

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN: APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*), REALIZADO EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

ANGELA NADEZHDA NICTE MIRANDA MIJANGOS

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN:

**APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE
FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*),
REALIZADO EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO,
SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.**

POR

ANGELA NADEZHDA NICTE MIRANDA MIJANGOS

En el acto de investidura como

INGENIERA AGRÓNOMA

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr.	Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL I	Dr.	Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc.	Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc.	Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br.	Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL V	P. Agr.	Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr.	Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, noviembre de 2011

Guatemala, noviembre de 2011

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

Distinguidos miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado:

APOYO TÉCNICO Y EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*), REALIZADO EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

Presentado como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de graduación llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

ANGELA NADEZHDA NICTE MIRANDA MIJANGOS

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por ser el creador y la luz de mi vida, porque gracias a mi Dios tengo una vida llena de bendiciones y alegrías.

MIS PADRES: Sergio y Norma. Como muestra del eterno agradecimiento por todo su amor, cuidados, esfuerzos, apoyo y confianza. Esta meta que el día de hoy alcanzo, se las ofrezco como una pequeña recompensa por ser tan maravillosos padres, los amo.

MIS HERMANAS: Amandita, Beba, Adriana (Q.E.P.D.), y Sarita, gracias por estar siempre a mi lado compartiendo los sueños de cada una, las amo.

MI ABUELITA: Mamita Amandis gracias por ser parte importante de mi vida, por todas sus enseñanzas y tanto amor.

MI FAMILIA: A todos mis tíos, primos y sobrinos, por el apoyo, la confianza y la motivación. Que sea este acto una pequeña muestra que con Dios y mucha voluntad todas las metas pueden cumplirse.

MI NOVIO: Luis Mansilla, gracias tu apoyo y confianza. Que Dios llene de bendiciones tu vida.

MIS AMIGOS: Veraly, Betsua, Jocelyn, Onelia, Georgina, Marlin, Victoria, por todas las anécdotas y logros que hemos compartido. Las quiero. Jorge (Tío), Luis (Fito), Christian, Luis(Zacapa), Marito, Sóstenes y Leo, por tantas risas y alegrías compartidas.

MI TIERRA: Palín, pueblo querido que me vio nacer y llegar hasta este gran logro.

TESIS QUE DEDICO

A:

DIOS

GUATEMALA

INSTITUTO NORMAL PARA SEÑORITAS CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TODOS LOS EDUCADORES DE GUATEMALA

EL CAFÉ

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a todas las personas que colaboraron de alguna manera, en el desarrollo de este trabajo de graduación.

A:

Mis Asesores:

Ing. Marino Barrientos

Por el indispensable apoyo y confianza, brindada en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y este documento.

Ing. Dimitri Santos

Por el apoyo en la realización de la investigación.

Finca Capetillo:

Ing. Sergio Castro

Por todo el apoyo, colaboración y confianza en la realización de todas las actividades durante el EPS.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
I. CAPÍTULO I.....	1
DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL, FINCA CAPETILLO.	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 UBICACIÓN Y LÍMITES	3
1.2.2 EXTENSIÓN.....	3
1.2.3 VÍAS DE ACCESO	4
1.2.4 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS.....	4
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 GENERAL	6
1.3.2 ESPECÍFICOS.....	6
1.4 METODOLOGÍA	7
1.4.1 FASE INICIAL (DE GABINETE)	7
1.4.2 FASE SECUNDARIA (DE CAMPO)	7
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	9
1.5.1 INSTALACIONES DE LA FINCA CAPETILLO	9
1.5.2 ÁREA DE MACADAMIA EN PRODUCCIÓN.....	21
1.5.3 COSECHA DE CAFÉ	21
1.5.4 COSECHA DE MACADAMIA	22
1.5.5 BENEFICIADO DE CAFÉ.....	22
1.5.6 BENEFICIADO DE MACADAMIA.....	23
1.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	24
1.6.1 ANÁLISIS FODA.....	24
1.6.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS	28
1.6.3 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	30
1.7 CONCLUSIONES.....	31
1.8 RECOMENDACIONES	32
1.9 BIBLIOGRAFÍA	33

	PÁGINA
II. CAPÍTULO II.....	34
EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA FLORACIÓN Y CUAJADO DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i>) EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.	34
2.1 INTRODUCCIÓN	37
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	39
2.3 JUSTIFICACIÓN	40
2.4 MARCO TEÓRICO.....	41
2.4.1 MARCO CONCEPTUAL.....	41
2.4.2 MARCO REFERENCIAL	64
2.5 OBJETIVOS	69
2.5.1 GENERAL:	69
2.5.2 ESPECÍFICOS:.....	69
2.6 HIPÓTESIS	70
2.7 METODOLOGÍA	71
2.7.1 DISEÑO DEL EXPERIMENTO	71
2.7.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	74
2.7.3 VARIABLES DE RESPUESTA	77
2.7.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	78
2.7.5 MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELO	78
2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	80
2.8.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE FRUTOS	80
2.8.2 ANÁLISIS FOLIAR.....	83
2.8.3 COSTOS	87
2.9 CONCLUSIONES.....	89
2.10 RECOMENDACIONES	90
2.11 BIBLIOGRAFÍA	91
2.1 ANEXOS	94

	PÁGINA
III. CAPÍTULO III.....	97
INFORME FINAL SOBRE SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ.....	97
3.1 PRESENTACIÓN.....	98
3.2 SERVICIO I: IMPARTICIÓN DE CAPACITACION AL PERSONAL DE CAMPO Y BENEFICIO DE LA FINCA CAPETILLO.....	99
3.2.1 INTRODUCCIÓN.....	99
3.2.2 OBJETIVOS.....	99
3.2.3 METODOLOGÍA.....	100
3.2.3.4 RESULTADOS.....	101
3.2.4 EVALUACIÓN.....	102
3.3 SERVICIO II: APOYO TÉCNICO Y SUPERVISIÓN EN LA ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE TRAMPAS PARA BROCA DEL CAFÉ.....	103
3.3.1 INTRODUCCIÓN.....	103
3.3.2 OBJETIVOS.....	103
3.3.2.2 ESPECÍFICOS.....	103
3.3.3 METODOLOGÍA.....	104
3.3.3.3 CAPACITACIONES.....	104
3.3.4 RESULTADOS.....	105
3.3.5 EVALUACIÓN.....	107
3.3.6 ANEXOS.....	107
3.4 SERVICIO III: ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ 2009-2010.....	109
3.4.1 INTRODUCCIÓN.....	109
3.4.2 OBJETIVOS.....	109
3.4.3 METODOLOGÍA.....	110
3.4.4 RESULTADOS.....	114
3.4.5 EVALUACIÓN.....	114
3.4.6 ANEXOS.....	115

3.5	SERVICIO IV: APOYO TÉCNICO Y SUPERVISIÓN EN EL PROCESO DE BENEFICIADO HUMEDO Y SECO EN EL BENEFICIO CAPETILLO.....	116
3.5.1	INTRODUCCIÓN.....	116
3.5.2	OBJETIVOS.....	117
3.5.3	METODOLOGÍA.....	118
3.5.4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	119
3.5.5	EVALUACIÓN.....	127
3.5.4	ANEXOS.....	128

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Resumen del análisis FODA.....	27
Cuadro 2. Descripción de los problemas identificados en la Finca Capetillo.	29
Cuadro 3. Jerarquía de los problemas identificados en la Finca Capetillo.	30
Cuadro 4. Composición química de la Cerdaza	71
Cuadro 5: Combinación de fertilizante químico y orgánico en los tratamientos.	72
Cuadro 6. Análisis químico de suelos del área experimental	79
Cuadro 7. Resumen del análisis de varianza	81
Cuadro 8. Resumen de la prueba de medias de Tukey	82
Cuadro 9. Análisis químico del área foliar	85
Cuadro 10. Costo de materia prima y mano de obra	87
Cuadro 11: Principales funciones de los elementos en la planta.	94
Cuadro 12: Síntomas de deficiencias de elementos en las plantas de café.....	95
Cuadro 13. Cantidad de flores obtenidas en cada tratamiento	96
Cuadro 14. Cantidad de frutos obtenidos en cada tratamiento.	96
Cuadro 15. Hoja de toma de datos para el Pronóstico de Cosecha 2009-2010..	113
Cuadro 16. Control de entrada de café maduro, Beneficio Capetillo.....	119
Cuadro 17. Control de entradas de café verde y camagüe, Beneficio Capetillo.	121
Cuadro 18. Control de entradas de café de Segundas, Beneficio Capetillo.....	122
Cuadro 19. Control de entradas de café cerezas, Beneficio Capetillo.	124
Cuadro 20. Control de entradas de café pergamino, Beneficio Capetillo.	125
Cuadro 21. Control de entradas de café, Beneficio Capetillo.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Mapa de la Finca Capetillo.....	5
Figura 2. Jerarquía en la Administración de la Finca Capetillo.....	14
Figura 3. Descripción gráfica del Árbol de Problemas.....	28
Figura 4. Asemillaciones de Cochinilla o Grana en las hojas del nopal.	43
Figura 5. Anatomía de la planta de <i>Coffea arábica</i>	47
Figura 6. Ubicación geográfica de Alotenango, Sacatepéquez.....	64
Figura 7. Mapa de Órdenes de Suelo, Sacatepéquez.....	68
Figura 8. Aleatorización de los Tratamientos en campo.....	73
Figura 9. Aplicación del fertilizante 18-6-12.....	74
Figura 10. Grano de café con daño por Broca (<i>Hypothenemus hampei</i>).	76
Figura 11. Métodos de control de malezas.	77
Figura 12. Diagrama de dispersión de Número de Flores y de Frutos.....	80
Figura 13. Macronutrientes en las plantas en la etapa de pre-floración.....	86
Figura 14. Micronutrientes en las plantas en la etapa de pre-floración.....	86
Figura 15. Análisis comparativo de los costos	88
Figura 16. Cantidad de trampas elaboradas	105
Figura 17. Cantidad de trampas colocadas	106
Figura 18. Estructura de una trampa para el control de la broca del café.....	107
Figura 19. Colocación y funcionamiento de las trampas para broca del café.	108
Figura 20. Ubicación de los pantes el pronóstico de cosecha 2009-2010.....	115
Figura 21. División imaginaria de la planta (Alto, Medio y Bajo).....	115
Figura 22. Producción de café maduro, para la cosecha 2009-2010.....	120
Figura 23. Producción de café verde y camagüe, para la cosecha 2009-2010....	121
Figura 24. Producción de café de segundas, cosecha 2009-2010.....	123
Figura 25. Producción de café cerezas, cosecha 2009-2010.....	124
Figura 26. Producción de café pergamino, cosecha 2009-2010.....	126
Figura 27. Relación entre Maduro-Pergamino, cosecha 2009-2010.....	127
Figura 28. A) Recibo; B) Pilas/fermentación; C) Secado; D) Bodegas.....	128

RESUMEN

Capetillo ubicada en San Juan Alotenango, Sacatepéquez es una finca productora de café, cuenta con más de 50 años de experiencia en este cultivo. Debido a las características edafoclimáticas de la finca, se produce un café Genuino de Antigua para satisfacer el gusto más exigente del mercado de consumo mundial.

La actualización del diagnóstico empresarial se realizó para representar e interpretar las características físicas y socioeconómicas. La explicación visual descriptiva presentada en el documento tiene como objetivo, ayudar al lector en la interpretación adecuada de la información contenida. Durante el diagnóstico se realizó una amplia descripción de la situación actual de la finca, dando como resultado una serie de problemas los cuales mediante un análisis FODA y un Árbol de Problemas fueron priorizados y de ellos se realizaron la investigación y servicios profesionales.

En el diagnóstico de la finca se identificó como problema principal, la falta de investigación en el tema de fertilización, tomando como tema de investigación “Efecto de la combinación de fertilización química y orgánica en la floración y cuajado del fruto en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en la Finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, Guatemala C.A.”.

El estudio se desarrolló, basado en la necesidad de determinar una combinación entre fertilización química y orgánica, que permita obtener mejores cosechas así como evitar la degradación de los suelos. Utilizando Diseño de Bloques al Azar (DBA), debido a diferencias en la pendiente del terreno.

Se realizó la aplicación del 75% del abono orgánico (Cerdaza) en el mes de diciembre, en cada unidad experimental. La segunda fertilización se realizó en el mes de marzo, aplicando el 25% de abono orgánico restante y el 50% de fertilizante químico. La tercera y última aplicación de fertilizante se realizó en mes de mayo, aplicando el otro 50% del fertilizante químico.

Como resultado de esta investigación, se demostró que al reducir la dosis de fertilizante químico y sustituirlas por un abono orgánico tipo cerdaza, la plantación presentó un aumento del 18.42% en la producción de frutos.

Los servicios prestados en Capetillo, fueron coordinados con las autoridades de la finca, con quienes se efectuaron diferentes actividades relacionadas al sector agrícola, siendo los servicios: capacitaciones a trabajadores, apoyo técnico y supervisión en la elaboración y colocación de trampas para la broca del café, estimación de la producción 2009-2010 y apoyo técnico y supervisión en el proceso de beneficiado húmedo y seco.

