

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS FERTILIZACIONES QUIMICAS (GRANULADA Y DISUELTA) Y ORGANICA, DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CAFÉ”.**

**Guatemala, noviembre de 2009**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS



TESIS  
**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA  
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR  
Manuel Alberto Bacaro Pedroza

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS FERTILIZACIONES QUIMICAS  
(GRANULADA Y DISUELTA) Y ORGANICA, DURANTE EL  
ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CAFÉ”.**

TESIS DE GRADUACIÓN

***PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA***

***POR***

MANUEL ALBERTO BACARO PEDROZA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Estuardo Gálvez

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.MSc FRANCISCO JAVIER VASQUEZ VASQUEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. WALTER ARNOLDO REYES SANABRIA
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. DANILO ERNESTO DARDÓN ÁVILA
VOCAL CUARTO	Br. AXEL ESAU CUMA
VOCAL QUINTO	Br. CARLOS ALBERTO MONTERROSO GONZALES
SECRETARIO	Ing. Agr. M.Sc. EDWIN ENRIQUE CANO MORALES

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO**

DECANO:	Ing. Agr. EDGAR LEONEL IBARRA
EXAMINADOR:	Ing. Agr. ANIBAL PALENCIA
EXAMINADOR:	Ing. Agr. ROBERTO MARTINEZ GUTIERREZ
EXAMINADOR:	Ing. Agr. MARIO VELA
SECRETARIO:	Ing. Agr. OSWALDO PORRAS

Guatemala, noviembre de 2009

Guatemala, noviembre de 2009

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis de grado, titulado:

**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS FERTILIZACIONES QUIMICAS (GRANULADA Y DISUELTA) Y ORGANICA, DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CAFÉ”.**

**Como requisito previo a optar el titulo de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.**

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, agradezco la atención prestada a la presente.

Atentamente,



MANUEL ALBERTO BACARO PEDROZA  
Carné 14672

Guatemala, noviembre de 2009

Ing. Agr. FRANCISCO JAVIER VASQUEZ VASQUEZ  
Decano Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante MANUEL ALBERTO BACARO PEDROZA, titulada "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS FERTILIZACIONES QUIMICAS (GRANULADA Y DISUELTA) Y ORGANICA, DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CAFÉ".

Considerando que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. M. Sc. Manuel de Jesús Martínez Ovalle

Colegiado No. 324

Guatemala, noviembre de 2009

Ing. Agr. FRANCISCO JAVIER VASQUEZ VASQUEZ  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Decano:

Me dirijo a usted para manifestarle que atendiendo a mi responsabilidad como Asesor, he procedido a asesorar y revisar la tesis de grado del estudiante MANUEL ALBERTO BACARO PEDROZA, titulada "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS FERTILIZACIONES QUIMICAS (GRANULADA Y DISUELTA) Y ORGANICA, DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CAFÉ".

Considerando que dicho trabajo CUMPLE con los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía; por lo cual me permito comunicárselo para los efectos consiguientes.

Sin otro particular, me suscribo de usted respetuosamente,

Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

Colegiado No. 2469

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

- DIOS** POR SU INFINITA MISERICORDIA CONVIRTIENDOME EN FACTOR DE ESPERANZA.
- MIS PADRES** CARLOS ALFONSO BACARO IZQUIERDO ( Q.E.P.D) QUE DIOS LO PREMIE EN SU GLORIA POR TU TESONERO EJEMPLO .DE AMOR Y TRABAJO.
- LESBIA HORTENCIA PEDROZA DE BACARO POR TU EJEMPLO DE INTELLECTUALIDAD, SABIDURÍA Y ALIENTO EN LA BUSQUEDA DE LA VERDAD.
- MI ESPOSA** MIRNA RENEE DIAZ DE BACARO POR SU ENTREGA Y SU AMOR INCONDICIONALES.
- MIS HIJOS** LUIS FERNANDO; MANUEL ALBERTO; CARLOS MANUEL; MARIA ALENADRA, JOSE RODRIGO Y MARÍA RENEE.  
BENDICIONES Y AGRADECIMIENTO POR SU RESPUESTA A MIS ILUSIONES.
- MI FAMILIA EN GENERAL** ESPECIAL CARÍÑO Y RESPETO



## **Tesis que dedico**

**A:**

**DIOS**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**MI PATRIA GUATEMALA**

**TODOS LO CAFICULTORES DE GUATEMALA MOTORES DE NUESTRA ECONOMÍA.**

**MIS ASESORES**

**ING. AGR. MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE.  
ING. AGR. JUAN ALBERTO HERRERA ARDON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN 67-72 POR SUS ESPECIALES MUESTRAS DE COMPAÑERISMO**

**MIS CATEDRÁTICOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

**DIOS POR LA VIDA Y OPORTUNIDADES**

**MIS PADRES POR SU EJEMPLO**

**MIS ASESORES POR SU APOYO Y ORIENTACIÓN PROFESIONAL**

# Índice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>iii</b>
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II. Definición del Problema .....</b>	<b>2</b>
<b>III. Marco Teórico .....</b>	<b>3</b>
<i>3.1 Marco conceptual .....</i>	<i>3</i>
3.1.1 Caracteres botánicos .....	3
3.1.2 Determinación de la calidad del café .....	3
3.1.2.1 Características físicas .....	4
A. Forma .....	4
3.1.3 Características del tueste .....	5
3.1.4 Características organolépticas.....	6
3.1.4.1 Aroma.....	6
3.1.4.2 Acidez.....	6
3.1.4.3 Sabor.....	7
3.1.5 Clasificación de los cafés de Guatemala .....	7
3.1.6 Producción mundial.....	9
3.1.6.1 Productores (miles de sacos de 60 kg).....	10
3.1.7 Clima y suelos requeridos por especie .....	11
3.1.7.1 C. arabica.....	11
3.1.7.2 C. canephora.....	13
3.1.8 Cultivo.....	14
3.1.8.1 Propagación.....	14
3.1.8.2 Sombra .....	16
3.1.9 Manejo del suelo.....	18
3.1.10 Fertilización .....	18
3.1.10.1 El humus .....	20
3.1.10.2 Compost.....	20
3.1.10.3 Biofertilizantes.....	21
3.1.10.4 Nutrición foliar.....	21
3.1.11 La poda .....	23
3.1.12 Cosecha .....	24
3.1.13 Beneficiado.....	25
3.1.14 Café soluble.....	28
3.1.15 Plagas y enfermedades .....	28
A. Plagas.....	29
3.1.16 Factores que influyen en la calidad del café.....	30
3.1.16.1 La variedad.....	30
3.1.16.2 La altitud .....	31
<i>3.2 Marco referencial.....</i>	<i>31</i>
3.2.1 Aspectos geográficos.....	31
3.2.1.1 Localización .....	31
3.2.1.3 Altura.....	32
3.2.1.4 Orografía .....	32
3.2.2 Recursos naturales.....	34
3.2.2.1 Hidrografía .....	34
3.2.2.2 Suelos.....	34
3.2.2.3 Bosques .....	35
3.2.2.4 El Clima.....	36

3.2.2.5 Zonas Cafetalera .....	36
<b>IV. Objetivos .....</b>	<b>38</b>
4.1 <i>Objetivo general</i> .....	38
4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	38
<b>V. Metodología. ....</b>	<b>39</b>
<b>VI. Resultados.....</b>	<b>42</b>
<b>VII. Conclusiones.....</b>	<b>45</b>
<b>VIII. Recomendaciones.....</b>	<b>46</b>
<b>IX. Bibliografía .....</b>	<b>47</b>

### Índice de Cuadros

Cuadro 1. Tipos de café producidos en Guatemala.....	7
Cuadro 2. Contenido de nutrientes en fertilizante orgánico gallinaza. ....	20
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos.....	39
Cuadro 4. Contenido de nutrientes, según fuente utilizada .....	40
Cuadro 5. Programa de fertilización .....	40
Cuadro 6. pH del suelo, contenido nutricional y materia orgánica.....	41
Cuadro 7. Textura del suelo.....	41
Cuadro 8. Textura del suelo.....	42
Cuadro 9. Rendimiento expresado en kg. de café cereza/ planta promedio de dos cosechas. ....	43
Cuadro 10. Análisis de varianza.....	44

### Índice de Figuras

Figura 1. Municipio de Génova – Quetzaltenango.....	33
Figura 2. Zona cafetalera .....	37

# **"ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS FERTILIZACIONES QUIMICAS (GRANULADA Y DISUELTA) Y ORGANICA, DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE CAFÉ".**

## **"COMPARATIVE STUDY BETWEEN CHEMICAL (GRANULATE AND LIQUID) AND ORGANIC FERTILIZATIONS, DURING THE ESTABLISHMENT OF COFFEE PLANTATIONS"**

### **RESUMEN**

Con el objetivo principal de comparar el efecto sobre el rendimiento al utilizar fertilizante químico en su estado físico granulado y en solución (disuelto en agua), con el fertilizante orgánico, en la fertilización en el campo definitivo del cultivo de café, variedad Caturra (*Coffea arabica* L.), injertada sobre Robusta (*Coffea canephora* L.) de una postura, se condujo en la finca San Antonio Morazán, Génova, Quetzaltenango, un ensayo donde las condiciones de temperatura fueron de 24°C como promedio mensual, con una precipitación pluvial anual de 3,000 mm promedio y una altitud de 762 m. s. n. m.; planteándose como hipótesis para ser evaluadas a nivel de campo que todos los tratamientos evaluados tendrán un efecto estadístico igual sobre el rendimiento del cultivo. Este ensayo formo parte de la experiencia laboral y para dejar sistematizada la información se elaboró el presente documento.

Para el efecto se instalo el cultivo en un suelo franco - arenoso con distanciamiento de siembra de 2x1 metros. Como fuente de fertilizante químico se utilizó la formula 18-9-18 (nitrógeno, fósforo y potasio), como fuente orgánica gallinaza deshidratada comercial de grado 2 % Nitrógeno (N); 2 % Fósforo (P); 2 % Potasio (K); 5 % Calcio (Ca); 4 % de Magnesio (Mg); 1 % de sulfatos (S); 1 % de Hierro (Fe); 173 ppm de cobre (Cu); 300-ppm de manganeso (Mn) y 83% de Materia Orgánica (MO).

Cada unidad experimental constó de 24 plantas, constituyendo la parcela neta las ocho plantas centrales. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con 11 tratamientos y cinco repeticiones. Del análisis de varianza se pudo concluir que no se presentaron diferencias significativas al 95 % de confiabilidad entre tratamientos. El tratamiento que consistió en la aplicación de fertilizante granulado a razón de 45 gr. por planta en el mes de mayo y 45 gr. por planta en el mes de septiembre presento un rendimiento levemente superior, por lo que se considera el mejore en rendimiento y costo, además de ser el mas practico. La fertilización del suelo con gallinaza dio como resultado un incremento de Materia orgánica, por lo que se pueden mejorar las propiedades físicas del suelo con la aplicación de este tratamiento.

