germinación**

Sustrato del semillero: \_\_\_\_\_ Forma de siembra: \_\_\_\_\_ Riego: \_\_\_\_\_

Tiempo de germinación: \_\_\_\_\_ Trasplante al vivero: Fosforito ( ) Mariposa ( ) Chapola ( )

**Vivero**

Bolsa ( ) Suelo ( ) Tamaño de bolsa: \_\_\_\_\_ Sustrato: \_\_\_\_\_

Posición y altura de la enramada: \_\_\_\_\_

Aplican fertilización o Pesticidas: \_\_\_\_\_

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## ANEXO 2.

**Figura 8.** Canasto de bejuco.



**Figura 9.** Sacos de polipropileno.



**Figura 10.** Despulpadora de cilindro.



**Figura 11.** Abertura de la pared del tanque para su modificación



**Figura 12.** Estructura del secador solar



**Figura 13.** Zarandas



**Figura 14.** Depósito de café cereza.



**Figura 15.** Alimentación de la despulpadora con café cereza.



**Figura 16.** Expulsión de la pulpa.



**Figura 17.** Expulsión de grano despulpado hacia el tanque de fermentación.



**Figura 18.** Secador solar tipo invernadero.



**Figuras 19 y 20.** Zarandas con café pergamino secándose