Durante la ejecución del EPSA se tuvo el apoyo de las autoridades de la Finca Capetillo, como lo fueron el Ing. Sergio Castro (Administrador), el señor Paulino Ramos (Encargado de Beneficio) y el señor Rodolfo Florez (Mayordomo). También la Facultad de Agronomía participó con el apoyo de los especialistas Ing. Marino Barrientos (Asesor Supervisor) y el Ing. Iván Dimitri Santos (Asesor de Investigación).



I. CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL, FINCA CAPETILLO, SAN JUAN
ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, 2010.**

1.1 PRESENTACIÓN

Capetillo produce café y es una institución que cuenta con más de 50 años de experiencia en este cultivo.

Esta finca ubicada en el municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, y rodeada por tres de los volcanes más importantes de Guatemala, conocidos como Acatenango, Agua y Fuego, tiene como principal actividad, producir un café de alta calidad y taza sana para la venta internacional.

Capetillo se preocupa de tomar en cuenta aspectos ecológicos y ambientales dándole un cuidado y manejo a los recursos naturales como el agua y los bosques, y a las especies de animales que la habitan. También cuenta con un área de reserva natural en las faldas del volcán de Fuego llamada San José Prem, el cual es un terreno que mide aproximadamente 200 hectáreas, se protege con el objeto de conservar racionalmente los recursos naturales, restaurar la flora y fauna silvestre.

Durante la realización del ejercicio de diagnóstico se logró elaborar una amplia descripción del uso y manejo de las instalaciones de la finca, revelando así una serie de problemas.

De los problemas identificados se priorizaron la realización de una investigación y los servicios profesionales.

El abuso en el uso de los fertilizantes químicos, es uno de los principales problemas que afectan el rendimiento en el cultivo de café en la finca Capetillo.

La metodología empleada se basó en la participación de las autoridades de la finca, realizándose caminamientos, entrevistas dirigidas, observaciones directas e indirectas. Además fueron consultadas fuentes secundarias de información en instituciones como la biblioteca de la Facultad de Agronomía de la USAC e internet.

Este documento es una herramienta que pretende dar a conocer la situación actual de Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, tanto en aspectos relacionados con los métodos de producción utilizados, sociales, culturales, etc., y contribuir para fortalecer el desarrollo de la misma y en el proponer cambios positivos para su beneficio.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 UBICACIÓN Y LÍMITES

La finca Capetillo se ubica en el municipio de Alotenango del departamento de Sacatepéquez, está comprendida entre las coordenadas 14°28'49" a 14°30'45" de latitud norte y 90°47'32" a 90°49'02" de longitud oeste.

La latitud se encuentra entre los 1,550m en promedio. Las partes más altas se inician en las faldas del volcán de Acatenango y Fuego. El río Guacalate es el lindero del lado norte-occidental, luego la atraviesa de oeste a este con tendencia hacia el sur para volver a ser lindero en el extremo sur-oriental.

Su topografía se considera básicamente plana, ya que las diferencias de nivel se van dando paulatinamente en forma muy ligera, los drenajes naturales de lluvias se van incorporando al suelo por su textura arenosa.

1.2.2 EXTENSIÓN

Actualmente se tienen 395 manzanas de cafetales. Dichos cafetales se encuentran en renovación, por medio de recepas y siembras nuevas. Dentro de la plantación de café se encuentran intercalados árboles de Macadamia como parte de la sombra para el cafetal.

Capetillo cuenta con 5 manzanas de terreno en el centro de la finca, la cual se llama casco de la finca. En esta área se encuentran las oficinas de trabajo y el área de beneficio de café.

El beneficio de café es muy completo. Cuenta con muchas actividades que se han hecho siempre en forma manual, tal como el secado en patios (14,000 m²), sistema de correteo tradicional, módulos de despulpado ecológico con agua reciclada, maquinas catadoras, trillas, clasificadoras de tamaños, mesas con bandas para escogido manual de defectos, máquinas para clasificar los granos, etc.

1.2.3 VÍAS DE ACCESO

Se puede tener acceso a la Finca Capetillo por la carretera R-14 que conduce de Escuintla a la Antigua Guatemala.

1.2.4 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

1.2.4.1 CLIMA

La finca Capetillo cuenta con una precipitación media anual de 1,188mm, la humedad relativa media anual del área oscila entre el 52 y el 60%, siendo la media anual de 56% (Cruz 1982).

La temperatura media anual es de 22 °C y desciende paulatinamente en el invierno; con temperaturas que van desde 14.33°C hasta 31°C (en promedio).

1.2.4.2 ZONA DE VIDA

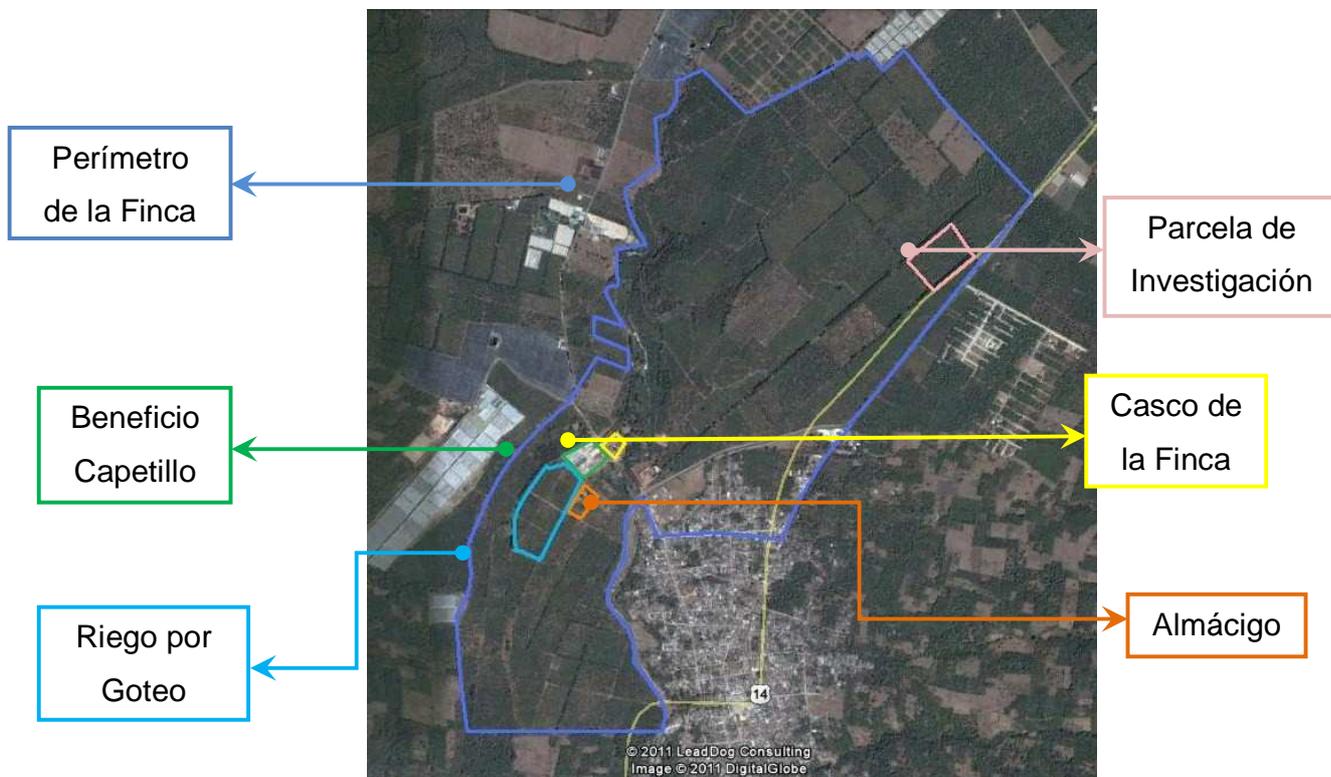
El municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, se encuentra en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) (Cruz 1982).

1.2.4.3 GEOLOGÍA Y SUELOS

Los suelos que se pueden encontrar en la finca Capetillo son suelos bien profundos y buen drenaje, con colores en tonos oscuros de café, textura franco arenosa y estructura granular (Cruz 1982).

El material original es ceniza volcánica y los sedimentos transportados por el río Guacalate, presentan una textura franco arenosa, son suelos de la Serie de Los Valles según la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto (1959).

Nutricionalmente, estos suelos pueden catalogarse como de fertilidad moderada, y su potencial está definido por las características de las cenizas que los forman. Tienen la ventaja de renovarse con suficiente frecuencia, por lo tanto son suelos que se mantienen "jóvenes" y conservan buenos niveles de nutrimentos. Sin embargo, como por lo general están situados en zonas en donde la pluviosidad es media o alta, mucha agua pasa por el pedón, lo cual unido a su buen drenaje, los hace susceptibles a empobrecerse gradualmente (Simmons, Tarano y Pinto 1959).



Fuente: Google Earth (2006)

Figura 1. Mapa de la Finca Capetillo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 GENERAL

- Elaborar el diagnóstico del uso actual de las distintas áreas y el funcionamiento administrativo de la Finca Capetillo, con el fin de establecer la existencia de posibles problemas y plantear alternativas de solución a los mismos.

1.3.2 ESPECÍFICOS

- Recabar información sobre los procesos productivos que se llevan a cabo en la Finca Capetillo.
- Describir las condiciones actuales de uso de las instalaciones de la Finca Capetillo.
- Establecer el funcionamiento administrativo de la Finca Capetillo.
- Jerarquizar la problemática encontrada tanto en el uso actual de las instalaciones, como en el funcionamiento administrativo y procesos productivos de la Finca Capetillo.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 FASE INICIAL (DE GABINETE)

1.4.1.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Para garantizar que la información sea de primera mano, se consultó a las principales personas que tienen incidencia en la toma de decisiones de la finca Capetillo (informantes clave) y a aquellos que de alguna manera están relacionados con esta empresa (trabajadores de campo y oficina), con el fin de obtener un panorama claro acerca del uso de las instalaciones y funcionamiento de los procesos productivos de Capetillo, y así entender de mejor manera las condiciones actuales de dicha Finca.

1.4.1.2 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

En la Finca Capetillo se han realizado diagnósticos anteriores por entidades encargadas de certificar las fincas cafetaleras en el país, los cuales se utilizaron para la obtención de la información secundaria y antecedentes del uso de las instalaciones y diferentes áreas de la finca.

1.4.2 FASE SECUNDARIA (DE CAMPO)

1.4.2.1 SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES

Se llevó un seguimiento durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado de las diferentes actividades realizadas en la finca Capetillo, para tener información del uso de las instalaciones (oficina, beneficio, almacigo y campo) y del funcionamiento administrativo.

1.4.2.2 FASE FINAL (ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN)

1.4.2.2.1 ANÁLISIS FODA

Se elaboró un cuadro de análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), para analizar el uso de las instalaciones, procesos productivos y funcionamiento administrativo de la finca Capetillo.

1.4.2.2.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS

Se elaboró un árbol de problemas que representa las causas y efectos de los problemas identificados en el uso de las instalaciones, procesos productivos y en el funcionamiento de la finca Capetillo.

1.4.2.2.3 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS

Con base en los resultados obtenidos se realizó una jerarquización de los problemas identificados en las distintas áreas estudiadas para determinar de acuerdo al grado de importancia de los problemas, aquellos que tienen una posible solución a corto, mediano o largo plazo (los cuales pueden ser programados para oportunidades posteriores).

1.5 RESULTADOS Y DISCUSIONES

1.5.1 INSTALACIONES DE LA FINCA CAPETILLO

1.5.1.1 CASCO DE LA FINCA

Capetillo tiene dentro de la finca, como parte del caso de ella las siguientes instalaciones:

Oficinas de administración. Son cuatro oficinas distribuidas de la siguiente forma: administrador de la finca, encargado de planillas, encargado de bodegas y mayordomo.

Guardianía: es el lugar donde descansan y guardan sus pertenencias los guardianes de la finca.

Escuela primaria: la finca cuenta con una escuela primaria con capacidad para 150 niños, hijos de los trabajadores de la finca y de las personas del pueblo de Alotenango.

Taller: el cual se encarga del mantenimiento de los vehículos, camiones, tractores y bombas de riego y beneficio de la finca.

Cuatro bodegas: en las cuales se guardan los tubos de riego por aspersión, productos químicos, herramientas y papelería de la finca.

Lombriceras: es el área donde se encuentran las pilas para lombricultura.

Establo: donde duermen los caballos que sirven a los guardianes de la finca para sus rondas.

Leñera: lugar destinado para colocar la leña proveniente de las podas de sombra y café de la finca.

Salón de actos: es utilizado por los estudiantes de la Escuela Capetillo para la realización de sus actividades culturales.

Carpintería: para la realización de infraestructura de la finca.

Casa patronal: situada al centro del casco de la finca para el uso de los dueños y asociados de Capetillo.