## I. Introducción

El vocablo café se deriva del árabe "quahwah" (cauá), llegando a nosotros a través del vocablo turco "kahweh" (cavé), con distintas conceptos, según los idiomas, pero conserva su raíz. Se trata de un arbusto siempre verde originario de Etiopía. Es sin duda hoy uno de los vegetales más conocidos en el mundo entero. Una versión dice que el cafeto o café fue descubierto casualmente por un pastor al ver que sus cabras, que habían comido el fruto de esta planta, se ponían nerviosas e intranquilas. El caso es que se conocen unas 30 especies de café, la familiar bebida que se hace hirviendo los granos tostados y molidos de *Coffea arabica* L. y otras especies de *Coffea*, ha sido por mucho tiempo una de las bebidas más importantes en el mundo, siendo rivalizado sólo por el té, la cocoa y el mate. Durante el siglo XVII, el café se producía en áreas localizadas en Arabia y los países vecinos. Para el consumo en toda la región musulmana. En el uso y manejo de nutrientes de fácil utilización y de costo bajo respecto a la técnica tradicional; se recomienda la "técnica ANACAFE" para fertilización de almácigos de café, que consiste en la utilización del fertilizante granulado disuelto en agua, para luego aplicar dosis de volumen y concentración determinada, al suelo de los almácigos previamente humedecido a capacidad de campo. Esta técnica ha demostrado una superioridad contra la Fertilización granular (técnica tradicional). Se pretende mediante la fertilización encontrar una alternativa viable para obtener almácigos precoces, con buen rendimiento vegetativo (diámetro del tallo, altura de la planta, área foliar y radical). Al igual que los almácigos, la fertilización inicial de la planta, al momento de sembrarse en el campo requiere de una formula como 20 – 20 -0. Otras formulas como la 18 -46 – 0 pueden dar mejores o iguales resultados. En suelos muy bajos en potasio y cuando el material que usa para llenar los hoyos es igualmente bajo en este elemento, preferible usar la formula como la 12 – 24 – 12, ó 15 – 30 – 15. El método se recomienda para esta fertilización inicial consiste en utilizar de 1 a onzas de 20 – 20 - 0 por planta de la siguiente manera, cuando se ha enterrado el pilón hasta la mitad, se aplica alrededor de éste, la mitad del fertilizante que va a usarse y cuando falta solo unos 10 centímetros para finalizar se aplica la otra mitad de fertilizante. No se encontraron diferencias estadísticas para la variable rendimiento en el primer año de campo definitivo. En conclusión la fertilización disuelta a concentraciones de 10, 20 y 30% equivalentes a 5, 10 y 15 gramos por planta cada mes respectivamente y la granulada (28 gramos mensual por planta), son estadísticamente iguales, para las variables diámetro de tallo y altura de la planta en el primer año de campo definitivo.

## **II. Definición del Problema**

En Guatemala el café se ubica dentro de los cultivo de mayor importancia en la actividad de la agro exportación, por tal motivo se requiere de un manejo adecuado y a tiempo de los programas para lograr aumentar la productividad, y los ingresos de divisas al país.

En el cultivo del café el manejo de las fertilizaciones es importante, debido a los nutrientes requeridos por la planta, representando esta actividad un 20% de los costos que genera el cultivo. El uso de fertilizantes químicos dificulta la adaptación y evaluación de otras alternativas; y el no aprovechamiento de otros recursos y materiales propios del lugar de producción, recurriendo muchas veces a gastos innecesarios, por lo que es necesario la implementación de programas de evaluación para la fertilización de almácigos de café.

Por lo anterior se propone el estudio compare las fertilizaciones químicas (granulada y disuelta) y orgánica, durante el establecimiento de plantaciones de café.

## III. Marco Teórico

### 3.1 Marco conceptual

#### 3.1.1 Caracteres botánicos

Nombre común o vulgar: Cafeto, Cafetos, Cafetero, Planta del café

Nombre científico o latino: *Coffea arabica* L.

Familia: Rubiaceae.

Origen: Etiopía, regiones tropicales y subtropicales de África.

Etimología: café procede de la palabra árabe quahwah. *Coffea arabica* L. se utiliza frecuentemente como monocultivo en Centro y Suramérica (Brasil, Colombia, Costa Rica, México y Jamaica), Kenia e India (Mysora) (3).

Arbusto de 3-7 m de altura, aunque alcanza los 10 metros en estado silvestre, generalmente se desmocha para dejarlo entre 2 y 3 m, lo que favorece la ramificación y facilita la recogida de granos. Follaje persistente, coriáceo, verde oscuro y brillante, no florece hasta el tercero ó cuarto año y cada flor apenas dura unas horas. Cada individuo se autofertiliza. Puede utilizarse como planta ornamental de interior. El café sólo desprende su aroma después de haber retirado la envoltura carnosa por secado o dejando fermentar las drupas antes del secado.

El género *Coffea*, consta de 25 a 40 especies en Asia y África tropicales; pertenece a la tribu *Coffeoideae* de la familia *Rubiaceae*. Géneros relacionados con ella y de valor económico u ornamental incluyen la *Quina*, *Ixora*, *Pavetta* y *Gardenia*, siendo la primera la fuente para la obtención de quinina (9).

#### 3.1.2 Determinación de la calidad del café

Las descripciones de calidad de café son una expresión de variabilidad, tanto genética como ambiental, ya que no ha sido posible todavía estimar independientemente el papel de estos



factores. En calidad de fase, los orígenes genéticos y geográficos otorgan específicos caracteres físicos, químicos y organolépticos. Los cuidados prestados para prepararlo y fabricarlo desempeñan un papel determinante en la expresión de estas características. Las cualidades que se evalúan y que determinan la calidad del producto, pueden agruparse por un lado, en las que dependen del aspecto físico del grano tanto en verde como tostado, y por otro, en aquellas que se refieren específicamente a la bebida (15).

### **3.1.2.1 Características físicas**

En la práctica comercial se toman en cuenta las siguientes características.

#### **A. Forma**

Según ANACAFE, el mercado tiene como base la forma de grano plano convexa o chata, la cual se considera como la forma normal. Entre los granos de forma normal pueden distinguirse, granos cortos y largos, los primeros tienen una relación largo/ancho, menor y en los segundos dicha relación es mayor (2).

#### **B. El Tamaño**

El tamaño del grano de café se mide por medio de zarandas con medidas dadas en sesentaicuatrosavos de pulgada, con perforaciones redondas o bien alargadas, en el primer caso, es el ancho del grano el que determina su paso por la perforación y en el segundo es el espesor el que lo determina. Para las zarandas con perforaciones redondas el grano es retenido sobre los números que van del 18 al 20 pueden considerarse como grande, del 15 al 17 mediano y del 12 al 14 pequeño (2).

## **C. El Color**

El color del grano crudo, está estrictamente correlacionado con sus características en licor, los colores encontrados en los granos normales son azules, verdes, amarillos y pardos. Estos colores se presentan en escala descendente de calidad, lo que indica que los granos de mejor calidad son predominantemente azules, mientras que los colores amarillo y pardo son indicativos de granos de calidad pobre (2).

## **D. La Uniformidad**

Para esta característica se hace notar los granos dañados por el pulpero, los granos manchados o dañados por hongos o insectos (2).

### **3.1.3 Características del tueste**

En el momento que se introduce la muestra al tostador a temperatura adecuada, se pueden reconfirmar características ya observadas en el análisis de la muestra en verde/crudo, y en este sentido se puede verificar la calidad/tipo, respecto al origen/altitud de la materia prima. El comportamiento del grano durante el proceso de tostado, el cambio gradual de su color e intensidad al finalizar el tueste, el aspecto físico de su superficie, la abertura de la hendidura, el color de la película en la hendidura y otros aspectos, nos dan una señal de la procedencia del grano y de la calidad del proceso de beneficiado y esto se conoce como "Carácter". Cafés inferiores o de zonas bajas tuestan más rápido, revientan más, su hendidura abre más y hasta el color del tueste es más claro y sin brillo con una superficie más lisa que los cafés finos o de altura (2).

### **3.1.4 Características organolépticas**

Las cualidades de la bebida que evalúa el catador al sorber y oler la infusión, básicamente son las siguientes:

#### **3.1.4.1 Aroma**

Esta es la primera cualidad que el catador percibe e investiga en la taza. El aroma en los cafés lavados de Guatemala va del suave y apagado pero limpio del café llamado Bueno Lavado, hasta el fragante y penetrante del Estrictamente Duro y los aromas más finos y delicados de otros tipos especiales, el cuerpo es una prueba en la taza de café, que indica su textura fuerte, regularmente deseable y que se encuentra por lo general en cafés cultivados en lugares altos. Esta cualidad está íntimamente relacionada con la naturaleza de los sólidos solubles de la infusión. El catador lo estima en el paladar como una mayor o menor concentración y por esta razón se habla de Flojo o bien completo y lleno. Esta cualidad llega a su máximo en los granos de tipo Duro y se muestra apagada en los tipos bajos Bueno Lavado y Extra Bueno Lavado. En general, pueden encontrarse muestras con cuerpo completo y muy pronunciado, cuerpo mediano, cuerpo ligero o delgado y cuerpo escaso (2).

#### **3.1.4.2 Acidez**

Esta cualidad se incrementa con la altitud del área o lote de café; resulta modificada también por el grado de madurez del fruto, por el tiempo transcurrido entre la cosecha y el despulpado y por ciertos factores climáticos. En los cafés Guatemaltecos conforme aumenta la altitud la acidez se hace más persistente en el paladar del catador. El mayor grado de acidez, puede calificarse como aguda y penetrante, mediana, ligera, escasa y falta absoluta de acidez (2).

### 3.1.4.3 Sabor

Las características organolépticas del café se integran y dan para cada taza un sabor que corresponde a determinado tipo. Este sabor puede ser alterado por la presencia de granos verdes o por el contrario de frutos sobre maduros. Además, un proceso de beneficiado mal llevado producirá sabores y olores anormales. Entre los sabores objetables más comunes están: el mohoso, terroso, el sobre fermentado, etc. Además existen gustos y sabores como el áspero, amargo, sucio que estando en diferentes intensidades pueden o no constituir defectos completamente objetables. La calificación final puede ser: Excelente, bueno, regular o malo (2).

### 3.1.5 Clasificación de los cafés de Guatemala

Dependiendo de las características antes mencionadas así será su clasificación. Esta clasificación se realiza debido a que la altura acentúa la acidez, el cuerpo, el aroma, el carácter, la fineza y otros. El cuadro 1 muestra los tipos en que se clasifica el café de Guatemala (2).

Cuadro 1. Tipos de café producidos en Guatemala.

<b>Bueno lavado (good washed):</b>	El grano es poco definido en su forma; pequeño, poco peso, con la ranura bastante abierta y recta, color verde pálido. Su tostado es sin carácter y superficie lisa, mientras que su bebida presenta un aroma suave o tenue, sin cuerpo ni acidez, o muy leves.
<b>Extra bueno lavado (extra good washed):</b>	Es de mejor presentación que el anterior, con una taza más limpia, con mejor sabor y características. Por los precios tan bajos en estos momentos están tendiendo a desaparecer.
<b>Prima lavado (prime washed):</b>	Producido de 2500 a 3000 pies sobre el nivel del mar, grano pequeño, forma normal, liso en grano verde y tostado, con la ranura abierta y recta, color verde aceituna. Su tueste es "flojo", color claro, sin carácter. Su aroma es suave y su sabor sin cuerpo ni acidez.
<b>Extra prima lavado (extra prime washed):</b>	Producido de 3000 a 3500 pies sobre el nivel del mar, grano mediano, la tonalidad del verde es mar oscura que el prima lavado, con la hendidura poco torcida y semi abierta. Este desarrolla en el tueste un poco más de carácter que el anterior, así también de cuerpo y acidez en la bebida.
<b>Semiduro (semi hard beank):</b>	Producido de 3500 a 4000 pies sobre el nivel del mar, grano grande, de color verde jade, poco corrugado y su ranura poco torcida. Su tueste es oscuro, con manchitas claras sobre la superficie; presenta bastante aroma, con acidez y cuerpo balanceados.
<b>DURO (hard bean):</b>	Producido de los 4000 a 4500 pies sobre el nivel del mar, se caracteriza por su grano grande, compacto y corrugado, ranura cerrada y torcida o en zigzag. Su tueste presenta buen carácter, su aroma es muy pronunciado, dulce y agradable con mejor cuerpo y acidez que el semiduro y bien balanceados.
<b>Estrictamente duros (strictly hard bean):</b>	Producidos arriba de los 4500 pies sobre el nivel del mar, se caracteriza por ser un grano bastante compacto y corrugado, con la hendidura bastante cerrada o en zigzag; es de color verde azulado. Regularmente presenta cierta cantidad de película plateada adherida. Su tueste es bastante oscuro y corrugado. Su bebida presenta excelente aroma, buen cuerpo, acidez bastante pronunciada y, en muchos casos, lo distingue la fineza.