Cancha de básquet y papi futbol: es utilizado por los estudiantes de la Escuela Capetillo para la realización de actividades deportivas.

Viviendas de trabajadores permanentes: los trabajadores permanentes poseen vivienda dentro de las instalaciones de la finca, en la actualidad únicamente el administrador y el mayordomo las poseen.

1.5.1.2 BENEFICIO

La infraestructura del beneficio es la siguiente:

Sifones húmedo y semiseco con capacidades diferentes, dos módulos de despulpado de 4 pulperos cada uno, dos pulperos repasadores. Con todo este equipo se pueden procesar 300qq de café maduro por hora.

Se cuenta con ocho pilas de primera pequeñas y siete pilas grandes de fermentación. Además se cuenta con un correteo tradicional con capacidad para 100qq de pergamino. También se cuenta con 14,000mts de patios de secamiento.

Las bodegas en conjunto tienen capacidad para 10,000qq de pergamino.

También se tienen guardiolas de sacamiento con capacidad de 120qq de pergamino por turno de secado. Su funcionamiento es con el agua del río y existe la opción de trabajo con corriente eléctrica.

1.5.1.3 ALMACIGO

Se tiene un área de 500m² destinados para esta actividad. El terreno es plano y se manejan surcos entre los camellones para facilitar el riego por gravedad. El semillero es un área muy especial que no se comparte con otra actividad.

El almácigo cuenta con un sistema de riego por aspersión. En la finca Capetillo se trabaja el 60% del almácigo en tubetes y el 40% bolsas. La modalidad de tubetes surgió en el año 2,002. Es fruto de la experimentación con recipientes plásticos que se usan en viveros forestales. Los tubetes son re usables y duran hasta 10 años.

1.5.1.4 CAMPO

Capetillo cuenta con 395 manzanas de cafetales. Dichos cafetales se encuentran en renovación, por medio de recepas y siembras nuevas.

Dentro de la plantación de café se encuentran intercalados árboles de Macadamia como parte de la sombra para el cafetal.

En Capetillo se ha creado una experiencia de café y variedades que se adaptan bien a las zonas y que por sus características productivas llenan los requisitos de cafés de excelencia. Las variedades sembradas son las siguientes:

A) Variedad Bourbon:

Es una variedad bastante difundida en el país, se adapta bien en alturas de 2,000 a 4,500 pies sobre el nivel del mar y sus características principales son:

Planta de porte alto. Las banderolas (ramas) forman ángulos de 45 grados con el eje principal. Entrenudos más cortos que los del Typica. Los brotes terminales u hojas tiernas son de color verde tierno. Las hojas son más redondas, anchas, bordes ondulados y más brillantes que las del Typica. El fruto es más redondo y pequeño que los del Typica.

B) Variedad Caturra:

Es una variedad originaria de Brasil. Se adapta bien a las alturas de 1,000 a 3,500 p.s.n.m. Planta de porte bajo. Las banderolas (ramas) forman ángulos de 45 grados con el eje principal. Los entrenudos son muy cortos, los brotes terminales u hojas tiernas son de color verde tierno. Las hojas son redondas y brillantes. El fruto es parecido al de Bourbon.

C) Variedad Catuaí:

También es originaria de Brasil, se adapta bien a alturas de 1,000 a 3,500 p.s.n.m. Fue obtenida mediante el cruce de Caturra (porte bajo) y Mundo Nuevo (porte alto). Planta de porte bajo pero mas alto que el Caturra. Las banderolas erectas forman ángulos de 45 grados con el eje principal. Los entrenudos son cortos. Los brotes terminales u hojas terminales son de color verde tierno. Las hojas son redondas y brillantes. El fruto es parecido al Caturra.

D) Variedad Pacas:

A nivel de experimento. Es una mutación del Bourbón, es de porte bajo, entrenudos cortos, ramas secundarias y follaje abundante. Responde muy bien a condiciones de suelo arenoso y regiones relativamente secas donde otras variedades se resienten. Su comportamiento es parecido al de Mundo Nuevo, sus producciones son bastante buenas y estables. El Pacas tiende a madurar con cierta anticipación a las demás variedades de la zona.

E) Variedad Pache:

Tiene su origen en Guatemala, es de porte bajo con buena ramificación secundaria, de entrenudos cortos y abundante follaje, remata en una copa bastante plana, "pache". Las plantaciones se han establecido en su mayoría en fincas de la región de oriente, donde su comportamiento y producción han sido satisfactorios.

F) Variedad Pacamara:

Planta de porte bajo y hojas grandes. Color se torna verde bronceado y sus producciones son regulares en cantidad. El fruto es grande y plano, se siembra en densidades de 2.4x1.2mts., debido a que abre sus banderolas que son muy largas. Sus producciones son de madurez normales como el Caturra. En las sequías bota hojas y sus cosechas son buenas bianualmente.

El sistema sombra de la Finca Capetillo está conformado en el cafetal por varias especies que son:

Gravilea (75%);

Cushín (20%);

Macadamia (5%).

Existen otras especies que sirven de sombra indirecta porque forman parte de la ornamentación del lugar, y en determinadas horas de la tarde se despliega su sombra sobre los cafetales.

Entre las especies que se encuentran están: Encinos, Matislisguates, Amates, Sauces, Magnolio, Nogal, Palo Blanco, Carreto, Jacarandas, Volador, Ceiba, Jocotes, Casuarinas, Ciprés, entre otras.

Las especies de árboles criollos y exóticos que se pueden apreciar en la finca son:

Gravilea, Cushín, Cedro, Jacaranda, Ciprés, Naranja, Macadamia, Zapuyul, Nogal, Bambú, Palmeras, Amate, Aguacates, Míspero, Magnolio, Pinabete, Ceiba, Matiliguate, Coyolar, Chilamate, Jocote, Castaño, Izote, Pino, Guachipilín, Flamboyán, Araucaria, Eucalipto, etc.

Las autoridades de la finca Capetillo están conscientes de la importancia del mantenimiento de la vida silvestre y la caficultura como medio de sostenibilidad a largo plazo del ecosistema. Las zonas en que Capetillo se encuentra fueron anteriormente áreas de milpas y potreros de alta erosión por vientos y lluvias. Ahora que se ha sembrado café existe una gran diferencia. Cada vez que se siembran lotes nuevos de café sabemos que estamos dando un nuevo hábitat a insectos y animales que contribuyen al desarrollo sostenible del medio. Además se está dando trabajo a cientos de personas que gracias a nuestras costumbres han aprendido que no se deben matar los animales silvestres y se deben cuidar las fuentes de vida como el suelo y los ríos.

Las especies de pájaros y animales silvestres presentes en la finca son:

Ardillas, Tacuazines, Conejos, Gato de monte, Armadillo, Iguana, Tigrillo, Venado, Coyote, Culebras, Taltuzas, Tejón, Comadreja, Zopes, Gavilanes, Quebrantahuesos, Garzas, Clarineros, Zanates, Chorchas, Pijuy, Tortolita, Cheje, Urraca, Carpintero, Sinsontle, Curruchiche, Golondrinas.

Algunos insectos como: Alacranes, Escorpiones, Grillos, Arañas de jardín, Arañas de caballo, Hormigas, Zompopos, Gusanos de macadamia, Hormiga León, Mantis, Esperanzas, etc.

La finca cuenta con un área de reserva natural en las faldas del volcán de Fuego, San José Prem es un terreno que mide aproximadamente 200 hectáreas, se protege con el objeto de conservar racionalmente los recursos, restaurar la flora y fauna silvestre y los recursos que están relacionados con ellos.

1.5.1.5 ADMINISTRACIÓN DE LA FINCA CAPETILLO

La finca Capetillo es administrada por la Junta Directiva de la empresa Capetillo S.A., teniendo como encargado de la administración de las actividades de campo, planillas, cosecha y beneficiado al Ingeniero Sergio Iván Castro Possé.

1.5.1.5.1 LÍNEA DE MANDO

La Junta Directiva de Capetillo S.A., está conformada por los dueños de la finca y los accionistas de la misma, los que nombran al Gerente General de la Empresa.

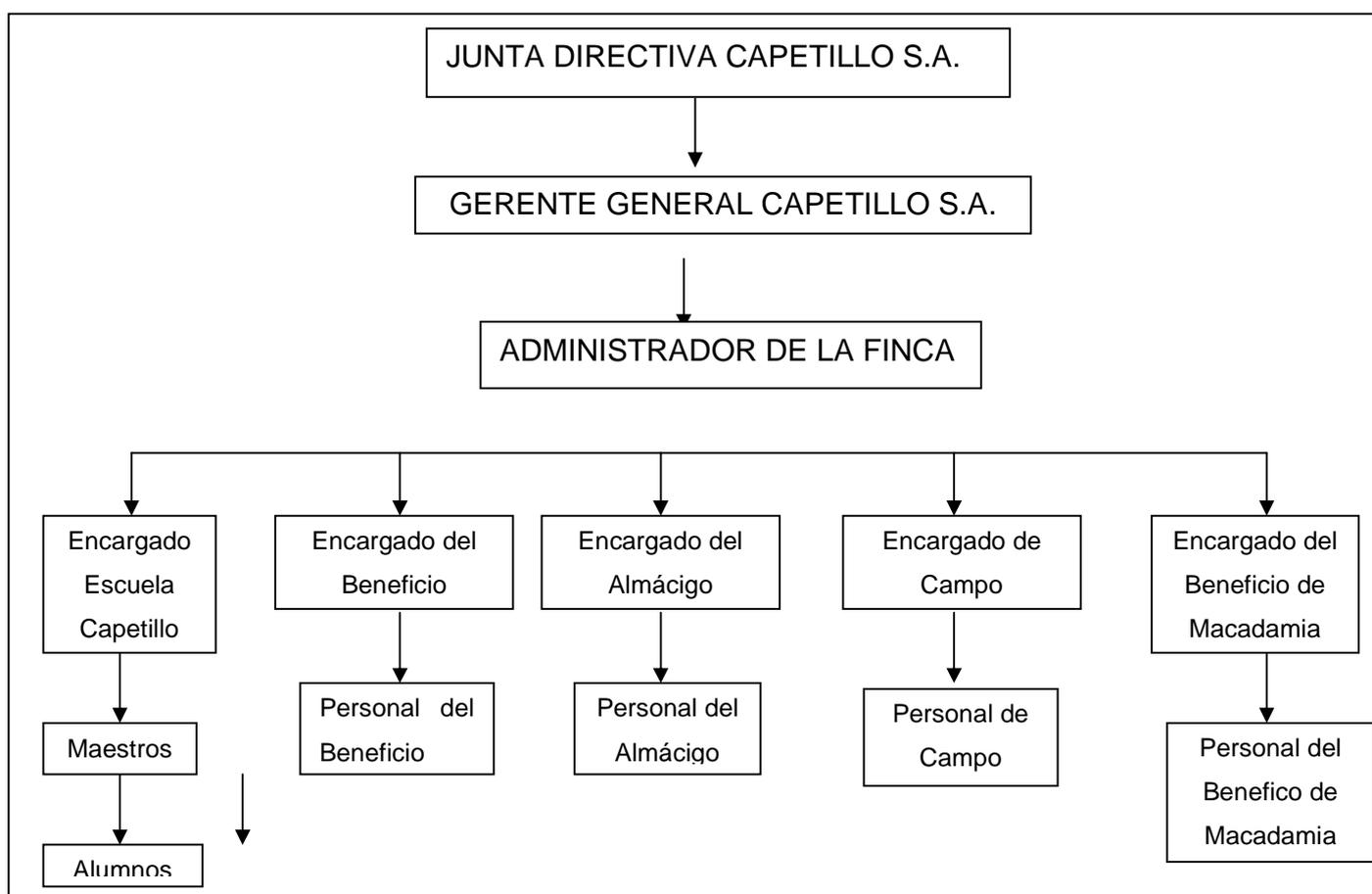


Figura 2. Jerarquía en la Administración de la Finca Capetillo.

1.5.1.6 PROCESOS PRODUCTIVOS

1.5.1.7 ALMÁCIGO

Para garantizar las plantaciones buenas en Capetillo se trabaja con variedades mejoradas. El injerto de cafetos de la especie *Coffea arabica* sobre patrón de la especie *Coffea canephora*, variedad Robusta, es el recurso más práctico y económico para el control de los nematodos en la plantación.

La semilla certificada de café se obtiene de granos sanos, bien desarrollados y de un grado óptimo de maduración.

La finca Capetillo tiene un lugar destinado para el semillero, que es el lugar destinado a la germinación de la semilla y su desarrollo, hasta las 6-9 semanas después de la siembra. Provee a las semillas la humedad y temperatura necesarias para su germinación. Está ubicado en un lugar seguro pero de fácil acceso, con una fuente de agua cercana para proveer de un riego constante y adecuado.

Al suelo destinado para el semillero se le da mantenimiento, para que esté libre de malezas y plagas, también se mantiene bien desinfectado y mantiene una consistencia que permite el desarrollo de las raíces. Los productos para desinfección y desinfestación se aplicarán previos a la siembra.