### **3.1.5.1 Clasificación internacional del café de Guatemala: tipos y denominaciones de origen**

#### **A. Clasificación internacional**

De acuerdo a las calidades de café que se producen internacionalmente, se han establecido 4 grupos: i) Suaves; ii) Otros Suaves (Centroamericanos); iii) Arábigos no lavados (Brasil); iv) Robustas (Africanos) Dentro del grupo de "Otros Suaves", Guatemala está entre los principales 6 productores, como lo son: El Salvador, México, Guatemala, Costa Rica, Ecuador, Perú (14).

#### **B. Características generales del café de Guatemala**

**Tipos de café:** casi todo el café de Guatemala es lavado. La producción del país incluye 67 por ciento de cafés finos, de extra prima a estrictamente duro. Los cafés finos "de altura" y algunas marcas especiales de Guatemala, están considerados dentro de los mejores cafés del mundo por los expertos. La calidad de los cafés de Guatemala, es el resultado de una combinación de clima templado subtropical; abono de desechos volcánicos; altura y calidad de las plantaciones y un esmerado proceso de beneficiado húmedo (lavado), lo distinguen por su limpio y penetrante aroma, marcada acidez, cuerpo pesado y un distinto carácter que los convierten en los preferidos para los conocedores que buscan la excelencia en la taza. Como indicamos con anterioridad, los cafés de Guatemala están comprendidos dentro de los cafés suaves de Centroamérica, e incluida en esta clasificación general, se encuentra otra más específica, derivada directamente de las distintas altura de las plantaciones. La complejidad y variedad de las condiciones agro ecológicas determina que en Guatemala se produzcan distintas calidades de café, aún en zonas geográficamente contiguas. La gran variedad de zonas ecológicas en el país, la influencia diferencial en ellas de los climas de la vertiente Caribe y

pacífica y las distintas altitudes en las que se cultiva café en el país, determinan que los ciclos de cosecha se extiendan durante todos los meses del año, definiendo una dinámica económica en el campo en la que los ciclos cafetaleros siempre están presentes: i) los cafetales de la vertiente pacífica reciben más lluvia, presentan una cosecha más tempranera en razón de subidas de aire caliente; ii) en algunas calderas, encerradas entre varios volcanes, existe una estación seca muy marcada pero con un nivel freático accesible a las raíces de los cafetos (Antigua); iii) el altiplano presenta un clima más húmedo (Cobán). A lo que parece, los cafetales situados en alturas similares producen cafés de calidades bastante diferentes según su situación en la vertiente pacífica o en el altiplano. La latitud bastante alta del país debe contribuir en acentuar más estas diferencias ecológicas que en Costa Rica o Colombia, por ejemplo, países más cerca del ecuador. Además existe una gran variabilidad en la calidad de los suelos, generalmente con una capa de cenizas volcánicas de profundidad, composición química y evolución distintas entre las diferentes zonas de producción (14).

### **3.1.6 Producción mundial**

La especie económicamente más importante de café es *Coffea arabica* la cual produce aproximadamente el 80-90% de la producción mundial, *C. canephora* cerca del 20% y *C. liberica* sobre un 1%. Las semillas de algunas especies salvajes se usan localmente, siendo algunas de estas especies las siguientes:

*C. bengalensis* Heyne ex Willd: crece en Bengala, Burma y Sumatra, es ocasionalmente cultivada en la India. *C. congensis* Froehn: nativa del Congo, posiblemente una forma de *C. canephora*, *C. eugenioides* S.Moore: nativa del lago Kivu, en la frontera entre Zaire y el oeste de Uganda y Tanzania. Recuerda una forma de *C. arabica*, las semillas tienen un bajo contenido en cafeína. *C. excelsa* A. Chev. (Sinónimo *C. dewevrei* De Wild & Th. Dur. Var. *excelsa* A. Chev):

nativa del oeste de África, crece como un gran árbol, hojas largas, frutos y semillas pequeñas. Crece en el oeste de África, las Filipinas y Java. Algunas veces es incluida dentro de *C. liberica* pero las semillas y frutos son mucho más pequeñas que esta última (14).

*C. acemosa* Lour: nativa de Mozambique, donde es usada localmente. *C. stenophylla* G. Don: nativa de Sierra Leona, ocasionalmente cultivada en el oeste de África. Las semillas son más pequeñas que en *C. arabica*, y de menor aroma. *C. zanguebariae* Lour: nativa de Tanzania, donde es ocasionalmente cultivada y usada, los frutos y semillas son semejantes a *C. arabica* (14).

### **3.1.6.1 Productores (miles de sacos de 60 kg).**

**Brasil;** Variedad duro. Arábica. Fuerte, cuerpo denso, carece completamente de acidez.

**Camerún;** Robusta. No lavado, con mucha cafeína, fuerte, amargo, denso. Sin aroma.

**Colombia;** natural. Arábica. Suave, ácido y muy aromático.

**Costa Rica;** Tarrazu. Arábica Sabor gustoso entre Nicaragua y Brasil, neutro de acidez.

**Cuba;** Arábica. Muy suave, sin acidez, cuerpo muy ligero.

**Guatemala,** Maragogipe. Arábica. Sabor dulzón, más aromático que la clase antigua.

**Guatemala;** Variedad antigua. Arábica. Café muy suave, sin acidez, muy neutro.

**Guatemala;** Volcán de oro. Arábica. Es la clase más gourmet de los Guatemala. Sabor más intenso y con más cuerpo.

**Hawai;** Kona. Arábica. Muy afrutado, fina acidez, aroma intenso, cuerpo ligero.

**India;** Mysore. Arábica. Sabor seco y fuerte, cuerpo denso y ligero aroma, neutro.

**Jamaica;** Blue Mountain. Arábica. El café mas apreciado del mundo, de producción escasa. Muy suave, carece de acidez, cuerpo ligero y escaso contenido en cafeína.

**Kenia Doble;**Arábica. Afrutado y sabor intermedio.

**México;** La variedad que produce es la "arábica", y dentro de ésta, se clasifica en el grupo de "otros suaves".

**Nicaragua;** Caracolillo. Arábica. Es una mutación de la clase anterior que solo da un grano por cereza en vez de dos. Mucho más sabor, más intenso.

**Nicaragua;** SHG. Arábica. Recolección selectiva, a mano, sabor intermedio, poco ácido, cuerpo medio.

**Nueva Guinea;** Papua. Arábica. Fuerte, sabor exótico y gran cuerpo.

**Puerto Rico;** Yauco. Arábica. Intenso sabor, cuerpo denso, achocolatado.

**Tanzania;** Arábica. Muy suave. Sabor dulzón y afrutado. Gran aroma.

**Uganda;** Robusta. Café lavado y secado al sol, sabor fuerte con alto grado de cafeína y sin aroma (14).

### **3.1.7 Clima y suelos requeridos por especie**

#### **3.1.7.1 C. arabica**

Es una especie de las tierras altas con un período de floración que es marcadamente susceptible al exceso de tiempo lluvioso. Las plantas continúan su desarrollo vegetativo durante la temporada seca, pero entran en plena floración dentro de unos cuantos días o semanas después de que se ha iniciado la temporada de lluvias. Se trata de un arbusto o árbol pequeño liso, de hojas lustrosas. Las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, promediando de 12-15 cm de largo y más o menos 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, cortas, agudas en la base, algunas veces un tanto onduladas, siempre vivas. Flores fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o muy cortamente pediceladas, varias en cada axila de las hojas, de 2-9 o más juntas en racimos axilares muy cortos o laterales bracteolados;



las bractéolas son ovadas, los más internos connatos en la base de los pedicelos, cayéndose pronto del cáliz-limbo poco profundo, subtruncado u obtusamente 5-denticulado; la corola es de cinco lóbulos, éstos son ovales, obtusos o puntiagudos, igualando o excediendo el tubo, extendiéndose; las anteras más cortas que los lóbulos-corola, completamente salientes, fijos un poco abajo de la mitad de los filamentos los que son más o menos de la mitad de su largo. El disco liso. El estilo más o menos igualando a la flor extendida, bífido, lóbulos lineales, más angostos hacia la punta. La baya oblonga - elíptica, más o menos de 1,5 cm de largo, al principio de color verde, después de color rojo y con el tiempo de color azul - negro. Las semillas varían en tamaño de 8,5 a 12,7 mm de largo. Más o menos el 60% del gasto requerido en la producción de café, lo constituye el costo de la recolección de las cerezas; consecuentemente, una sola cosecha anual como la que se podría obtener en las áreas que tienen una temporada húmeda, es menos costosa para el productor, que dos cosechas anuales en aquellas áreas que tienen dos períodos cortos de lluvia. El café se cultiva en lugares con una precipitación que varía desde los 750 mm anuales (7.500 m<sup>3</sup>/ha) hasta 3000 mm (30.000 m<sup>3</sup>/ha), si bien el mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 metros, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm y la temperatura media anual es de 16° a 22°. Pero aún más importante es la distribución de esta precipitación en función del ciclo de la planta. Podemos decir que el cultivo requiere una lluvia (o riego), abundante y uniformemente distribuida desde comienzos de la floración hasta finales del verano (Noviembre – Septiembre) para favorecer el desarrollo del fruto y de la madera. En otoño sin embargo es conveniente un período de sequía que induzca la floración del año siguiente (14).

### **3.1.7.2 C. canephora**

Es nativa de altitudes bastantes bajas y de las regiones más húmedas de la Costa Occidental de África, lo cual debe dar cierta indicación en cuanto a sus exigencia climáticas. El mejor café robusta de Tanzania se produce a una elevación de 1200 m con una lluvia anual distribuida uniformemente y de más o menos 3000 mm, con temperaturas que varían entre un mínimo de 17° C hasta un máximo de 27 °C en el año. Se trata de un arbusto o árbol pequeño liso, de hojas lustrosas. Las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, promediando de 12-15 cm de largo y más o menos 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, cortas, agudas en la base, algunas veces un tanto onduladas, siempre vivas. Flores fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o muy cortamente pediceladas, varias en cada axila de las hojas, de 2-9 o más juntas en racimos axilares muy cortos o laterales bracteolados; las bractéolas son ovadas, los más internos connatos en la base de los pedicelos, cayéndose pronto del cáliz-limbo poco profundo, subtruncado u obtusamente 5-denticulado; la corola es de cinco lóbulos, éstos son ovales, obtusos o puntiagudos, igualando o excediendo el tubo, extendiéndose; las anteras más cortas que los lóbulos-corola, completamente salientes, fijos un poco abajo de la mitad de los filamentos los que son más o menos de la mitad de su largo. El disco liso. El estilo más o menos igualando a la flor extendida, bífido, lóbulos lineales, más angostos hacia la punta. La baya oblonga - elíptica, más o menos de 1,5 cm de largo, al principio de color verde, después de color rojo y con el tiempo de color azul - negro. Las semillas varían en tamaño de 8,5 a 12,7 mm de largo. El café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4,2-5,1 se considera lo mejor para el café arábigo en Brasil y para café robusta en el África Oriental.

Además, la respuesta fotosintética y síntesis bioquímica de la planta se ve muy influida por el período climático del año. Así los diferentes niveles de clorofilas, carotenóides, etc., se ven modificados en función de las temperaturas, de la intensidad luminosa (14).