El personal de la finca realiza todo el tiempo la selección de las variedades de semilla a injertar, identificando las plantas con mejores características (sanidad y rendimiento). Los caporales saben que plantas escoger para esta labor y van identificando a lo largo del año las plantas más sanas. La selección de la semilla es una labor muy importante, debido a que de ello dependerá en buena parte el futuro de la nueva plantación.

Después de haber recolectado los granos maduros en las plantas seleccionadas, se despulpan y fermentan en el proceso normal con un pulpero manual. Ya el pergamino

lavado se escogen las mejores semillas, esta selección es necesaria porque aquí se eliminan los granos deformes (triángulos, elefantes, caracoles y desnutridos).

La semilla es regada por aspersión o por inundación, ya que las plantas necesitan humedad, evitando siempre los excesos de agua para no tener problemas de pudrición de raíz. Se realizan los riegos cada dos o tres días dependiendo de la sequedad del suelo.

1.5.1.8 CULTIVO DE CAFÉ EN PRODUCCIÓN

Se entiende por cultivo en producción, a todas las practicas que se realizan dentro del área de cafetales para poder alcanzar el objetivo de cosecha propuesto.

Para ello se deben tener limpios y abonados los cafetales sin afectar el desarrollo del ecosistema en el que se encuentra.

Para cumplir con dichos objetivos se realizan las siguientes prácticas culturales de producción:

A) Chapeos al cafetal:

Se realizan en forma manual donde existe mucha piedra, hay pendientes pronunciadas, en las riveras del río Guacalate y en los linderos.

Básicamente se limpia el cafetal tres veces al año, pero esto depende de la presencia de malezas en la zona. También se toma en cuenta dejar las malezas como cobertor natural contra la erosión.

Se chapea ligeramente una vez durante el verano y dos o tres veces en el invierno para algunas áreas.

B) Aplicación de herbicidas:

Se trata de no aplicar herbicidas, pero cuando se realizan se usan dosis mínimas y únicamente donde el banco de malezas es muy agresivo para el cafetal.

Generalmente se usan boquillas de espuma ya que se hacen aplicaciones del herbicida Roundp Max (Glifosato). Las boquillas de espuma reducen el uso de agua y de productos, ya que usan menos mezcla por área de aplicación.

Las aplicaciones se realizan con todos los implementos necesarios:

Guantes, mascarilla, lentes, botas de hule, over hall y hay lugares especiales para el vaciado de productos como cajas con aserrín.

Se cumplen las indicaciones del producto referente a las dosis y modo de aplicación y cuidados en la manipulación del producto.

C) La sombra del cafetal:

La labor de regulación de sombra se realiza al inicio del invierno, porque se desea dejar el cafetal con sombra durante el verano. Además se busca introducir luz a los granos recién formados para que inicien su llenado natural y completen su madurez fisiológica. Cuando las condiciones lo permiten, la sombra se regula muy poco, dependiendo de la intensidad del sol.

Se busca dar al cafetal la suficiente luz para que logre durante el día por lo menos 6 horas para la fotosíntesis que necesita.

Lo ideal es siempre buscar un equilibrio y tomar en cuenta todos los aspectos climáticos, ubicación de la finca, horas de sol, humedad relativa y hacer un balance para la sanidad de la plantación. El café necesita un ambiente fresco, luz solar y humedad suficiente, con una temperatura entre los 18 y 25 centígrados, para poder tener las condiciones ideales para su crecimiento, floración y fructificación.

La sombra densa tiene efectos negativos sobre la producción de café porque puede retardar la maduración de los granos más allá de lo programado. En cambio hay cafetales que pueden crecer sin sombra y con mucho calor, pero esto puede afectar la producción sostenida y la vida del cafeto. Cuando hay condiciones adversas hay que tomar acciones para minimizar las consecuencias.

D) Plan de recepas al cafetal:

Cada 5 años se establece un sistema de podas para los cafetales regulares y dañados por la edad. Si a un lote de café le toca renovación por resepa, se escogen dos surcos de cada seis surcos. Con este sistema se garantiza la población de por lo menos

cuatros surcos restantes. En Capetillo se ha trabajado así durante varios años, y las resepas en bloque solo se aplican a lugares pequeños cerca del casco de la finca.

E) Muestreo de suelos y foliares con análisis de laboratorio:

Durante el mes de marzo de cada año se realizan muestreos de suelo en las seis diferentes zonas productivas de la finca. Cada área es recorrida para ver sintomatología extraña dentro del cafetal. En base a eso se sacan las muestras principales que se envían al laboratorio de ANACAFE.

Cuando se reciben los análisis del laboratorio se planifica la cantidad de nutrientes que se deberá aplicar al cafetal. Se busca aplicar las dosis más recomendadas para cada área en especial y en base a esto se calcula la cantidad en onzas de fertilizante por planta que se va a aplicar en los tres períodos de fertilización en el invierno.

Generalmente se hacen muestreos foliares en los lotes que presentan alguna sintomatología. Este muestreo consiste en cortar hojas de las bandolas de en medio y usando el cuarto par de hojas de la punta hacia adentro de un número de 50 plantas. Lo que se busca es que la muestra sea representativa de un área en particular.

Para los lotes representativos de cada área del cafetal sacan 15 sub muestras las cuales se juntan y colocan en las bolsas de papel y son enviadas al laboratorio de ANACAFE.

El procedimiento se hace sacando tierra a una profundidad de 1 pie dentro del suelo y no mezclando el suelo superficial. Si lo que se desea son muestras de aluminio, se hacen muestreos más profundos en las zonas especiales. Generalmente la profundidad es de 20 a 40 centímetros dentro del suelo para suelo la tierra representativa.

F) Pepenas:

Las pepenas se hacen en la finca Capetillo durante los meses de Septiembre y Octubre, para recoger los primeros granos. Durante esta labor se aprovecha para muestrear zonas con alta presencia de broca (*Hypothenemus hampei*) y así colocar más trampas para su recolección en esas áreas.

Las repepenas o taxuelos consisten en cortar todos los granos de café que quedan después de realizar la cosecha, tanto en el suelo como en la planta. Generalmente se contrata gente para que haga esta labor.

G) Fertilización al suelo:

Después de recibir los resultados del análisis de suelos, se prepara un plan de trabajo en base a las áreas de la finca. Las áreas con mayor necesidad se trabajan primero y se les da más atención. Las aplicaciones al suelo son granuladas y en zonas muy fértiles se han realizado aplicaciones líquidas de fertilizantes.

H) Control fitosanitario:

Con el plan de manejo de sombra y fertilización se reduce considerablemente la propagación de enfermedades. En Capetillo han experimentado que con una sombra al 50% se mantiene la humedad adecuada para que la presencia de enfermedades no se efectúe.

Al darle buen mantenimiento a los cafetales va a ser poca la posibilidad que haya ataque de enfermedades y plagas. El mantenimiento a los cafetales, las prácticas culturales como la limpia de malezas, el manejo de la sombra, las resepas, el deshije, aplicaciones de fertilizantes, conservación de suelos, entre otras, también ayuda bastante.

Los muestreos de las plagas y enfermedades, se realiza quincenalmente. Según el porcentaje de incidencia se programan acciones prioritarias. Para controlar las plagas y las enfermedades se hace el Manejo Integrado de Plagas (MIP), es decir con medidas de control biológico, etológico, cultural y natural.

En muy raras ocasiones se utiliza control químico, principalmente contra la broca cuando sus poblaciones se salen de lo normal.

I) Deshije del cafetal:

Se realiza uno a finales de año y otro al inicio del invierno, eliminando todos los hijos que salen en las resepas y plantas adultas.

Dependiendo de la edad del cafetal se pueden dejar:

En el descope, se dejan 2 hijos.

En la resepa se dejan de 2 a 4 hijos por planta, seleccionando los que estén mejor desarrollados.

J) Conservación de suelos:

En zonas que hay mucha pendiente las prácticas para la conservación de los suelos son muy populares. Cuando las zonas cafetaleras presentan fuertes lluvias o vientos también se debe proteger el suelo de deslaves y erosiones.

Las plantaciones de café, se siembran en surcos al contorno y en pendientes inclinadas, existen barreras vivas que se siembran dentro del cafetal, en las orillas y en los cercos (izote, gandul y palo de agua entre otros). Las barreras muertas, son materiales como sacos de arena, piedras y palos, que tienen larga duración. Las distancias entre barreras depende de la inclinación.

K) Control de plagas y enfermedades:

En Capetillo saben que el control de plagas y enfermedades debe ser integrado para que el ecosistema no sufra daños irreparables. Se realizan aplicaciones de químicos solo de ser necesario, según los muestreos. Algunas de las plagas ya han sido controladas a niveles manejables.

Las plagas presentes actualmente en Capetillo son:

- La Broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*)
- Zompopos (*Atta sp.*)

Las enfermedades presentes actualmente en Capetillo son:

- Roya (*Hemileia vastatrix*)
- Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

1.5.2 ÁREA DE MACADAMIA EN PRODUCCIÓN

El 4% del cafetal de la finca Capetillo posee sombra de Macadamia, dichos árboles se encuentran en edad productiva. Los árboles de macadamia poseen en las primeras ramas la mayor productividad, sin embargo para la finca siempre es el cultivo de café la prioridad, y es para evitar que se perjudiquen las plantas de café que las ramas más bajas de los árboles de macadamia son podadas.

En promedio los árboles de macadamia generan una producción de 300qq anuales de concha. También la pulpa de macadamia sirve como alimento para las lombrices.

1.5.3 COSECHA DE CAFÉ

En esta actividad se culminan las labores de campo. Los rendimientos por manzana y la calidad de los granos libres de plagas y enfermedades son frutos de este esfuerzo. Para llevar a cabo esta actividad se deben observar 4 aspectos:

1.5.3.1 La calidad del grano:

Todo grano recién cortado debe tener el punto de madurez (color rojo uva). No se deben cortar cafés colores camagüe o verde. Los granos verdes le dan mal sabor a la taza y se pierden granos que se llenarán mejor. Los granos no deben llegar al punto de sobre maduración, porque pueden dañar la calidad de la taza también.

Los granos con antracnosis y broca se deben separar del grano sano para facilitar las labores del beneficiado.

1.5.3.2 Control de calidad en el corte y transporte:

El corte de café debe realizarse en horas de la mañana y entregarse ese mismo día al beneficio.

Los granos de café sanos se entregan en el sifón y los granos secos se entregan por aparte. Los caporales deben observar que el corte de café venga en orden, por surcos, para no dejar plantas olvidadas. Los grupos de trabajo no se mezclan para poder verificar quién cortó cada lote de café.

Los caporales organizan la carga en los camiones al momento del acarreo para el beneficio. Los ayudantes de café deben de mantener la misma carga hasta su entrega en el beneficio.

1.5.3.3 Cuidados a la plantación:

Los granos deben ser cortados con cuidado de las plantas, no deben cortarse con el pedúnculo, porque se daña la bandola de café.

Las personas no deben quebrar las ramas de la plantas. Para alcanzar las ramas de café solo deben inclinar las ramas y sujetarlas con una de las manos o con una pita.

En el último corte los caporales deben chequear que no queden granos, porque pueden servir de foco de infestación de la broca.

1.5.3.4 Cuidado en el control de partidas:

Cada día que se corta café es una nueva partida. Las partidas deben de trabajarse en el beneficio en forma separada. Desde su inicio hasta que se guarda en bodega. Se deben identificar con número de partida, responsable, fecha de despulpado, fecha de fermento, cantidad de pergamino generado, cantidad de maduro ingresado, lugar de origen y número de bodega para ingresar.

1.5.4 COSECHA DE MACADAMIA

La cosecha de la nuez de macadamia se realiza durante los meses de octubre a enero, las nueces son recogidas del suelo una vez caen de los árboles.

Las nueces cosechadas son llevadas al beneficio de macadamia ubicado en el casco de la finca.

Esta actividad es realizada por mujeres.

1.5.5 BENEFICIADO DE CAFÉ

Después de trasladar el café del campo se recibe en el sifón semi-seco, para su despulpado en el área de beneficio húmedo. Actualmente se trabaja en un módulo

ecológico con recirculamiento de agua. El café recién ingresado al beneficio es despulpado inmediatamente.

Después de despulpado el café, se deja fermentar el pergamino con mucílago. El tiempo promedio de fermento en la finca es de 24 a 34 horas. Luego de dar punto el fermento se lava en el correteo y se clasifica por peso dentro del agua.

El café ya clasificado se seca en los patios del beneficio. El tiempo promedio de secamiento es de 8 días, si hay bastante aire y sol. Para que el secamiento sea parejo se mueve el café en los patios por medio de personas, con azadones haciendo surcos no mayores de 8cm de espesor en el piso. El café ya seco se pesa y guarda en bodegas especiales para café pergamino.

1.5.6 BENEFICIADO DE MACADAMIA

Después de trasladar las nueces del campo, se ponen en baldes con agua a remojar durante 12 horas aproximadamente ya que la cáscara de las nueces es muy dura.

Luego las nueces son despulpadas y lavadas para que posteriormente se pongan a secar.

Una vez las nueces estén despulpadas, secas y clasificadas, se embasan en sacos de 100lbs (1qq) y son despachadas a los compradores.

La pulpa obtenida de este proceso se pone a descomponer bajo el sol para posteriormente dárselas de alimento a las lombrices.

1.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

1.6.1 ANÁLISIS FODA

1.6.1.1 FORTALEZAS

La finca Capetillo, por su ubicación dentro del municipio de Sacatepéquez, constituye una de las fincas cafetaleras más importantes de este municipio, al tener tierras con las características necesarias para la producción de Café Genuino Antigua, en donde los recursos tanto económicos como físicos, insumos y condiciones climáticas promedio, son ideales para el cultivo de café, son entre muchos aspectos, ventajas comparativas.

Capetillo cuenta con un área dedicada únicamente a los almácigos, tanto de café como de especies forestales utilizadas para la reforestación y sombra del cafetal. Esto es una fortaleza para la finca ya que garantiza el origen de la semilla que servirá para las nuevas plantaciones de café; también se conoce el manejo y cuidado que se ha dado a las plantas desde el momento de la germinación hasta la llegada al campo definitivo.

Otra fortaleza significativa, es la existencia de un beneficio dedicado principalmente al procesamiento de las cosechas de Capetillo. El café es cultivado, cosechado y procesado dentro de las instalaciones mismas de la finca y el café sale de este lugar en un contenedor hacia el lugar de exportación.

La línea de mando se encuentra bien definida tanto en la teoría como en la práctica, existe un registro adecuado de todas las actividades que se han realizado en cada una de las áreas de la finca, así como los encargados de la realización de las mismas. El administrador general se encarga de supervisar la realización de las actividades agrícolas, administrativas y estratégicas de la finca para poder rendir cuentas claras con el Gerente general de la empresa.

Capetillo cuenta con gran abastecimiento de agua, tanto subterránea como proveniente del río Guacalate. El agua del río es utilizada únicamente para el riego del cafetal durante el verano, y el agua que es utilizada para el beneficio y para el uso de las oficinas y de la casa patronal proviene de un pozo.

La finca Capetillo cuenta con suelos de la Serie de Los Valles según la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto (1959). Con una textura franco-arenosa, suelos profundos con un buen drenaje y debido a su origen (cenizas volcánicas) son suelos catalogados como suelos jóvenes (De la Cruz 1979). Esto brinda un suelo con una buena fertilidad para el cultivo de café.

El clima y la altitud sobre el nivel del mar en la zona donde se encuentra ubicada la finca, brinda las características adecuadas para la producción de café Genuino de Antigua, siendo esta una de las mayores fortalezas ya que el café producido en esta finca es exportado a diferentes lugares de Europa, Asia y a Estados Unidos de Norte América.

1.6.1.2 OPORTUNIDADES

La finca Capetillo cuenta con suficientes recursos económicos para producir café con la más alta tecnología en este cultivo.

Capetillo está certificada y verificada por Rainforest Alliance, quienes aseguran que el café es producido de manera social, económica y ambientalmente sostenible. También el café producido en la finca está certificado por Starbucks Coffee Company responsables de catar el café para ofrecer únicamente los mejores granos, los más ricos en sabor y de la mejor calidad para la exportación de Café Genuino Antigua, lo cual representa una gran oportunidad para la Empresa ya que el café aquí producido es exportado a distintos países de Asia, Europa y Estados Unidos.

Al estar certificada por estas entidades tan importantes en el mercado del Café, la oportunidad de expandirse en nuevos mercados aumenta; siendo uno de estos mercados el del café orgánico.

Capetillo tiene un gran potencial para la producción de café 100% orgánico, debido a la gran cantidad de materia orgánica que se produce dentro de la finca y debido al origen de los suelos donde está ubicada esta es una gran oportunidad ya que el café orgánico es uno de los productos con mayor ventaja competitiva en este mercad.

La extensión de la finca da la oportunidad de producir hasta 60,000 quintales de café maduro al año y hasta 500 quintales de macadamia.

Las autoridades de la finca y los principales accionistas poseen contactos en el extranjero para vender el café en el mejor mercado y a los mejores precios, siendo esta una de las mayores oportunidades de crecimiento que tiene la finca.

La calidad de café que se produce en Capetillo es Estrictamente Duro, uno de los cafés más codiciados en el mercado internacional, especialmente en el mercado Asiático.

1.6.1.3 DEBILIDADES

Durante la realización del diagnóstico de la finca Capetillo, se identificó como una de las debilidades el hecho que las personas encargadas de la supervisión de los procesos productivos más importantes, no cuentan con la educación necesaria para el adecuado desempeño de sus actividades.

Debido a que la finca cuenta con un sistema de manejo de aguas servidas que evita que toda la contaminación proveniente del beneficio húmedo llegue hasta el río Guacalate, y los trabajadores del beneficio no conocen los fundamentos de este sistema lo que impide crear en las personas conciencia en el cuidado del medio ambiente, se consideró esta situación como otra debilidad de la empresa.

1.6.1.4 AMENAZAS

Los fenómenos naturales como tormentas, huracanes y heladas son situaciones que el hombre no pueden controlar y que afectan el rendimiento de todo cultivo causando grandes pérdidas económicas. Guatemala se encuentra en una región altamente vulnerable a dichos fenómenos naturales, convirtiéndose está en una gran amenaza para cualquier cultivo a campo abierto.

El cultivo de café es sumamente vulnerable a plagas y enfermedades, éstas atacan cuando las condiciones dentro del ecosistema son adecuadas para su desarrollo. Cuando el manejo del cultivo no es adecuado o cuando algún fenómeno natural ha afectado las condiciones dentro de la plantación, ésta se encuentra vulnerable al ataque de plagas y/o enfermedades.

Cuadro 1. Resumen del análisis FODA.

FORTALEZAS Ubicación Almácigo Beneficio Administración Recurso hídrico Tipo de Suelo Clima	OPORTUNIDADES Recursos económicos Certificaciones Potencial Extensión territorial Contactos Prestigio Calidad del café
DEBILIDADES Personal poco calificado Falta de capacitaciones al personal	AMENAZAS Clima Plagas Enfermedades

1.6.2 ÁRBOL DE PROBLEMAS

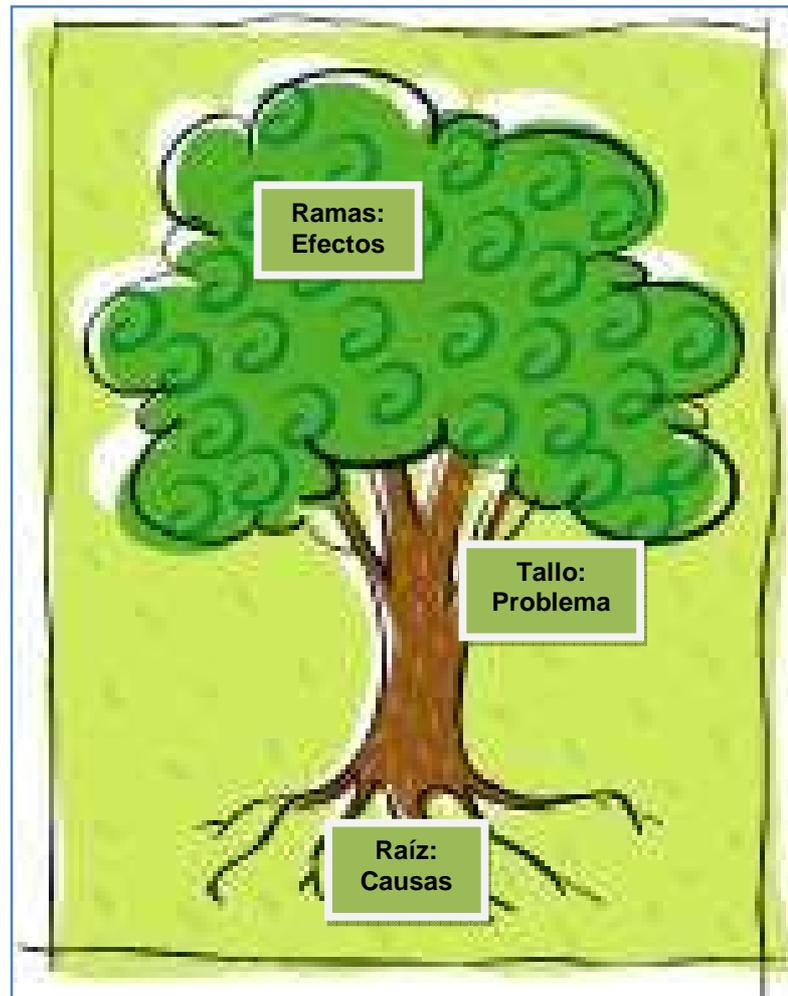


Figura 3. Descripción gráfica del Árbol de Problemas.

Cuadro 2. Descripción de las causas y efectos de los problemas identificados en la Finca Capetillo.

PROBLEMA(Tallo)	CAUSAS (Raíz)	EFFECTOS (Ramas)
No existe investigación realizada sobre fertilización orgánica de café en la Finca Capetillo.	No se ha puesto interés en identificar los beneficios que crea la fertilización orgánica en el cultivo de café.	No se conocen los beneficios exactos de la aplicación de abonos orgánicos al cultivo del café. Se está perdiendo la oportunidad de encontrar otro mercado para el producto. Se están degradando los suelos con el uso excesivo de fertilizantes sintéticos.
Especulación sin fundamentos técnicos a cerca de la cantidad de café a cosecharse.	No se ha realizado con anterioridad un pronóstico de cosecha utilizando una metodología apropiada.	La cantidad de cosecha pronosticada siempre varía mucho del valor real.
No se ha dado capacitación a los trabajadores en temas como: Manejo Integrado de la Broca del café (MIB); Manejo de Aguas Servidas, etc.	No se ha puesto interés en educar al personal del beneficio sobre la importancia y los beneficios de un buen manejo de aguas servidas.	El personal del beneficio no presta mayor interés el manejo de aguas servidas provenientes del beneficio. Frecuentemente el personal realiza su trabajo sin entender el por qué del mismo?.
No existe un control adecuado de la cosecha recibida en el beneficio húmedo.	La persona encargada del manejo de la información de cosecha no	Falta de control en la entrada de café maduro al beneficio. Falta de control en la entrada y salida de café al beneficio seco.

1.6.3 JERARQUIZACIÓN DE PROBLEMAS

De los problemas identificados con posibles soluciones, se encuentran los siguientes:

Cuadro 3. Jerarquía de los problemas identificados en la Finca Capetillo.

DESCRIPCIÓN	JERARQUÍA	ACTIVIDAD
No existe investigación realizada sobre fertilización orgánica de café en la Finca Capetillo.	1	Investigación
No existe un control adecuado de la cosecha recibida en el beneficio húmedo.	2	Supervisión en el beneficio de café
No se ha realizado un pronóstico adecuado de cosecha.	3	Capacitación al personal y realización del pronóstico de cosecha con la metodología de ANACAFE.
El personal de campo encargado del trampeo para la broca no posee capacitación sobre el tema	4	Capacitar a las personas encargadas de la elaboración y colocación de trampas para broca del café.
Falta de conocimiento del personal del beneficio a cerca del manejo de aguas servidas.	5	Capacitación al personal del beneficio.

1.7 CONCLUSIONES

- Se realizó una amplia descripción de la situación actual de uso de las instalaciones de la Finca Capetillo, dando como resultado una serie de causas, problemas y efectos, mediante un análisis FODA y un árbol de problemas; de dichos resultados se priorizó en orden descendente, según la magnitud e impacto de los mismos y la capacidad para darles solución.
- Se estableció el funcionamiento administrativo real de la Finca Capetillo, llegando a la conclusión que la línea de mando de la misma está bien definida por lo que la solución de los problemas tiene menos dificultades.
- Se priorizó la realización de la investigación “Efecto de la combinación de fertilización química y orgánica en la floración y cuajado del fruto en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en la Finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez”.
- Se identificaron como problemas de los cuales se realizaron los servicios siguientes: a) Cálculo del pronóstico de cosecha; b) Supervisión de la entrega de cosecha de café (*Coffea arabica*) en el beneficio húmedo y seco; c) Capacitaciones al personal de campo; d) Elaboración y colocación de trampas para el control debroca del café.

1.8 RECOMENDACIONES

- Darle seguimiento a los resultados obtenidos en la realización del diagnóstico de la finca Capetillo, que dieron como producto los servicios profesionales (supervisión de cosecha y beneficiado del café, capacitaciones a los trabajadores, investigación, etc.) realizados durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado.
- A las autoridades de la finca se les recomienda, generar más investigación sobre los factores de producción del cultivo de café (*Coffea arabica*).
- A las autoridades de Capetillo se les sugiere realizar un diagnóstico anualmente para conocer la situación actual de la finca, y verificar los progresos en las soluciones de los problemas identificados con anterioridad.