### **3.1.8 Cultivo**

Aparte de las diferencias en los sistemas de poda que se discutirán más tarde, el cultivo del café *arábiga* y *robusta*, sigue el mismo patrón general en la mayoría de las áreas donde se le cultiva (1).

#### **3.1.8.1 Propagación**

El café se propaga en gran escala por medio de plantas obtenidas de semilla, o vegetativamente, por medio de injertos o estacas. Para el caso de la utilización de semillas existen algunos datos sobre el adecuado almacenamiento de las mismas para impedir su deterioro. Así para *C. arabica* el almacenamiento bajo aire seco de las mismas se hace a unas temperaturas de 10 °C con un contenido de humedad del 10-11%. El sistema actual de propagar el café por medio de plantas obtenidas de semilla en las plantaciones cafetaleras, incluye el sembrar las semillas en almácigos especiales, donde las plantitas serán cuidadas hasta que se les trasplante en el campo. El vivero es una plantación típica; está situado en el mejor terreno disponible. Si es posible se utiliza tierra virgen para minimizar las enfermedades. Cada almácigo se prepara para ser el sostén del vivero limpiándolo de piedras, nivelándolo, etc. Además se sitúa bajo una ligera sombra de hojas de palma o tira de bambú. Dentro del almácigo se disponen hileras espaciadas unos 15 cm, a lo largo de los surcos. El material de siembra se selecciona cuidadosamente en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales lo mismo que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y demás

critérios. Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, o sea aproximadamente de seis a ocho meses después de la siembra, los arbolitos están listos para su trasplante. Cuando la propagación es por estaquillado se pueden utilizar auxinas, IBA y/o NAA para fomentar la aparición de raíces. Las concentraciones recomendadas oscilan entre los 200 ppm de NAA junto con Boron, o la combinación de IBA y NAA a 200 ppm más Boron. Los arbustos de cafeto son intolerantes a la perturbación de sus raíces por lo que se les debe trasplantar con cuidado. Además, estudios recientes sobre la influencia del sustrato utilizado en los viveros, así como el grado de micorrizas asociadas a las plántulas de café, influye notablemente en el éxito del trasplante. Se ha demostrado la importancia de la calidad de la mezcla del suelo, el estado de micorrización por hongos y las condiciones del suelo tras el trasplante. Dichas condiciones pueden acelerar o retrasar el proceso de adaptación al nuevo medio de cultivo de las jóvenes plantas de café. Las plantaciones clonales de café se obtienen ya sea injertando las plantas de semilla por hendidura en los viveros, o sembrando las plantas por semilla en maceta, o por medio de estacas. A las plantas obtenidas de semilla que se han de utilizar como patrones se les permite que crezcan hasta el grosor de un lápiz, antes de que se les corte. Las varetas de yema para injertos siempre se toman de las ramas erectas. Cuando las yemas han crecido hasta 15 a 20 cm, 12 a 18 meses después de la siembra, los cafetos se sacan del campo. Las estacas también se pueden enraizar y utilizarse como patrones, pero la práctica general consiste en tomar varetas del clon que se desee en el campo. El porcentaje que vive ha sido satisfactorio, en aquellos lugares en donde se han usado las hormonas inductoras del enraizado, en el material de propagación con madera suave. Los estacados también se pueden enraizar sin gran dificultad, en las camas de propagación bajo rocío. Todos los métodos de propagación vegetativa son mucho más costosos que el uso de semillas, por lo tanto rara vez se les utiliza cuando se deben plantar áreas extensas. Los cafetos jóvenes deben tener sombra continua

desde la época en que se les trasplante, consecuentemente, resulta necesario trasplantar los árboles de sombra con uno o dos años de anticipación. El espaciado que se da a los cafetos se determina principalmente por la altitud de la plantación. La distancia comúnmente usada en la siembra del café arábigo es de 2,0 x 2,5 m, lo cual da mas o menos 2,000 árboles por ha. Otro método de siembra consiste en el doble trasplante al principio. Después los árboles alternos se eliminan cuando empiezan a resultar demasiado aglomerados y los rendimientos empiezan a bajar. La densidad de plantación influye, según estudios recientes, en las propiedades físico – químicas del suelo modificándolas en gran medida. Así al aumentar esta densidad, se incrementa el pH del suelo, el Ca, Mg y K intercambiables, el P y carbón orgánicos disponibles, y se reduce el Al disponible. Incrementando la superficie cubierta por los árboles, decrece la erosión del suelo por las lluvias, disminuye el lixiviado de nutrientes, y en general, el ciclo de nutrientes en el suelo se ve favorecido, afectando todo ello al mejor manejo de la plantación (1).

### **3.1.8.2 Sombra**

Si bien todavía existe alguna discusión entre los expertos sobre la necesidad de la sombra para el cultivo del café, es preciso indicar que la tendencia moderna es hacia la no utilización de plantas de sombra, y la inmensa mayoría de las nuevas plantaciones son efectuadas sin esta. Es un hecho comprobado que el café produce invariablemente mayores rendimientos sin plantas de sombra. Hay que hacer notar, por otra parte, que en el caso particular de utilizar plantas de sombra tendrían que: a) ser productivas, b) poseer similares necesidades de agua y nutrientes ya que de otro modo se originaría un desequilibrio entre el café y estas plantas. En el caso de utilizar sombra, el café necesita menos sombra cuando el suelo es mejor y cuando la humedad del aire es más alta. El efecto de la sombra es indirecto, pero está de acuerdo con el comportamiento ecológico de las plantas de café. Por esta razón es necesario que la poda de

los árboles de sombra, en aquellas regiones en donde las condiciones del tiempo cambian apreciablemente a través del año, se regule de tal manera que haya más sombra durante los meses secos y menos durante aquellos meses más húmedos. Esto generalmente significa que la operación de la poda siempre se debe llevar a cabo varias veces al año. En una buena finca cafetalera la primera poda o sea la poda principal, se puede dar al principio de la temporada húmeda, con ligeras podas posteriores de acuerdo con la intensidad de la lluvia y tomando en consideración los nublados imperantes. Las plantaciones de café arábigo en elevaciones altas invariablemente requieren menos sombra que las que se sitúan más abajo. De hecho, se pueden obtener regularmente buenos rendimientos de café en suelos ricos que se encuentren en altitudes elevadas sin sombra, excepto en los lugares donde existe la posibilidad de las heladas, en cuyo caso resulta necesaria una cubierta protectora relativamente densa. Una revisión del aspecto de la sombra del café revela que no hay base razonable o hecho observado para la creencia de que la sombra es una necesidad general para la planta de café, aun cuando se le cultive en altitudes bajas. Por el contrario, es probable que los efectos benéficos que resultan de la sombra estén aparte de la sombra proyectada sobre el árbol de café mismo, sino que más bien consisten en una protección contra la sequía, la erosión y el viento. La plantación de árboles de sombra en aquellas regiones en que los árboles de café no están sujetos a condiciones climáticas perjudiciales, está justificada por la fertilidad aumentada impartida al suelo por medio de los procesos de fijación del nitrógeno llevados a cabo por los nódulos de las raíces de los árboles leguminosos generalmente plantados. El espaciado y la cantidad de poda dada a los árboles de sombra en las plantaciones de café, depende en particular de la especie y de la localidad consideradas. Generalmente los árboles más grandes se deben espaciar a una distancia de 10 a 12 m, mientras que los más pequeños, como *Leucaena*, se siembran mucho más cerca. Donde se necesita la protección del viento, se pueden plantar setos vivos (1,2).

### **3.1.9 Manejo del suelo**

El problema más difícil en el cultivo del café, especialmente en las regiones tropicales de las tierras altas, es la conservación del suelo. Es esencial al establecer una plantación de café, proteger al suelo de la acción erosiva de las lluvias tropicales, torrenciales, tan pronto como se realice el desmonte. En las áreas montañosas y en las pendientes más inclinadas, se pueden plantar a lo largo de los contornos, setos vivos de *Leucaena*. El deshierbe selectivo, eliminando aquellas plantas que pueden competir con los árboles de café junto con los arbustos leguminosos de crecimiento erecto, y/o las hierbas para enriquecer y proteger al suelo, se pueden utilizar con ventaja en las pendientes más inclinadas. El mantenimiento de las reservas adecuadas de humedad del suelo, es importante para el bien del café. En tanto que es benéfico, desde el punto de vista de la floración y la cosecha, que las capas superficiales del suelo se sequen hasta cierto grado antes de la presencia de la temporada lluviosa, al mismo tiempo las raíces más profundas, buscadoras de humedad, que algunas veces penetran a profundidades de 4 a 5 cm, deben abastecerse con una cantidad de agua (7,8).

### **3.1.10 Fertilización**

Está demostrado que los fertilizantes son absolutamente necesarios en los cultivos de cafetos al sol en los suelos de todo el mundo pero especialmente en aquellos de fertilidad media – baja. En los últimos años han aparecido en el comercio fertilizantes líquidos o fertilizantes foliares que, aplicados por aspersion a las hojas de las plantas, le suministran los nutrientes complementarios, igual como lo hacen los fertilizantes sólidos aplicados al suelo. La fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%. Por el contrario los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en

un 50% o más, por diferentes motivos. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar fungicidas en la misma solución. Al mismo tiempo que se nutre se controlan enfermedades. Así por ejemplo, aplicaciones de uno por ciento de urea y de medio por ciento de Manzate, u otro fungicida similar, en aspersiones quincenales en almácigos o siembras recientes en el campo, para la fertilización nitrogenada y al mismo tiempo el control de la mancha de hierro, enfermedad fungosa de gran difusión en las plantaciones de cafetos al sol. Otra ventaja de la fertilización foliar es la aplicación por este medio, de micronutrientes o elementos menores cuando se comprueba que hay deficiencia de ellos. Así se recomiendan dos aspersiones de bórax al 1 por ciento, al año, cuando se presentan deficiencias de boro, o aplicación de 20 gramos de bórax al suelo, por cafeto. Como desventajas de la fertilización foliar se apuntan un mayor número de tratamientos o fertilizaciones para asegurar un suministro suficiente de nutrientes a la planta. Finalmente, según en base a estudios de costos y a pesar de las ventajas antes citadas, parece que el empleo de fertilización foliar en cafetales en producción no es recomendable pues comparando la efectividad entre la aplicación al suelo y la aspersión foliar, con el alto costo de los fertilizantes foliares, ésta es una práctica totalmente antieconómica en aquellos lugares donde los precios de dichos productos sean elevados. Ocasionalmente se pueden presentar deficiencias en boro, calcio, magnesio, nitrógeno, fósforo, potasio y cinc. Sirva como ejemplo el caso del calcio cuya deficiencia tiene una gran importancia sobre la eficiencia fotoquímica, teniendo una gran importancia en la estabilización de la clorofila. Además se ha demostrado que existe una relación muy estrecha entre la capacidad de adaptación de los cafetos a producir con menos sombra si los cultivos disponen de niveles adecuados de nitrógeno. La facilidad con la que se produce la transición de plantación con sombra a sin árboles de sombreo dependerá de la calidad de la fertilización nitrogenada. Otros ensayos sobre el efecto de la radiación directa sobre cultivos de café



muestra que los daños cuando las plantas son sensibles a su cultivo en dichas condiciones, son menores cuando se les aplica una adecuada fertilización nitrogenada (7).

### 3.1.10.1 El humus

Es una materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos. Estos se descomponen lentamente. La composición química del humus varía porque depende de la acción de organismos vivos del suelo, como bacterias, protozoos, hongos, lombrices y ciertos tipos de escarabajos (21, 22).

### 3.1.10.2 Compost

Abono orgánico equilibrado en nutrientes y con buenas propiedades bio-físicoquímicas. Es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos en presencia de aire (fermentación aeróbica respiración oxidativa). El compost es el corazón de la huerta orgánica, si no has hecho compost sería mejor que arranques por ahí, ya que este es un pilar para cerrar el ciclo energético de la huerta y regenerar la fertilidad de la tierra (6).

Cuadro 2. Contenido de nutrientes en fertilizante orgánico gallinaza.

Parámetros	Est. Puro	Est. + cama	Compost
<b>PH</b>	7,9	7,9	6,2
<b>M.O. %</b>	75	75	27,3
<b>C orgánico</b>	41	4	3,3
<b>N total - %</b>	5,09	2,84	1,7
<b>Relación C/N</b>	8	15,5	7,8
<b>P total - %</b>	3,97	1,68	3,7
<b>K total - %</b>	1,67	1,67	0,7
<b>Ca total - %</b>	5,6	2,29	8,8
<b>Mg total - %</b>	0,07	0,64	0,69
<b>Na total - %</b>	0,46	0,36	0,34
<b>Fe total - %</b>	514	834	2272
<b>Mn total - %</b>	166	336	349
<b>Zn total - %</b>	170	142	276
<b>Cu total - %</b>	33	19	24

### **3.1.10.3 Biofertilizantes**

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus determina la fertilidad de nuestro suelo. El desarrollo ideal de los cultivos, depende en gran medida de su contenido en humus. En las zonas de cultivo, el humus se agota por la sucesión de cosechas, y el equilibrio orgánico se restaura añadiendo humus al suelo en forma de compost, estiércol, abonos verdes, restos de cultivos u otras formas de la materia orgánica.

\_ **Nitrógeno.** Es necesario en todos los órganos de la planta, ya que este promueve el crecimiento. Es el principal componente de las proteínas. El Nitrógeno compone los aminoácidos, y unos cuantos aminoácidos ligados forman una proteína. El Nitrógeno presente en exceso, disminuye la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas.

\_ **Fósforo.** El fósforo es un componente esencial de los vegetales, Se encuentra, en parte, en estado mineral, pero principalmente formando complejos orgánicos fosforados. El papel fundamental del fósforo en las transferencias de energía ha sido bien comprobado. Los iones fosfóricos son capaces de recibir energía luminosa captada por la clorofila y transportarla a través de la planta. También tiene una gran importancia en el metabolismo de diversas sustancias bioquímicas.

\_ Algunos micronutrientes son: Boro (B), Molibdeno (Mo), Zinc(Zn), Hierro(Fe), Manganeso(Mn), Cobre(Cu), Cloro(Cl) y Cobalto(Co) (22).

### **3.1.10.4 Nutrición foliar.**

Una técnica muy difundida y que está alcanzando gran auge en muchos países en la nutrición de cultivos es: la fertilización foliar. Se trata de la posibilidad de alimentar a las plantas

regando, mojando o pulverizando las hojas. Generalmente, en las plantas que conocemos, el tallo recibe los nutrientes a partir de la raíz y los productos de la fotosíntesis sintetizados en las hojas son trasladados a todos los órganos, vía tallo. No ocurre lo mismo con las plantas acuáticas que son las más numerosas del Reino Vegetal. Estas crecen inmersas en un medio capaz de proporcionarles todos los factores de crecimiento; agua, nutrientes, CO<sub>2</sub> y luz difusa, y todas las partes del vegetal son capaces de realizar las dos funciones básicas: absorción de nutrientes y fotosíntesis. No es pues de extrañar que las hojas de las plantas terrestres conserven parte de esta capacidad ancestral de toma de elementos. Esto es lo que ocurre naturalmente en montes y selvas. Nieblas, neblinas, rocíos, lluvias trasladan nutrientes entre las hojas altas y las bajas de diferentes árboles y plantas. Con la fertilización foliar<sup>2</sup> se aportan nutrientes a las plantas a través de las hojas, básicamente en diluciones acuosas. Las aplicaciones foliares de soluciones de nutrientes se utilizan especialmente cuando:

a) La planta no puede comer lo que precisa del suelo porque: su disponibilidad en el suelo está afectada por numerosos factores como el pH, contenido total, nivel y calidad de la materia orgánica, actividad de los microorganismos, otros nutrientes presentes, etc.

b) Además, durante ciertas etapas críticas del desarrollo de la planta, puede pasar que no le alcance el alimento de la raíz para desarrollar sus frutos, etc. Esto es muy importante en los cultivos de crecimiento rápido, por ejemplo las hortalizas.

c) Abonar con nutrientes la raíz lleva a movilizar grandes dosis de abonos, de los cuales a veces no se dispone.

La aplicación de fertilizantes foliares ha demostrado ser muy útil para la corrección de deficiencias de micronutrientes, los cuales son requeridos en pequeñas cantidades, resultando efectiva incluso si ésta es la única vía de penetración de estos elementos. Está demostrada la corrección de clorosis (amarillamiento) en muchos cultivos tras la adición foliar de

micronutrientes. Las aplicaciones foliares deberían hacerse de forma periódica (cada dos días por ejemplo) y en bajas diluciones, más que aplicar una vez y mucho. Es peligrosa cuando es utilizada como única opción para nutrir la planta, por inducir a la planta a una producción que difícilmente podrá sustentar. Es una medida óptima de emergencia en caso de deficiencias y manifestaciones de las mismas (22).

### **3.1.11 La poda**

Existen dos aspectos principales que hay que tomar en consideración en cuanto a la poda del café: primero, la formación de los árboles jóvenes para construir una estructura vigorosa y bien balanceada con buenas ramas de fructificación, y segundo, el rejuvenecimiento periódico de las ramas de fructificación, a medida que envejecen y dejan de producir. La formación se empieza poco después de que las plantas obtenidas de semilla o las clonales, se trasplantan en el campo. Con el café arábigo existen dos tipos de formación, como árboles de un solo tallo o como árboles de tallos múltiples. Un sistema mixto permite que crezca un solo tallo principal hasta una altura de 1,35 a 1,50 m, altura a la cual se poda para evitar su posterior extensión hacia arriba. Las ramas secundarias y terciarias que empiezan desde el tallo principal y las ramas principales laterales se podan para proporcionar el espaciado uniforme y para que la luz llegue a toda la superficie productora. El método general más usado para la formación del café en África y en todo el resto del mundo es uno de los sistemas de tallo múltiple. Casi cada país ha desarrollado una o más variantes sobre dos patrones generales. Los árboles se pueden cortar cuando tienen más o menos 30 cm de altura, de nuevo a una altura mayor, de tal manera que haya de 3 a 4 tallos erectos de aproximadamente igual tamaño y fuerza formando la estructura básica del árbol. Los otros dos sistemas generales consisten en doblar la punta del tallo hasta que crezcan ramas erectas y el tallo principal haya crecido lo suficiente para retener su forma

doblada. Se retienen de dos, tres o cuatro de las mejores ramas rectas, y el resto se corta. La punta de la guía principal se puede cortar o se puede dejar crecer. en el invernadero es una práctica común el sembrar las semillas cerca para que las plantas crezcan altas y delgadas. Los mejores árboles se producen si las plantas con más o menos seis pares de hojas se doblan. Tanto con el sistema de formación de un solo tallo o uno múltiple, es necesario el rejuvenecimiento periódico de los árboles, para mantenerlos en condiciones de producción vigorosa. La mejor época del año para podar a los árboles de café es poco después de la cosecha, puesto que la mano de obra es abundante entonces y las plantas así tienen tiempo de recuperarse antes de la siguiente temporada de floración (14).

### **3.1.12 Cosecha**

La temporada en la cual las bayas de café maduran y están listas para la cosecha varía de acuerdo con las condiciones del clima y el suelo, con las prácticas de cultivo y, por supuesto, con la especie. Donde existe un solo período seco más o menos bien definido, el café puede madurar como una sola cosecha; si la temporada de lluvias está bastante bien distribuida, pueden madurar de dos a tres cosechas con intervalos durante el año. La temporada puede extenderse de desde unas cuantas semanas a varios meses, aun dentro de un medio ambiente ideal para el cultivo del café. La calidad comercial de los granos de café resulta profundamente influida por la forma en que se cosechan y benefician los frutos. Mientras más maduros sean los frutos cuando se recolectan, más elevado será el grado del grano. En forma ideal, las bayas de café se deban cosechar cuando están de color rojo oscuro, sin vestigio alguno de restos verdes. Donde hay disponible suficiente mano de obra y se desea café de calidad selecta, los árboles se recolectan varias veces, recogiendo solo las bayas plenamente maduras. Desafortunadamente

el café arábigo y, en cierto grado el robusta, tienen la desventaja de tirar su fruta después de que ha madurado más allá de cierto punto.

Los rendimientos varían según los países, entre los 2400 y los 21500 kg de café de baya por hectárea.

### **3.1.13 Beneficiado**

Las bayas de café maduras poseen una cáscara delgada, carne mucilaginoso, una cubierta y capas de cáscara de plata alrededor de las semillas, todo lo cual se debe eliminar antes de que los granos crudos se envíen al mercado. Existen dos métodos para el procesado: el seco y el húmedo. El primero se utiliza en la mayoría de las regiones productoras de café actualmente en todo el mundo. El sistema de beneficio en seco aún se emplea extensamente en Brasil, pero se está sustituyendo gradualmente en aquellas localidades donde hay disponible suficiente agua.

Los cafés robusta y liberiano no producidos en la plantación, también se procesan en seco, como regla. El principal requisito para el beneficio del café en húmedo, es un abundante abastecimiento de agua. Las operaciones principales son el despulpado, la fermentación, el secado y el curado. En el despulpado, las bayas maduras se pasan por una máquina que está ajustada para arrancar la cáscara y la mayor parte de la carne, sin dañar los granos. Generalmente se usa una despulpadora más pequeña que la principal, para repasar a los granos de tamaño inferior, que de otra manera se perderían. Después, los granos pasan por un separador para eliminar las cáscaras y la pulpa. Los granos de tamaño normal y los ligeros o de tamaño inferior se manejan en forma separada de aquí en adelante. Los frutos de color rojo maduro se deben despulpar dentro del término de 24 horas después de la cosecha, para evitar su posible sobrecalentamiento y el manchado del grano por la pulpa en putrefacción. Las bayas que son demasiado verdes no se despulpan bien y están más sujetas a daño. Después de que

los granos despulpados salen del separador, se les lava antes de que pasen a los tanques de fermentación. El lavado antes de la fermentación se omite algunas veces, pues sé cree que estimula el "olor a cebolla". Los tanques de fermentación son depósitos rectangulares grandes, con el fondo inclinado ligeramente hacia el extremo de la salida. Se les puede operar de tal manera que haya un movimiento lento continuo de agua o ésta se estanca, en cuyo caso los granos se lavan periódicamente. El propósito de la fermentación es para eliminar la pulpa que se adhiere a las cubiertas de los granos. Estos se ponen en los tanques a una profundidad de más o menos 50 a 75 cm y deben permanecer ahí hasta que ya no sean pegajosos al tacto. La fermentación ordinariamente se completa en 18 a 24 horas, pero puede requerir hasta 80 horas donde la temperatura del aire es baja y la altitud es elevada. Los granos no se deben dejar en los tanques más de lo necesario, puesto que pueden desarrollar un sabor avinagrado si se sobrefermentan. Los granos sobremaduros pueden requerir tan sólo unas 12 horas para completar la fermentación. Antes de secarse, los granos se lavan concienzudamente, para que queden tan limpios como sea posible. Esto se puede realizar en bateas o en lavadoras mecánicas, de las cuales hay disponibles diversos tipos tanto horizontales como verticales.