1.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Cruz S, J.R. De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
2. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). 2010. Datos meteorológicos del municipio de Guatemala. Guatemala, 72 p.
3. _____. 1978. Estudio de aguas subterráneas en Guatemala: informe final. Guatemala. 303 p.
4. Simmos C; Tárano, J.M.; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala ed. José Pineda Ibarra. 1,000p.

Vo.Bo. _____
Ing. Rolando Barrios



II. CAPÍTULO II

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA FLORACIÓN Y CUAJADO DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN LA FLORACIÓN Y CUAJADO DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*) EN LA FINCA CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.

EFFECT OF THE COMBINATION CHEMICAL AND ORGNIC FERTILIZATION IN FLOWERING AND FRUIT SETTING IN THE CULTIVATION OF COFFEE (*Coffea arabica*) ON THE FARM CAPETILLO, SAN JUAN ALOTENANGO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA A.C.

RESUMEN

La tendencia en el mundo apunta hacia una agricultura amigable con el ambiente, y actualmente en Guatemala el uso de fertilizantes químicos (sintéticos) todavía es una práctica común en la mayoría de cultivos. En busca de la reducción del uso y aplicación de estos productos, la mayoría de agricultores están implementando nuevas formas de fertilización que incluyen la aplicación de fertilizantes de origen orgánico (sometidos a procesos de descomposición), como lo son desechos vegetales y animales.

Capetillo es una de las principales fincas productoras de café en la región de Antigua Guatemala, y debido a su gran influencia en la región esta implementado nuevas prácticas agrícolas en el cultivo de café para cumplir con todas las nuevas normas y estándares de producción para la exportación al continente asiático.

El estudio se desarrolló en la finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez, basado en la necesidad de determinar una combinación entre fertilización química y orgánica, que permita obtener mejores cosechas así como evitar la degradación de los suelos.

Se uso un Diseño de Bloques al Azar (DBA), debido a diferencias en la pendiente del terreno.

Se realizó la aplicación del 75% del abono orgánico (Cerdaza) en el mes de diciembre, en cada unidad experimental. La segunda fertilización se realizó en el mes de marzo, aplicando el 25% de abono orgánico restante y el 50% de fertilizante químico. La tercera y última aplicación de fertilizante se realizó en mes de mayo, aplicando el otro 50% del fertilizante químico.

Como resultado de esta investigación, se demostró que al reducir la dosis de fertilizante químico y sustituirlas por un abono orgánico tipo cerdaza, la plantación presentó un aumento del 18.42% en la producción de frutos.

2.1 INTRODUCCIÓN

En Guatemala, el cultivo de café desempeña un papel crucial en la economía agrícola y en la dinámica del empleo en amplias regiones del país. El cultivo del café en se desarrolla desde el siglo antepasado (Guatemala exporta café desde 1859) y desde entonces se ha constituido en uno de los principales cultivos del país, tanto por el valor de la producción como por la cantidad de divisas y empleo que genera (Camacho, 1992).

La dinámica de las exportaciones de café ha presentado una tendencia al alza a partir del año 2002, salvo para el año 2009 cuando la producción de café fue afectada por la tormenta tropical Agatha causando miles de pérdidas a nivel nacional. Sin embargo el incremento en las divisas producto de las exportaciones de café ha tenido un incremento del 173% del año 2010 con respecto al año 2002, según cifras del Banco de Guatemala (BANGUAT, 2011).

La cifra de la cosecha 2010/2011, según la Asociación Nacional del Café (Anacafé) supera en US\$408.6 millones (59.09%) a la cosecha 2009/2010, cuando se registraron ventas por US\$691.4 millones. Alcanzando por primera vez un ingreso de divisas por exportaciones de café de US\$1 mil 100 millones, debido al alto precio del aromático en los mercados internacionales (ANACAFE, 2011).

La capacidad para incrementar las cosechas, reduciendo al mismo tiempo los costos de producción, depende de la habilidad con que se traten los siete factores principales de producción, que son: a) Semilleros y almácigos b) Uso de variedades de alta producción; c) Podas y repoblación; d) Manejo de sombra; e) Control de Malezas; f) Control de plagas y enfermedades y g) Fertilización. El reconocimiento de la importancia de estos factores es esencial, especialmente cuando se plantea efectuar un cambio positivo en el manejo del cultivo. (Malavolta, 1992)

El constante uso de fertilizantes químicos afecta el suelo provocando con el tiempo pérdida de la fertilidad, además el alza constante en el precio de dichos fertilizantes, afectada la rentabilidad del cultivo.

Es siempre interesante buscar la reducción de los costos de producción, sin perjudicar el rendimiento o la calidad. Esto es particularmente importante en épocas de crisis, como las que sufre el sector por las variaciones del precio internacional del café. Una de las formas de lograrlo es mejorando la eficiencia de los fertilizantes aplicados en los cafetales, especialmente mediante el restablecimiento del equilibrio catiónico del suelo con el uso de correctivos y/o enmiendas. (Valencia, 1998)

Esta investigación fue realizada en la Finca Capetillo, en el municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, en el periodo comprendido entre noviembre de 2009 y mayo de 2010, con el objetivo de evaluar el efecto de fertilización química y orgánica en la floración y cuajado del fruto en el cultivo de café (*Coffea arabica*) en la Finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El precio del petróleo se mantiene en una tendencia constante de altas y bajas, el cual se ve reflejado en el alza del precio de los fertilizantes sintéticos. Según cifras del Banco de Guatemala, los precios de los fertilizantes han aumentado en los últimos dos años de 50-100%, en algunos casos han llegado a aumentar hasta un 400%. Lo que, incide directamente en los costos de producción de cualquier sistema agrícola y por lo tanto en las utilidades del cultivo de café (BANGUAT, 2009).

El uso prolongado de fertilizantes químicos causa contaminación por residuos en el suelo. Cuando un suelo sufre contaminación por exceso de sales provenientes de los fertilizantes, este pierde su fertilidad afectando así directamente la producción de cualquier cultivo.

La finca Capetillo tiene una extensión de 395 hectáreas en producción generando un promedio de 40,000 quintales de café maduro por año. El constante incremento en el precio de los fertilizantes químicos, ha afectado la rentabilidad del cultivo, aumentando los costos de producción entre 5 y 7% anual, correspondiente al rubro de fertilización.

Unido con este aumento en el presupuesto de la finca, se encuentra la pérdida de fertilidad del suelo ocasionada por el constante y exclusivo uso de fertilizante químico lo cual afecta directamente la productividad del cultivo. Siendo estas las principales causas del problema.

2.3 JUSTIFICACIÓN

La aplicación de elevadas cantidades de fertilizantes químicos puede conducir a la formación de altas concentraciones de nitratos, inhibiendo el mecanismo de fijación natural de nitrógeno, causando antagonismo, obstruyendo la liberación y aprovechamiento de otros nutrientes, como el mismo nitrógeno, el fósforo, potasio y micronutrientes. Esta forma de fertilización causa salinidad, desbalances y toxicidad de los suelos, así como contaminación en parte de las aguas de escorrentía, cuerpos de agua, y el manto de aguas subterráneas por lixiviación. Nuevas formas de fertilización existen actualmente, como la agricultura orgánica.

En el sistema de agricultura orgánica, se utilizan insumos agrícolas naturales, como estiércol de ganado (bovino, porcino, etc.), los que se agregan al suelo como portadores de nutrientes y mejoradores de las condiciones físicas, químicas y biológicas de este.

El suelo se enriquece con estos y luego proporciona un mejor medio para el desarrollo y producción de los cafetos.

Desde la introducción del cultivo de café a Guatemala, son innumerables los estudios que se han realizado en el país para mejorar la tecnología del cultivo, tomando como una de los principales factores de estudio la fertilización.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria del año 2008, el cultivo de café actualmente ocupa un área de más de 242,000ha que representan alrededor del 34% de la superficie con cultivos permanentes (INE, 2010)

Capetillo es una de las principales fincas productoras de café en la región de Antigua Guatemala, y dada la importancia y amplio mercado tanto nacional como internacional de este cultivo, se observó la necesidad de determinar una combinación entre fertilización química y orgánica, que permita obtener mejores cosechas así como evitar la degradación de los suelos y la contaminación del agua por el uso excesivo de fertilizantes químicos.

2.4 MARCO TEÓRICO

2.4.1 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1.1 HISTORIA DEL CAFÉ

La palabra "café" proviene del término turco *qahve*, a su vez, procedente del árabe, *qahwa*, a través del italiano. El término árabe sería una abreviación de la expresión *qahwat al-bun ovino de la habichuela*. Un posible origen de la palabra se encontraría en el Reino de Kaffa en Etiopía, de donde procedería la planta del café; su nombre allí es *bunn* o *bunna* (Weimberg, B., 2001).

La historia del café se remonta al siglo XIII, aunque el origen del café sigue sin esclarecerse. Se cree que los ancestros etíopes del actual pueblo Oromo fueron los primeros en descubrir y reconocer el efecto energizante de los granos de la planta del café; sin embargo, no se ha hallado evidencia directa que indique en qué parte de África crecía o qué nativos lo habrían usado como un estimulante o incluso conocieran su existencia antes del siglo XVII (Weimberg, B., 2001).

La historia de Kaldia, un criador de cabras etíope del siglo IX que habría descubierto el café, no apareció escrita hasta 1671 y es probablemente apócrifa. Se cree que, desde Etiopía, el café fue propagado a Egipto y Yemen. La evidencia creíble más temprana de cualquier bebida de café o conocimiento del árbol del café aparece a mediados del siglo XV, en los monasterios de Yemen. Fue allí, en Arabia, donde los granos de café fueron tostados y molidos por primera vez en una forma similar a cómo son preparados en la actualidad. Para el siglo XVI, se había expandido por el resto del Medio Oriente, Persia, Turquía y África del Norte. Luego, el café se extendió a Italia y el resto de Europa hasta Indonesia y el continente americano (Weimberg, B., 2001).

Pero los grandes propagadores del café fueron los holandeses, que explotaron grandes plantaciones del mismo en sus colonias de Ceilán e Indonesia (Mundo del Café, 2009).

Fueron los holandeses los importadores del cafeto y quienes lo aclimataron en los jardines botánicos de Ámsterdam, París y Londres, desde donde pasó a la Guayana Holandesa, al Brasil, a Centroamérica y a otros muchos países. Gracias a lo cual en tres siglos ésta infusión ha pasado de ser casi desconocida a convertirse en una bebida

universal que Bach, Balzac, Beethoven, Goldoni, Napoleón, Rossini, Voltaire y otros muchos personajes de la historia han consumido en grandes cantidades y elogiado desmesuradamente. (Mundo del Café, 2009)

2.4.1.2 EL CAFÉ EN GUATEMALA

A mediados del siglo XIX, la vida económica de Guatemala giraba en torno a la agricultura. Más de tres cuartas partes de la población, estimada en 900,000 personas (von Scherzer, 1980), se encontraba vinculada directa o indirectamente al campo. Por las condiciones agrarias imperantes en el país, el temporal que lo azotó en 1852, tuvo el significado de una verdadera catástrofe nacional (Castellanos Cambranes, 1985).

Este temporal inició el 19 de octubre, lloviendo sin cesar en todo el territorio nacional ocasionando la destrucción de todas las plantaciones de nopal y se cayeron los almacenes y bodegas donde se hacían las asemillaciones¹ (Ver figura 1). En los departamentos de mayor producción de cochinilla, los estragos causados no permitieron obtener ni la mitad de la abundante cosecha que se esperaba, reportándose también pérdidas incalculables en los granos de primera necesidad (Castellanos Cambranes, 1985).

Como resultado de esta catástrofe natural, subieron los precios de los alimentos, del ganado, y de los instrumentos de producción. Fue entonces cuando la Sociedad Económica y el Gobierno conservador decidieron fomentar sistemáticamente la diversificación de cultivos y en especial, la producción de café, siguiéndose el ejemplo de Costa Rica (Castellanos Cambranes, 1985).

A partir de 1835 el cultivo comercial del café fue promovido para que se beneficiaran del mismo, tanto grandes como pequeños productores, siendo hasta 1863 que se obtuvo la primera exportación (Castellanos Cambranes, 1985).

¹ Término utilizado en cultivo de Cochinilla o Grana (*Cactus cacti*), referente al proceso de colocar los huevos o "semillas" del insecto en las hojas del nopal.



Figura 4. Asemillaciones de Cochinilla o Grana en las hojas del nopal.

2.4.1.3 ORIGEN DEL CAFÉ

Las plantas de café son originarias de la antigua ETIOPIA (Mundo del Café, 2009).

Es fácil confundirse con el origen verdadero del café, ya que antiguas leyendas sobre el cultivo y la costumbre de tomar café provienen de Arabia (Mundo del Café, 2009).

Uno de los escritos más antiguos que hace referencia al café es llamado "The Success of Coffee" (El éxito del café), escrito por un sensible hombre originario de la Mecca llamado Abu-Bek a principios del Siglo XV y fue traducido al Francés en 1699 por Antoine de Gailland, el mismo que tradujo "Thousand and One Arabian Nights" (Las mil y una noches) (Mundo del Café, 2009).