Se utilizan dos métodos de secado, el secado al sol o el secado mecánico por medio de aire caliente. Los granos húmedos se extienden en una capa delgada y se mezclan ocasionalmente para darles un secado uniforme. Después de ocho a diez días bajo el sol, se habrá bajado el contenido de humedad hasta los niveles deseados. Aunque se considera que se obtiene un producto ligeramente mejor, el secado al sol requiere considerable espacio, tiempo y mano de obra; consecuentemente muchas fincas utilizan secadores rotarios. Se pasa una corriente de aire caliente de 80 a 85°C sobre los granos húmedos, durante las primeras horas, después de lo cual se mantiene una temperatura de 75. el secado se completa de 20 a 24 horas. Algunas fábricas prefieren combinar los dos métodos; los granos se extienden al sol por unos cuantos

días y el proceso se completa en una secadora mecánica. El curado consiste en el descascarado o pelado de la cubierta del grano, eliminando por pulimento las cáscaras plateadas y finalmente su clasificación. El descascarado, pulido y parte de la clasificación se realizan por medio de maquinaria. Estas operaciones se pueden llevar a cabo en forma separada, o el descascarado y el pulido se pueden combinar. Si el café fermentado y secado es demasiado húmedo, se le debe secar aún más antes de que los granos se descascaren. La parte mecánica de la clasificación incluye la separación de los granos por peso y tamaño. Los granos, finalmente, son tomados a mano para eliminar los granos negros, piedras y otro material extraño, antes de que el producto se ponga en sacos de 60 kg para su envío.

El café se muestrea y se cata antes de que sea enviado al comercio. El mejor color para los granos crudos es el de verde - azulado a verde - grisáceo. Los granos de color café o manchados resultan del secado defectuoso. Numerosos sabores o falta de sabor pueden ser distinguidos por los catadores expertos de café. Por ejemplo, el café viejo mantenido en almacén demasiado tiempo, puede desarrollar un café de sabor a "madera"; el secado defectuoso en contacto con la tierra o el pasto da un sabor a "tierra"; el café "húmedo" puede resultar por el apilado de granos húmedos en montones demasiado gruesos o por el almacenamiento de café sin descascarar húmedo; el café con sabor a "fruta" tiene un olor ligeramente fermentado; el sabor a "pasto" puede venir por el almacenamiento húmedo o por el secado inapropiado; el café "sucio" o "contaminado" puede venir por el uso de agua contaminada en su procesado; el sabor a "cebolla" puede resultar de ciertas condiciones adversas durante la fermentación y el sabor a "ladrillo" puede ser ocasionado por el uso de ciertos insecticidas.



El tiempo de almacenamiento de los granos así como el tipo de secado al que sean sometidos puede modificar profundamente las propiedades del mismo dando lugar a un café más o menos ácido, rico en fenoles, etc. (14).

#### **3.1.14 Café soluble**

Las tendencias en el consumo del café han variado en una forma sustancial, a partir de la terminación de la Segunda Guerra Mundial, hecho que ha sido principalmente motivado por el crecimiento y desarrollo de la industria del café soluble en los países más desarrollados. Este proceso sufrió a su vez un notable impacto al aplicarse la tecnología de la liofilización a la producción de café instantáneo. El crecimiento en el mundo de la industria de solubles es de aproximadamente 10% anual; por lo tanto de una utilización aproximada del 10-20% de total de café verde para la fabricación de café soluble pasara en pocos años a un mayor consumo de café instantáneo que de café regular. Esta marcada tendencia se debe a muchos factores, pero principalmente a su facilidad de preparación, buen sabor, excelente conservación y menor costo. En efecto, el café liofilizado es un café 100% soluble e instantáneo de muy fácil preparación, ya que con sólo agregar agua, los gránulos se convierten en un café de excelente calidad. Si de un kilo de café verde, tostado y molido, se obtienen aproximadamente 100-120 tazas de café, de un kilo de café liofilizado se obtienen 360-390 tazas (14).

#### **3.1.15 Plagas y enfermedades**

Muchos esfuerzos se han realizado en el sentido de introducir las técnicas agronómicas que comprenden el control de malezas, plagas y enfermedades. Actualmente se dispone de paquetes tecnológicos que permiten minimizar los efectos de estos factores limitantes en la producción. Los efectos de las malezas son bien conocidos por los caficultores, quienes se limitan en su mayoría a efectuar dos paleos anuales. Con el creciente costo y escasez de la

mano de obra, es necesario buscar la alternativa más económica y la que cause el menor daño a las condiciones ambientales (13).

La incidencia de plagas en el cafeto es muy variada, las palomillas, escamas y nematodos atacan el sistema radical; los cortadores y taladradores, el tallo y las ramas; los cortadores y chupadores, las hojas y la broca, algunos frutos. Estas plagas presentan muchos rangos de variación. Por ejemplo, el minador de la hoja es más común en la época de sequía, mientras que los cóccidos radicales lo son en la época de lluvias. La edad de la planta tiene su influencia, las plantas jóvenes posiblemente son más susceptibles a las escamas que las adultas. Otra relación son las características varietales; así, los arábigos compactos son más susceptibles a las escamas, áfidos, palomillas y nematodos, mientras que *C. anephora* ha demostrado cierta tolerancia a plagas del sistema radical. La amenaza de la broca demandará una mayor eficiencia y tecnificación de las plantaciones, haciendo que el cultivo sea más rentable, de tal manera que permita cubrir los gastos ocasionados por el control fitosanitario (13).

### **A. Plagas**

- Cochinillas o Escamas
- Cortador o rosquillo (*Feltia* sp.), *Agrotis repleta*, *Laphyma frugiperda*, *Prodenia eridania* y *Prodenia latisfalci*.
- Bachacos (*Atta* sp.)
- Palomillas
- Nematodos (*Meloidogyne* sp.)
- Minador (*Perileuoptera coffeela*)

### **B. Enfermedades**

- Roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*)
- Cercospora (*Cercospora coffeicola*)
- Antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*)
- Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

- Phoma, quema o derrite (*Phoma costarricensis*)
- Mal de hilachas o koleroga (*Pellicularia koleroga*)
- Mancha mantecosa (*Colletotrichum* sp.)
- Mal rosado (*Corticium salmonicolor*)
- Mal del talluelo o sancocho
- Mancha circular de la hoja (*Sclerotium coffeanum*)
- Llaga macana (*Ceratocystis fimbriata*)
- Llaga negra (*Rosellinia bunodes*)
- Llaga estrellada (*Rosellinia pepo*)

### **3.1.16 Factores que influyen en la calidad del café**

Algunos productores indican que la calidad es una expresión de variabilidad, tanto genética como ambiental, ya que no ha sido posible todavía estimar independientemente el papel de estos dos factores (2).

#### **3.1.16.1 La variedad**

Existe diversidad de suposiciones acerca de que las características físicas de los granos que podrían definir en forma práctica la calidad del café producido; sin embargo, no existen estudios que aseguren dicha influencia. La calidad del café se determina evaluando una serie de características definidas, que varían con las necesidades y gustos del mercado consumidor. La especie botánica marca la primera división en cuanto a calidades se refiere. Se considera que, el tamaño, la uniformidad de los granos, el color de los granos, la composición química del café, el sabor, etc., están relacionadas con el genotipo. Sin que se conozcan mencionadas características para todas las variedades comerciales existentes. Una característica de cada variedad es el peso de los granos, lo cual es utilizado como un criterio de calidad (2).

### **3.1.16.2 La altitud**

La calidad de café es afectada mundialmente por la altitud, en Guatemala el cafeto se siembra en altitudes desde los 305 msnm, hasta alturas superiores de los 1375 msnm. La especie arábica la calidad total y muy especialmente la acidez, se desarrollan en función de la altitud. Una maduración acelerada en un ambiente cálido y húmedo tiene un efecto negativo sobre el sabor del café, como ocurre con otras frutas. Por otro lado se ha comprobado que demasiada altitud tiende a producir granos con película plateada, verdoso, produciendo un licor con poca acidez. Este fenómeno se acompaña de otro denominado "calor y frío" que distorsiona y decolora las puntas de los brotes la altitud influye poderosamente en la calidad del fruto, haciéndolo más fino conforme es más alto sobre el nivel del mar. El grano de altura, o como lo llaman los compradores estrictamente duro, es de sabor más agradable, más parejo en conformación con un porcentaje mayor de cafés de primeras y al tostarse pierde menos peso (2).

## **3.2 Marco referencial**

### **3.2.1 Aspectos geográficos**

A continuación se ofrecen los principales aspectos de la geografía. El ensayo se condujo en la finca San Antonio Morazán, Génova, Municipio situado en la que anteriormente se denominaba Costa Cuca, Quetzaltenango, Guatemala (11).

#### **3.2.1.1 Localización**

El Municipio se sitúa en la parte sur del departamento de Quetzaltenango, en la Región VI o Región Sur-Occidente del país. Se localiza en la latitud  $14^{\circ} 37' 13''$  y en la longitud  $91^{\circ} 50' 05''$ , del meridiano de Greenwich (11).

### **3.2.1.3 Altura**

La altura en la marca de base situada en el parque de la Cabecera Municipal, es de 762 metros sobre el nivel del mar; la altitud promedio es de 350 metros sobre el nivel del mar (17).

### **3.2.1.4 Orografía**

La topografía se caracteriza principalmente por ser un llano cóncavo formado por abanicos aluviales coalescentes. La inclinación en la parte superior es aproximadamente del 22%, pero esta se reduce gradualmente hasta el 1% en el límite inferior.

### **3.2.1.5 Clima**

Su clima es cálido y húmedo. La precipitación pluvial promedio durante la época seca es de 102.42 milímetros y durante la época lluviosa es en promedio de 575.22 milímetros; normalmente solo los meses de diciembre, enero y febrero reciben menos de 50 milímetros de precipitación pluvial, ocurren sequías ocasionales solamente durante los meses de noviembre a abril, las lluvias de gran intensidad son comunes durante la época lluviosa causando daños locales serios. La temperatura es relativamente alta con ninguna o leve variación durante el año, pero la variación diaria promedio es de más de diez grados, las heladas son desconocidas en esta región (17).



**Figura 1. Municipio de Génova – Quetzaltenango**

Fuente: Elaboración con datos del Instituto Nacional de Estadística-INE

### **3.2.2 Recursos naturales**

Los recursos naturales en Génova son la principal fuente de riqueza del Municipio; sin embargo, su existencia está amenazada por la sobre explotación que hace la población, con la agricultura. Los aspectos relevantes se comentan a continuación.

#### **3.2.2.1 Hidrografía**

El Municipio tiene abundantes corrientes fluviales en su jurisdicción: El Rosario, Ocosito, Tilapa, Talpop, Mopa, Talticu, Cantel, Las Ánimas, Talchulul y Nil; y los riachuelos Patos y La Bóveda. Estos ríos hace 20 años tenían mucha vegetación en sus márgenes, eran caudalosos, con diversidad de peces como mojarras, pepescas y sardinas, crustáceos como el camarón y cangrejo. Hoy es escasa la vegetación por la tala inmoderada de árboles y la contaminación causada por los químicos utilizados en la agricultura y el crecimiento demográfico a las orillas de los ríos, debido a que son utilizados para disponer de desechos orgánicos y basura. Los ríos se han convertido en criaderos de zancudos y fuentes de contaminación ambiental; hace 20 años sus aguas eran limpias y no se secaban en la época no lluviosa; existían el río Manantial y los riachuelos Tecolote, Tigre y La Toma, cuyas aguas se extinguieron.

#### **3.2.2.2 Suelos**

De acuerdo con la clasificación de los suelos que se presenta, en el municipio de Génova se ubican los siguientes:

Los que predominan son: Latosotes Arcillo Rojizos (fase de cenizas volcánicas profundas, de ondulada a fuertemente alamadas); Latosotes Arcillo Rojizos y Litosoles, Alfisoles (fase de

cenizas volcánicas profundas, de onduladas a fuertemente alamadas); Latosotes Arcillo Rojizo y Litosoles (fase pedregosa superficial de ondulada a montañosa muy accidental) (20).

Suelos poco profundos sobre materiales volcánicos mezclados o de color claro, en relieve inclinado a escarpado, incluye los suelos Chuvá y Samayac, ocupan el relieve del 10 por ciento en muchos lugares y son buenos solamente para café o pastos (20).

### **3.2.2.3 Bosques**

El bosque de la zona se caracteriza por ser húmedo subtropical cálido en que predominan los siguientes árboles: mango, palo jiote, jocote, almendro, eucalipto, palo blanco, neem, sauce, conacaste, caulote, amate, hule, cedro y guayabo. La función fundamental de los árboles es mantener el equilibrio del ecosistema, lamentablemente por desconocimiento y extrema pobreza de la población, los han destruido. En los últimos veinte años los recursos forestales han sufrido cambios significativos por la tala inmoderada, debido a lo siguiente: Ampliación de la frontera agrícola, extracción de maderas finas para fabricación de muebles (cedro, amatío y palo blanco) y para hacer leña para combustible. El único árbol que aún existe en abundancia es el palo blanco, pero es objeto de talas inmoderadas para exportar madera, sin que existan planes para reforestación. No hay programas gubernamentales o municipales efectivos para la conservación de los bosques.

El Instituto Nacional de Bosques –INAB–, no cumple su función, únicamente se limita a prohibir diversas prácticas, pero no ejerce supervisión para establecer su cumplimiento y en los pocos casos que conoce, carece de fuerza coercitiva para hacer cumplir las normas o que las sanciones que imponga se hagan efectivas, como sucede con el tráfico ilegal de madera y corte no autorizado de bosques. De acuerdo a la observación de campo y manifestaciones de la



población, se logró establecer que la masa boscosa ya no es compacta, por lo que durante los últimos 20 años la misma se ha deteriorado por la tala inmoderada y la concentración de viviendas, según se explica en los párrafos anteriores. Los bosques que aun existen están ubicados en la parte norte y oriente del Municipio, comprenden un 30% de bosque natural, un 40% de bosque artificial (hule y café) y un 30% entre pastos, área urbana y otras plantaciones; en la parte sur, centro y occidente no existen bosques naturales, únicamente es utilizada para los diferentes cultivos de la región (maiz, ajonjolí, pastos y área urbana).

#### **3.2.2.4 El Clima**

Es fresco y agradable, pertenece al tipo de tierra templada. El monto pluvial anual oscila entre los 1400y 1600 mm. (17).

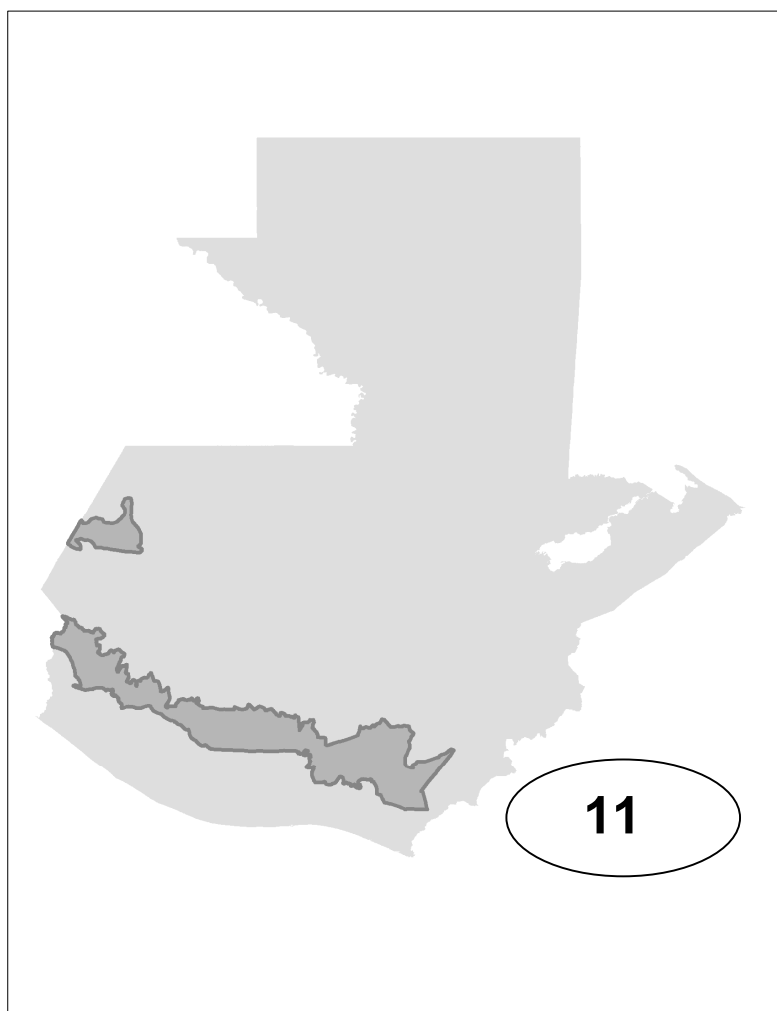
#### **3.2.2.5 Zonas Cafetalera**

Fuentes de ingreso de los más pobres mediante el Jornaleo agrícola.

El clima es cálido y se presentan dos temporadas: la lluviosa, que por lo general va de mayo a octubre y la seca de noviembre a abril; los meses más calurosos son marzo y abril; el promedio de precipitación anual es entre 2500 y 4000mm para la parte baja de la zona y de 1000 a 1500mm para la parte alta. Los medios de vida más importantes son la venta de mano de obra en el corte de café, cultivo de granos básicos para autoconsumo, venta de mano de obra calificada y agricultura de cítricos y banano, en pequeña cantidad.

Esta zona fue netamente cafetalera. Actualmente, está en proceso de diversificación de la producción y/o especialización del cultivo del café. Debido a esto, muchas personas que dependían de este cultivo han tenido que buscar otras alternativas con la cosecha de cítricos, aguacate y hule. Es una zona de latifundios donde la mayoría de la población trabaja en el

jornal agrícola. Los mercados en la zona son Mazatenango, Escuintla y Coatepeque y, fuera de ella, Malacatán, San Marcos y Central de Mayoreo, en la capital. Su acceso es bueno pues cuenta con carreteras y medios de transporte. Las amenazas son la falta de tierra propia, capital, herramientas e insumos para diversificar la producción agrícola, falta de educación y adiestramiento técnico para acceder a mejores opciones de trabajo, sequías y lluvias prolongadas, que afectan los cultivos que absorben la mano de obra. La caída del precio internacional del café podría afectar el medio de vida principal de la zona (4).



**Figura 2. Zona cafetalera**

Fuente: mapa de zonas de vida.

## **IV. Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

4.1.1 Sistematizar las experiencias en evaluar y comparación del efecto entre las fertilizaciones químicas (granulada y disuelta) y orgánica, durante el establecimiento de plantaciones de café.

### **4.2 Objetivos específicos**

4.2.1 Evaluar el efecto entre el fertilizante 18-9-18 en estado físico sólido (granulado) y en solución versus el orgánico, durante la etapa de establecimiento del cultivo, en kg. de café cereza/ planta.

4.2.2 Establecer el efecto de la gallinaza sobre la materia orgánica del suelo.

4.2.3 Identificar que tratamiento constituye la mejor alternativa entre las fertilizaciones químicas (granulada y disuelta) y orgánica, durante el establecimiento de plantaciones de café.

## V. Metodología

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar, con 11 tratamientos y cinco repeticiones. La unidad experimental constó de 24 plantas de la misma variedad y de la misma edad, uniformizando todos los bloques (28 m<sup>2</sup>), La parcela neta la constituyó ocho plantas centrales, de donde se realizaron todas las lecturas de las variables de respuesta evaluadas. (16 m<sup>2</sup>). Como el objetivo del presente trabajo es documentar las experiencias, no se realiza una descripción del diseño experimental, ya que en si no es la razón del presente trabajo.

Se utilizó la variedad Caturra (*Coffea arabica*), cuyas características ya fueron descritas en el marco conceptual, la que se injertó sobre Robusta (*coffea canephora*). Los pilones fueron sembrados con distanciamientos utilizados comúnmente en la región de 2 metros x1 metro.

El experimento se inicio en julio, con un almacigo de 6 meses de edad, cuidando que tanto el vigor y como la altura del material vegetal a utilizar fuera lo mas uniforme posible.

A continuación se presenta en el cuadro 3, los tratamientos evaluados.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

No.	% de concentración del fertilizante 18-9-18 en la solución	Formas de fertilización	Dosis aplicadas
1	10	Disuelta*	5 gr/planta cada mes
2	10	Disuelta	5 gr/planta cada dos meses
3	10	Disuelta	5 gr/planta cada tres meses
4	20	Disuelta	10 gr/planta cada mes
5	20	Disuelta	10 gr/planta cada dos meses
6	20	Disuelta	10 gr/planta cada tres meses
7	30	Disuelta	15 gr/planta cada mes
8	30	Disuelta	15 gr/planta cada dos meses
9	30	Disuelta	15 gr/planta cada tres meses
10	--	Granulada	45 gr/planta en dos épocas
11	--	Orgánica	180 gr/planta en dos épocas

\*Dosis disuelta distribución en un volumen se mezcla de 50 cc/planta.

Las dosis de solución evaluadas fueron de 10, 20 y 30 por ciento, con tres variantes de intervalo de aplicación de 1, 2 y 3 por mes (9 tratamientos en total).

Los restantes dos tratamientos corresponden a la aplicación de la fórmula sólida granular de 18-9-18 a razón de 45 gramos por planta, aplicado dos épocas (90 gr. en total).

La aplicación de la gallinaza se realizó a razón de 180 gr. por planta distribuidos en dos aplicaciones (360 gr. en total), al igual que la fertilización granulada.

El cuadro 4 resume las cantidades de los principales nutrientes de acuerdo a la fuente de fertilizante utilizado, siendo el fertilizante químico el que en teoría dará mejores resultados por poseer mayor cantidad de los elementos esenciales.

La gallinaza representa una buena elección para mejorar la estructura y textura del suelo por su alto contenido de M.O. que posee (83%).

Cuadro 4. Contenido de nutrientes, según fuente utilizada

Fuente de nutriente	%							PPM		
	N	P	K	Ca	Mg	Sulfatos	Fe	Cu	Mn	Mo
<b>Químico</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>18</b>							
<b>Orgánico</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>173</b>	<b>300</b>	<b>83</b>

El programa de fertilización se inició con la siembra en el mes de julio y las evaluaciones se realizaron hasta el mes de diciembre, utilizando para el efecto la fórmula del fertilizante químico 18 - 9 - 18 y como orgánico gallinaza deshidratada comercial. El fertilizante disuelto se aplicó en banda, a media bandola, alrededor de la planta, sobre el suelo limpio. El granulado y orgánico se incorporaron al suelo.

La variable que se evaluó, fue el rendimiento expresado en kg. de café cereza / planta.

El cuadro 5 detalla el programa de fertilización que se siguió para una mejor comprensión, donde se puede observar las cantidades y las épocas de aplicación.

Cuadro 5. Programa de fertilización

Tratamiento		Dosis de fertilizante 18 – 9 – 18 y orgánico (gramos/planta)							Adicional 46-0-0**
No.	Formas de fertilización	mayo	junio	Julio	agosto	septiembre	octubre	Total	Nov.
1	Disuelta*	5	5	5	5	5	5	30	7.5
2	Disuelta	5	0	5	0	5	0	15	3.75
3	Disuelta	5	0	0	5	0	0	10	2.50
4	Disuelta	10	10	10	10	10	10	60	15.00
5	Disuelta	10	0	10	0	10	0	30	7.50
6	Disuelta	10	0	0	10	0	0	20	5.00
7	Disuelta	15	15	15	15	15	15	90	22.50
8	Disuelta	15	0	15	0	15	0	45	11.25
9	Disuelta	15	0	0	15	0	0	30	7.50
10	Granulada	45	0	0	0	45	0	90	22.50
11	Orgánica	180	0	0	0	180	0	360	90.00

\*dosis disuelta distribuida en un volumen de mezcla de 50cc.