La mayoría de los historiadores coinciden en asignar la paternidad del café, como estimulante en el consumo humano, a un modesto beduino (recordemos que es propio de los historiadores asignar paternidades (< ...*el padre de la patria*, ... *el de la química*, *el de la psicología*.) y, en éste caso, le corresponde a Khaldi, pastor de caprinos posiblemente yemenita, acerca del cual coinciden las leyendas en que aproximadamente corría el año 575 de nuestra era (la fecha precisa resulta inconsistente), cuando este pastor observó que su rebaño de cabras, tras comer los acerezados y carnosos frutos del café, un arbusto natural de sus tierras montañosas, manifestaban un comportamiento diferente, mostrándose más inquietas, juguetonas y resistentes; y Khaldi, intrigado por el cambio conductual de su rebaño y atribuyéndolo a dichos frutos, decide degustarlos, experimentando en él mismo sus seductores efectos psicoestimulantes para posteriormente compartir su descubrimiento con los monjes de un monasterio - posiblemente Islámico zaidí - cercano a sus tierras de pastoreo, quienes iniciaron pruebas

más sistemáticas hasta lograr la vivificante infusión que hoy conocemos como café (TUREVISTA.uat, 2011).

Kaldi después llevó algunos frutos y ramas de ese arbusto a un monasterio. Allí le contó al Abad la historia de las cabras y de como se había sentido después de haber comido las hojas. El Abad decidió cocinar las ramas y las cerezas; el resultado fue una bebida muy amarga que él tiró de inmediato al fuego. Cuando las cerezas cayeron en las brazas empezaron a hervir, las arvejas verdes que tenían en su interior produjeron un delicioso aroma que hicieron que el Abad pensara en hacer una bebida basada en el café tostado, y es así como la bebida del café nace. (Mundo del Café, 2009)

2.4.1.4 DISPERSIÓN Y CONSUMO DEL CULTIVO DE CAFÉ

Los Árabes fueron los primeros en descubrir las virtudes y las posibilidades económicas del café. Esto fue porque desarrollaron todo el proceso de cultivo y procesamiento del café y lo guardaron como un secreto. Los Árabes también trataron de evitar la extradición de cualquier semilla de café (Mundo del Café, 2009).

El café comenzó a conquistar territorio en el mundo como la bebida favorita en Europa, y llegó a Italia en 1645 cortesía del comerciante Veneciano Pietro Della Valle. En Inglaterra se comenzó a tomar café en 1650 gracias al comerciante Daniel Edwards, quien fue el primero que abrió un establecimiento de venta de café en Inglaterra y en Europa (Mundo del Café, 2009).

H.J.E. Jacob, afirma que el café como bebida en Europa comienza en Vienna con la invasión por parte de Turkish bajo el comando de Kara-Mustafa. Jacob además da crédito a un héroe de la época, Josef Koltschitzky, por abrir el primer "Cafe" en Septiembre 12 de 1683 en el centro de la ciudad de Vienna (Mundo del Café, 2009).

El café llegó a Francia a través de el Puerto de Marsella. En 1660 algunos comerciantes de ese puerto quienes sabían del café , sus atributos y efectos por sus viajes alrededor del mundo, decidieron llevar unos cuantos sacos desde Egipto y por 1661 la primera tienda de café fue abierta en Marsella (Mundo del Café, 2009).

La historia señala a Soliman Aga, el embajador de Persia en Paris durante el reinado de Luis XIV, como el primero en introducir el café en la Monarquía y la alta sociedad Francesa (Mundo del Café, 2009).

La primera tienda de café en Paris fue abierta al público en 1672 por Pascal Armeniano a lo largo de la tradicional avenida Saint German. Un Siciliano de nombre Procopio abrió una tienda similar cerca, donde se reunían alrededor del exquisito sabor del café, muchos de los mejores ejemplares de la sociedad Parisina. En 1689 Procopio trasladó su tienda de café a un lugar cerca al Teatro de la Comedia Francés donde prosperó y finalmente finalizó cuando ya era conocido en todo Paris. (Mundo del Café, 2009).

2.4.1.5 MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DEL CAFÉ

El sistema radicular está formado por una raíz principal, llamada pivotante; raíces axiales o de sostén; raíces laterales y raíces absorbentes o raicillas. La pivotante o “clavo” profundiza un máximo de 50-60cm, y juntamente con las raíces axiales realiza la función de sostén o anclaje para la planta. El 80-90% de las raíces pequeñas son responsables de la absorción del agua y nutrientes, estas se encuentran en los primeros 30cm de profundidad (Cruz 1982).

La planta de café tiene dos tipos de crecimiento, el vertical (ortotrópico) que es el crecimiento del tallo principal a través de su punto de crecimiento terminal o meristemo; Y el horizontal (plagiotrópico) sobre las bandolas, en la axila de cada par de hojas existen varias yemas latentes, conocidas también como yemas “seriadas”, pero que tienen un comportamiento diferente a las yemas del tallo.

La formación de todas las hojas se inicia en el ápice del tallo y las ramas. En ellas se realiza la producción de muchos alimentos y hormonas, con las cuales la planta crece, se desarrolla y produce frutos. Las hojas sirven de vehículo para absorber el carbono atmosférico y la energía radiante del sol, así como la liberación de agua en forma de vapor a través de los estomas. La epidermis de las hojas posee ceras en su cutícula, dando protección contra la pérdida de agua interna.

Las yemas que dan origen a las inflorescencias están, básicamente, distribuidas en forma axilar sobre las bandolas, a nivel de la base de las hojas en cada nudo, con un promedio de 12 flores por nudo. Inicialmente las yemas son de naturaleza vegetativa y por estímulos de días cortos, entre los meses de octubre y diciembre, se transforman paulatinamente en yemas reproductivas o florales. Estando formadas las yemas florales, los botones crecen lentamente durante unos dos meses, hasta alcanzar un tamaño de 5 a 8mm y detienen su crecimiento, iniciando un período de reposo que puede durar semanas. Reciben entonces el nombre de botones maduros y, únicamente bajo esa condición, podrán salir de su letargo y brotar. Se consideran inmaduros los botones de un tamaño menor a 4mm.

La lluvia o irrigación, luego de un período seco, hace que los botones continúen su crecimiento rápidamente hasta su apertura de flores, aproximadamente 8 o 10 días después. Este fenómeno parece estar controlado por la presencia de dos sustancias reguladoras del crecimiento del botón floral, el ácido abscísico que inhibe el crecimiento y el ácido giberélico que lo promueve. Se estima que 10mm de lluvia son necesarios para estimular la floración. Por efecto de la lluvia la temperatura ambiental desciende, lo que también podría estar relacionado con la estimulación floral. La apertura de las flores o anthesis ocurre durante las primeras horas de la mañana; en el segundo día empiezan a marchitarse y a partir del tercer día se desprenden los pétalos y los estambres.

Las flores individuales son completas, hermafroditas y autofértiles. Los cafetos de todas las variedades de *Coffea arabica* tienen un alto porcentaje de autofecundación, estimado entre el 91-96%, con una polinización cruzada que no excede el 9%. Esto es favorecido porque antes de abrirse la flor, algunas anteras ya han liberado polen internamente. Como resultado de la unión del grano de polen con los óvulos se formará un fruto que contendrá normalmente dos semillas.

Luego de que los óvulos ha sido “polinizados”, el ovario fecundado o “pequeño fruto” empezará a crecer, en las primeras 6 ó 7 semanas el fruto crece muy lentamente, alcanzando un tamaño de 3 a 4mm. Un mes y medio después de la floración, el fruto inicia un crecimiento acelerado, que continúa hasta los tres meses y medio. En esta etapa, el

pergamino se forma y se lignifica, definiéndose el crecimiento que tendrá el grano. Un déficit hídrico en este período puede provocar secamiento y purga de los granos internos.

Continúa un estado de crecimiento lento y el “llenado” del grano o endospermo. En esta fase, el fruto consume la mayor cantidad de nutrientes. Si hubiera un período de sequía muy acentuado, entre el tercer y cuarto mes de postfloración, podrían presentarse problemas de grano negro. Entre el cuarto y sexto mes el grano se endurece, forma la pulpa y alcanza su madurez fisiológica como fruto “sazón”, que ha obtenido su máximo crecimiento. Finalmente, el fruto llega a su madurez de corte, como promedio, sobre el octavo mes después de su floración (ANACAFE 1998).



Figura 5. Anatomía de la planta de *Coffea arabica*.

2.4.1.6 ESPECIES Y VARIEADES DE CAFÉ

En Guatemala se cultivan variedades de la especie *Coffea arabica*, que es la más difundida en el mundo, con un aporte del 70-75% de la producción mundial. En Latinoamérica se cultivan diversas variedades desarrolladas a partir de las primeras introducciones, donde algunas son el resultado de mutaciones, hibridaciones naturales o artificiales.

En general la variedad Robusta ha mostrado resistencia y/o tolerancia a plagas y enfermedades (nematodos, roya,...). Para Guatemala, únicamente representa el 0.1% del café exportado. Hay otras especies cultivadas en menor escala en algunos países africanos o de interés para programas de fitomejoramiento, como *C. dewevrei*, *C. liberica*, *C. eugenioides* y *C. salvatrix* (CAFEGUATEMALA 2009).

2.4.1.7 PRINCIPALES VARIEDADES DE CAFÉ EN GUATEMALA

A) Variedad Bourbon

En experimentos realizados en la finca Chocolá, en los años cuarenta, destacó una selección de Bourbon. Este material sirvió de base a muchos de los Bourbons que actualmente se cultivan en el país.

Comparado con Typica el Bourbon presenta una ligera forma cónica menos acentuada, ramas secundarias más abundantes, ramas con un ángulo más cerrado, entrenudos más cortos y mayor cantidad de axilas florales. Los brotes son de color verde, hoja más ancha con bordes ondulados, el fruto es de menor tamaño y un poco más corto, igual relación guarda la semilla.

Su vigor, mejor conformación y mayor número de yemas florales le dan una capacidad de producción de 20 ó 30% superior al Typica, con una calidad equivalente. Estas características motivaron a los productores guatemaltecos, en la década de los cincuenta, a cultivarlo, sustituyendo de manera gradual la variedad Typica.

El Bourbon es una variedad muy precoz en su maduración, con riesgos de caída del fruto en zonas donde la cosecha coincide con las lluvias intensas. Por su porte alto, es más susceptible a vientos fuertes, siendo necesario protegerlo en zonas con estos problemas. El Bourbon se ha cultivado en diferentes altitudes, sin embargo los mejores

resultados se obtienen de 3,500 a 6,500 pies sobre el nivel del mar. Es recomendable manejarlo a dos ejes desde el almácigo (CAFEGUATEMALA 2009).

B) Variedad Caturra

La variedad Caturra es una mutación de Bourbón, descubierta en Brasil a principios del siglo pasado. Fue introducida a la finca Chicolá, Guatemala, en la década de los cuarenta, sin embargo, su adopción comercial se realizó varios años más tarde.

Es una planta de porte bajo, eje principal grueso poco ramificado, con ramas secundarias abundantes y entrenudos cortos. Las hojas son grandes, anchas y de textura un poco áspera, con bordes ondulados, las hojas nuevas o brotes son de color verde. La forma de caturra es ligeramente angular, compacta y con buen vigor vegetativo.

Es una variedad de alta producción y buena calidad, que requiere del buen manejo cultural y adecuada fertilización, en caso contrario puede agotarse rápidamente, lo cual es más acentuado bajo condiciones limitantes de suelo y clima. Se adapta bien en las diferentes regiones del país. Las mejores condiciones son las siguientes: en la Costa Sur o Boca Costa, en condiciones de 500 a 1100 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones de 2500 a 3500mm anuales; en la región central de 1000 a 1800 metros, en las Verapaces, de 800 a 1100 metros. En altitudes superiores a las descritas, su producción disminuye aunque su desarrollo vegetativo es muy bueno.

Hay otras variedades consideradas mutaciones del Bourbón, como Pacas, de El Salvador y Villa Carchi, de Costa Rica (CAFÉGUATEMALA 2009).

C) Variedad Catuai

Es originaria de Brasil, se adapta bien a alturas de 300 a 1100 m.s.n.m. Fue obtenida mediante el cruce de Caturra (porte bajo) y Mundo Nuevo (porte alto). Planta de porte bajo pero más alto que el Caturra. Las banderolas erectas forman ángulos de 45 grados con el eje principal. Los entrenudos son cortos. Los brotes terminales u hojas terminales son de color verde tierno. Las hojas son redondas y brillantes. El fruto es parecido al Caturra.

D) Variedad Pacas

Es una mutación del Bourbon, es de porte bajo, entrenudos cortos, ramas secundarias y follaje abundante. Responde muy bien a condiciones de suelo arenoso y regiones relativamente secas donde otras variedades se resienten. Su comportamiento es parecido al de Mundo Nuevo, sus producciones son bastante buenas y estables. La variedad Pacas madura anticipadamente, comparado con la maduración de las demás variedades.