\*\*25% total de fórmula química y orgánica.

El suelo al inicio presentó el contenido nutricional que se describe en el cuadro 6, y en función del mismo se utilizó la fórmula 18-9-18.

Cuadro 6. pH del suelo, contenido nutricional y materia orgánica

pH	Ug/ml suelo		Meq/100 ml suelo		Meq/100 ml suelo			%
	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Mo
<b>5.70</b>	<b>32.76</b>	<b>248</b>	<b>6.12</b>	<b>1.31</b>	<b>45.00</b>	<b>19.50</b>	<b>3.50</b>	<b>3.80</b>

Finalmente el cuadro 7, muestra la textura del suelo al momento del establecimiento del ensayo, predominando la textura franco arcilloso.

Cuadro 7. Textura del suelo.

Partículas primarias	Porcentaje	Textura
<b>Arena</b>	<b>79.49</b>	<b>Arenoso Franco</b>
<b>Limo</b>	<b>15.07</b>	
<b>Arcillo</b>	<b>5.44</b>	

## VI. Resultados

Al realizar un análisis de los parámetros pH; P y K en Ug/ml suelo; Ca, Mg y Al en Meq/100 ml suelo; Fe, Mn y Zn en Meq/100 ml suelo; y M.O. en % después de aplicados los tratamientos, se puede observar en el cuadro 8, que los valores promedio para el pH, se encuentran dentro de los valores óptimos en la mayoría de los tratamientos, a excepción del tratamiento de fertilizante granulado que presenta valores ligeramente ácidos.

Cuadro 8. pH del suelo, contenido nutricional y materia orgánica.

Tratamiento	pH	Ug/ml suelo		Meq/100 ml suelo			Meq/100 ml suelo			M.O.
		P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Mn	Zn	
5 gr/planta cada mes	5.9	20.55	208.00	4.62	1.39	0.08	14.00	14.70	2.15	2.50
5 gr/planta cada dos meses	6.00	31.06	188.00	5.74	1.23	0.04	16.75	36.00	3.35	1.32
5 gr/planta cada tres meses	6.10	27.68	204.00	5.49	1.27	0.03	14.25	36.60	2.85	2.50
10 gr/planta cada mes	5.80	26.90	160.00	6.24	1.31	0.06	19.00	43.80	3.55	3.59
10 gr/planta cada dos meses	5.60	35.61	140.00	3.74	0.74	0.22	21.25	34.80	2.35	2.36
10 gr/planta cada tres meses	5.90	24.66	192.00	4.87	1.23	0.06	15.50	36.60	2.75	1.71
15 gr/planta cada mes	5.75	27.68	148.00	4.37	0.74	0.08	18.75	35.40	2.15	2.10
15 gr/planta cada dos meses	6.00	13.54	284.00	4.49	1.23	0.06	14.00	37.20	1.90	1.84
15 gr/planta cada tres meses	5.95	20.55	184.00	5.24	1.06	0.04	12.25	40.80	2.90	2.50
Granulado	5.35	29.30	232.00	3.99	1.15	0.28	18.00	43.20	2.60	1.60
Orgánico	5.75	16.88	268.00	6.36	1.68	0.04	16.75	49.20	2.90	3.46
Niveles adecuados	5.5-6.5	12-20	130-160	3-6	0.8-1.7	<1	10-20	5-20	2-4	3-6

Los valores de fósforo y potasio se encuentran por encima de los valores adecuados, lo cual es considerado de beneficio para el cultivo. Respecto a los valores de calcio, magnesio y Aluminio, presentan valores dentro del rango adecuado. Los valores de hierro y zinc al igual que los elementos anteriores muestran valores adecuados, pero

el manganeso se encuentra por encima de los valores adecuados pudiendo llegar a causar toxicidad. Finalmente los valores de materia orgánica a excepción del tratamiento con gallinaza presenta valores por debajo de lo adecuado en los demás tratamiento.

El cuadro 9, muestra los resultados de la variables kg de café cereza / planta, donde los 11 tratamientos presentan valores similares y no se marca ninguna tendencia comparativa, por lo que a primera instancia se consideran rendimientos similares.

Cuadro 9. Rendimiento expresado en kg. de café cereza/ planta promedio de dos cosechas.

No.	Tratamiento	Repeticiones					Total	Promedio
		I	II	III	IV	V		
1	Disuelta* 5 gr/planta cada mes	3.00	2.82	3.10	3.90	3.70	16.52	3.30
2	Disuelta 5 gr/planta cada dos meses	3.34	2.52	3.03	2.39	3.45	14.73	2.95
3	Disuelta 5 gr/planta cada tres meses	2.47	3.66	3.63	3.87	3.03	16.66	3.33
4	Disuelta 10 gr/planta cada mes	2.88	3.13	3.06	3.92	3.40	16.39	3.28
5	Disuelta 10 gr/planta cada dos meses	3.21	2.01	3.60	5.23	4.59	18.64	3.73
6	Disuelta 10 gr/planta cada tres meses	2.85	2.90	2.96	4.04	3.40	16.15	3.23
7	Disuelta 15 gr/planta cada mes	3.87	3.19	3.05	3.65	3.93	17.69	3.54
8	Disuelta 15 gr/planta cada dos meses	3.26	3.45	2.91	4.55	3.75	17.92	3.58
9	Disuelta 15 gr/planta cada tres meses	3.33	2.96	3.57	3.74	4.89	18.49	3.70
10	Granulada (testigo relativo)	3.44	3.33	4.86	3.84	3.42	18.89	3.78
11	Orgánica	3.71	3.13	3.25	4.82	3.86	18.77	3.75
Totales		<b>35.36</b>	<b>33.10</b>	<b>37.02</b>	<b>43.95</b>	<b>41.42</b>	<b>190.85</b>	<b>3.47</b>

Una leve diferencia a favor en el rendimiento presenta el tratamiento de aplicación granulada de la formula 18-9-18, la que al ser sometida a un análisis estadístico, no da diferencias significativas a un 95 % de confianza.



Cuadro 10. Análisis de varianza.

Fuente de variación	Gl	Sc	Cm	Fc	Ft	
					<b>0.05</b>	<b>0.01</b>
<b>Tratamientos</b>	10	3.64	0.36	1.24 NS	2.08	2.80
<b>Bloques</b>	4	7.17	1.79	6.24 **	2.61	3.83
<b>Error</b>	40	11.54	0.29			
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>22.35</b>				

Los resultados del análisis de varianza del cuadro 10 indica que no presenta diferencia estadística significativa entre tratamientos, para el promedio rendimiento de dos cosechas de café cereza. Esta situación podría estar relacionada con los niveles nativos de nutrientes en el suelo, considerados como adecuados, cuando se inicio el ensayo.

La técnica de fertilización química disuelta es una buena alternativa aplicando el 50% de la dosis usual de fertilizante y monitoreando los contenidos nutricionales, tanto del suelo como del follaje.

## **VII. Conclusiones**

- El tratamiento granulado, ocupa el primer lugar por rendimientos y menor costo, aunque la diferencia no es lo suficientemente amplia para obtener diferencias significativas.
- La fertilización del suelo con gallinaza dio el mayor % de Materia orgánica, por lo que se pueden mejorar las propiedades físicas del suelo con la aplicación de este tratamiento.
- La aplicación de fertilizante granulado a razón de 45 gr. por planta en el mes de mayo y 45 gr. por planta en el mes de septiembre es el que da los mejores resultados en rendimiento, practicidad y costos.

## **VIII. Recomendaciones**

Se recomienda la fertilización inicial con fertilizante granulado, por ser la más práctica y la que menores costos representa, a razón 1 onza por planta, cuando se ha enterrado el pilón hasta la mitad, se aplica alrededor de éste, la mitad del fertilizante que va a usarse y cuando falta solo unos 10 centímetros para finalizar de enterrar el pilón, se aplica la otra mitad de fertilizante

La baja reposición de nutrientes ha llevado a una disminución considerable de la fertilidad de los suelos por lo que la fertilización se convierte en una práctica indispensable para mantener y/o mejorar la sustentabilidad de los suelos y alcanzar rendimientos.

Se recomienda el estudio de otras formulaciones en forma de granulados a partir de composts de estiércoles, pero dosificando los aditivos minerales complementarios en función de los requerimientos específicos de determinados grupos de plantas ampliamente cultivadas.

## IX. Bibliografía

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991. Manual de caficultura. Guatemala. 235 p.
2. \_\_\_\_\_. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. p. 198-200.
3. Coste, R. 1969. El café. Trad. por Vicente Ripoll. Barcelona, España, Blume. p. 13-48.
4. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
5. Cruz Turris, VE. 1996. Estudio cuantitativo de malezas y su manejo en el cultivo del café (*Coffea arabica* L.), en el municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala (en línea). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 72 p. Consultado 13 nov 2009. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_1614.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1614.pdf)
6. Dalzell, HW; Biddlestone, AJ. 1991. Manejo del suelo: producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. Roma, Italia, FAO. s.p.
7. Donelan, P. 1987. Fertilización foliar. California, México, Ecology Action of Midpeninsula / ECOPOL. s.p.
8. García, M; Rodríguez, A. 2003. Producción orgánica: aportes para el manejo de sistemas ecológicos en Uruguay. Montevideo, PREDEG. s.p.
9. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. p. 241.
10. IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1985. Mapa de uso y cobertura de la tierra de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:250,000.
11. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. tomo 3, p. 587-588.
12. \_\_\_\_\_. 1980. Mapa geológico de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
13. IHC (Instituto Hondureño del Café, HN). 1990. Manual de plagas y enfermedades del café. Honduras. 61 p.
14. Infoagro.com. 2008. El cultivo del café (en línea). España. Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/cafe4.asp>
15. MFEWS (Sistema Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria, GT). 2007. Perfiles de medios de vida de Guatemala: resumen nacional (en línea). Guatemala. Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://www.cicsan.gob.gt/images/ZMV/PDFS/ResumenNacionalyPorZonas.pdf>

16. Ministerio de la Presidencia, ES. 2008. Mapa Guatemala (en línea). España. Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://www.mpr.es/html/iberoamerica2007/paises/mapas/mapa-guatemala.jpg>
17. Obiols Del Cid, R. 1978. Mapa climatológico de la república de Guatemala. Guatemala, INSIVUMEH. Esc. 1:1,000,000. Color.
18. Philpott, S. 2008. Investigating the effects of shade canopy management on natural enemies, pests, plant damage and yield in organic coffee plantations (en línea). México. Consultado 13 nov 2009. Disponible en [https://ofrf.org/funded/highlights/philpott\\_09s16.html](https://ofrf.org/funded/highlights/philpott_09s16.html)
19. Samayoa Juárez, JO; Sánchez Garita, V. 2000. Enfermedades foliares en café orgánico y convencional (en línea). Revista Manejo Integrado de Plagas no. 58. Consultado 13 nov 2009. Disponible en <http://web.catie.ac.cr/informacion/RMIP/rmip58/art2-a.htm>
20. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.
21. Tarigo, A; Repetto, C; Acosta, D. 2004. Evaluación agronómica de biofertilizantes en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) a campo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Universidad, Facultad de Agronomía. s.p.
22. Terry, A; Pino, M de las A; Leyva, A. 2001. Biofertilizantes: alternativa sostenible para la producción de tomate en Cuba. Cuba, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. s.p.