E) Variedad Pache

Tiene su origen en Guatemala, es de porte bajo con buena ramificación secundaria, de entrenudos cortos y abundante follaje, remata en una copa bastante plana, "pache". Las plantaciones se han establecido en su mayoría en fincas de la región de oriente, donde su comportamiento y producción han sido satisfactorios.

F) Variedad Pacamara

Planta de porte bajo y hojas grandes. El color se torna verde bronceado y sus producciones son regulares en cantidad. El fruto es grande y plano, se siembra en densidades de 2.4x1.2mts., debido a que abre sus banderolas que son muy largas. Sus producciones son de madurez normales como el Caturra. En las sequías bota hojas y sus cosechas son buenas bianualmente (CAFEGUATEMALA 2009).

2.4.1.8 SUELOS APTOS PARA EL CULTIVO DE CAFÉ

El café (*Coffea arabica*) muestra una gran adaptabilidad a los suelos. Se cultiva en suelos de orígenes muy variados y de un espectro muy amplio en cuanto a la calidad se refiere. En presencia de características físicas indeseables, como poca aireación natural, suelos superficiales con predominancia de agregados gruesos de material parental (rocas); puede decirse que las limitaciones de carácter químico no ofrecen problemas, pues sus exigencias se tornan más estrechas cuando se trata de producción de plantas en

vivero, edad en la que requiere de suelos de mediana fertilidad, profundos y más o menos compactos. En cuanto a la topografía, el cultivo se realiza en selo planos como de pendiente mediana (CAFETO, 1984).

2.4.1.9 SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA DE NUTRIENTES ESENCIALES Y FUNCIONES EN LAS PLANTAS DE CAFÉ

El conocimiento de la función que desempeñan cada uno de los nutrientes en el cultivo de café, nos permite reconocer la importancia de mantener, ya sea en el suelo y tejido foliar niveles apropiados de estos, para contribuir a la obtención de buenas cosechas. El propósito de agregar fertilizantes al cafetal, es proporcionar los nutrientes en cantidades adecuadas, pues los suelos cafetaleros por lo general no pueden proporcionar todos los elementos requeridos en proporciones suficientes y sobre todo durante un periodo de tiempo largo, en los cuadros 11 y 12 se puede observar un resumen de los papeles que desempeñan los nutrientes en la planta y los principales síntomas de deficiencias respectivamente (Hernández, 1991).

A) NITRÓGENO (N):

La deficiencia de este elemento se aprecia con el debilitamiento del color verde de las hojas, hojas de menor tamaño, delgadas y frágiles, se vuelven totalmente amarillas al fructificar la planta. Las hojas caen en forma prematura y el follaje se vuelve ralo, hay muerte de ramas y disminuye la cantidad de nuevos brotes (González, 1960).

Este elemento interviene en todos los procesos de la formación de tejidos para el crecimiento de la planta, forma parte de la clorofila y materia seca de los vegetales (Hernández, 1991).

B) FÓSFORO (P):

Cuando existe una deficiencia de este elemento los frutos presentan piel rugosa y más gruesa, crecimiento débil, hojas pequeñas con coloraciones purpuras y restringida formación de brotes (González, 1960).

En las primeras etapas del desarrollo del café el fósforo es el responsable de formarlo vigorosamente, con un buen sistema de raíces, desempeñando un papel muy importante en muchos aspectos de la respiración y luego como promotor de la floración y del desarrollo de los frutos. Es un elemento imprescindible en los mecanismos de formación y crecimiento de los órganos de la flor (Hernández, 1991).

C) POTASIO (K):

Una deficiencia de potasio se identifica con un follaje retardado, las hojas se tornan de un color bronceado y con falta de brillo, las ramas pierden rigidez y se doblan, las floraciones son escasas y el cuajado de los frutos es deficiente (Morin, 1980).

El potasio se encuentra presente en la mayor parte de los tejidos vegetales, es parte constituyente de más de 60 enzimas, incrementando el efecto del nitrógeno y contribuye a la fijación del nitrógeno atmosférico, afecta el nivel hídrico de las hojas, mejorando el estado de planta en época seca, mejora el color, la calidad y resistencia del grano de café (Hernández, 1991).

D) MAGNESIO (Mg):

Cuando el cafetal presenta deficiencia de magnesio, las hojas presentan una marcada clorosis, zonas amarilla entre las nervaduras, desprendimiento prematuro del follaje y se acentúa mas en las plantas expuestas a la luz (Morin, 1980).

El magnesio forma parte de la molécula de clorofila, para participar en el proceso de la fotosíntesis e interviene en la formación de los carbohidratos (Hernández 1991).

E) CALCIO (Ca):

La deficiencia de calcio estanca el desarrollo de la planta, muerte de brotes y peciolas tanto de hojas como de frutos, defoliación severa y brotes necróticos (Morin, 1980).

El calcio produce un aumento en la absorción del potasio, incrementa la cantidad y asimilación del amonio, favorece el poder germinativo de las semillas, genera resistencia a las enfermedades (Hernández, 1991).

F) ZINC (Zn):

La deficiencia de este elemento se presenta con brotes en forma de roseta, hojas estrechas, puntiagudas y moteadas (Morin, 1980).

Favorece el crecimiento de los frutos y de la planta, así como la absorción del fósforo; responsable de la síntesis de las auxinas (hormonas de origen vegetal que favorecen el desarrollo de las plantas y de los frutos) (Hernández, 1991).

G) MANGANESO (Mn):

La deficiencia del manganeso se identifica con un red de venas finas en el fondo de la hoja más pálido, bandas de color más verde y envejecimiento prematuro (Morin, 1980).

Influye en el transporte y utilización del hierro, además de actuar en la respiración, metabolismo del nitrógeno y fotosíntesis (Hernández, 1991).

H) HIERRO (Fe):

Clorosis, desecación en las puntas de las ramas, reducción en el tamaño de la planta, reducción en la floración, cuajado y fructificación; son los síntomas de deficiencia de hierro en las plantas de café (Morin, 1980).

Es importante para mantener la clorofila en la planta, esencial como componente de muchas enzimas y funciona como transportador de sustancias elaboradas (Hernández, 1991).

I) BORO (B):

La deficiencia de este elemento se nota con la presencia de bolsas de goma en frutos, caída de frutos, manchas oscuras en los frutos. Las venas laterales y principales de las hojas jóvenes son más gruesas, cloróticas acorchadas especialmente en el haz, hojas quebradizas de color bronceado (González, 1960).

El boro está involucrado en el metabolismo de las auxinas y crecimiento de las raíces, influye en los procesos de multiplicación y crecimiento celular, facilita los procesos respiratorios de los tejidos, la deficiencia de este interviene en la reproducción de las plantas y germinación del polen, contribuye a mantener el calcio en forma soluble dentro de la planta y actúa como regulador de la relación potasio-calcio (Hernández, 1991).

J) AZUFRE (S):

Interviene en la producción de proteínas, participa en la producción de clorofila, activa muchas enzimas implicadas en el anabolismo y metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas (Hernández, 1991).

K) MOLIBDENO (Mo):

Importante en el metabolismo del fósforo y del ácido del hierro (Hernández, 1991).

L) COBRE (Cu):

Necesario para la formación de la clorofila (Hernández, 1991).

2.4.1.10 INTERACCIONES DE NUTRIENTES ESENCIALES EN EL CAFÉ

Un alto nivel de nitrógeno hace decrecer la absorción de fósforo, potasio, calcio, cobre y boro, pero incrementa la absorción de magnesio, hierro y manganeso; mientras que la deficiencia de nitrógeno aumenta el contenido de fósforo, potasio y azufre, disminuyendo el calcio y el magnesio (Morin, 1980).

El exceso de fósforo disminuye la absorción de nitrógeno y la asimilación de hierro y manganeso, mientras que agrava la deficiencia de zinc y cobre, pero favorece la

absorción de manganeso porque los fosfatos de manganeso son mas solubles (Smith, 1966).

Existe un antagonismo entre los elementos potasio, calcio y magnesio, pero el potasio tiene muy poco efecto sobre la absorción de metales pesados aunque en algunas instancias agrava la deficiencia de zinc. El magnesio evita el daño por exceso de manganeso, pero su deficiencia agrava la deficiencia de zinc y su incremento reduce la cantidad de cobre en la planta. El pH del suelo, cal y niveles de fosforo influyen en la disponibilidad de micronutrientes. Los micronutrientes, excepto el molibdeno son mas solubles y por consiguiente mas disponibles en medios ácidos (Donahue, 1988).

2.4.1.11 MICRONUTRIENTES

El grupo de los micronutrientes, llamado así por ser requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, pues no forman parte estructural de los tejidos; su participación es como catalizadores de procesos metabólicos o de transferencia de energía (Chaboussou, 1992).

2.4.1.12 FERTILIDAD Y FERTILIZACIÓN

El **suelo** es un cuerpo natural, sintetizado en forma de perfil, de una mezcla variable de minerales meteorizados y materia orgánica en descomposición, que cubre la tierra en una capa delgada y proporciona, cuando tiene cantidades adecuadas de aire y agua, soporte mecánico y, en parte, sustento para las plantas. Los cinco factores principales de la formación del suelo son:

- Material original o material parental
- Topografía
- Vegetación
- Clima
- Tiempo

El suelo, desde su formación a partir del material original, está continuamente sujeto a innumerables cambios físicos, químicos y biológicos, debido principalmente a factores externos, como la lluvia, los cambios de temperatura, la vegetación y otros.

El suelo provee a la planta de elementos esenciales a los cuales se le llama nutrientes o nutrimentos, es un medio de almacenamiento y aprovisionamiento de agua y oxígeno para las raíces y proporciona el soporte mecánico para su anclaje (Ortiz 1973).

Para que un suelo sea productivo, debe tener una capacidad adecuada de retención de agua, buena aireación, buena cantidad de materia orgánica en proceso de descomposición, la cantidad de nutrientes en cantidades apropiadas y alta capacidad de intercambio catiónico (Instituto Geográfico Nacional, 1967).

La **fertilidad** es la capacidad que tienen los suelos de proporcionar cantidades adecuadas de nutrientes al cultivo, en tal forma que puedan ser absorbidos fácilmente. Dichos nutrientes deben encontrarse en equilibrio con las propiedades químicas y características físicas de ese sustrato, y aprovechar en un alto porcentaje los elementos nutrientes que son agregados al suelo al fertilizar. La fertilidad del suelo depende en gran parte del tipo y contenido de arcilla, materia orgánica, textura y estructura.

Los **fertilizantes** son todas aquellas sustancias o materiales sólidos, líquidos, gaseosos o en suspensión, que contienen 1, 2, 3 ó más elementos esenciales para las plantas, pudiendo contener así mismo, otros agentes coadyuvantes que permiten una mayor eficiencia en absorción y aprovechamiento. Los elementos están balanceados y estructurados en tal forma que pueden ser absorbidos directamente por las arcillas, la materia orgánica o quedar en equilibrio con la solución del suelo, para su aprovechamiento inmediato o mediato.

La **fertilización** es la práctica de aplicar los fertilizantes, los abonos orgánicos y/o enmiendas, basándose en un programa elaborado en la investigación; para lo cual se hace necesario conocer previamente el estado de fertilidad del suelo y los requerimientos nutrimentales del cultivo, en función de su edad potencial de rendimiento y las prácticas de manejo que se utilizarán (Malavolta 1992).

Los elementos que la planta toma del suelo, en condiciones naturales, son los que nos interesan. Estos elementos tienen funciones muy complejas en los numerosos procesos de crecimiento y reproducción de la planta (Ver Cuadro No.1 y 2). Todos influyen, indirectamente, en la cosecha (Ortiz 1973).

2.4.1.13 FERTILIZANTE QUÍMICO

Los fertilizantes químicos son compuestos que provienen de la síntesis química de materia orgánica mineral. El fertilizante químico utiliza como materia inerte calcitas, arenas y otros materiales de origen mineral, de los que se presentan como químicos y químicos en mezclas físicas. El fertilizante 18-6-12, es un fertilizante compuesto que contiene 18% de nitrógeno, 6% fósforo y 12% de potasio (Hernández, 1991).

2.4.1.14 MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica contribuye al crecimiento vegetal mediante sus efectos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Tiene: Función nutricional la que sirve como fuente de N, P para el desarrollo vegetal; Función biológica la que afecta profundamente las actividades de organismos de micro flora y micro fauna y una función física y físico-química la que promueve una buena estructura del suelo por lo tanto mejorando la labranza, aireación y retención de humedad e incrementando la capacidad amortiguadora y de intercambio de los suelos. El humus también juega un rol en los suelos a través de sus efectos en la absorción de micronutrientes por las plantas y la acción de herbicidas y otros químicos de uso en agricultura. Debe enfatizarse que la importancia de cada factor variará de un suelo a otro y dependerá de condiciones ambientales tales como el clima y la historia agrícola. La disponibilidad de nutrientes para el desarrollo vegetal.

La materia orgánica tiene efectos tanto directos como indirectos en la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento de las plantas. Además de servir como fuente de N, P, S a través de la mineralización por medio de microorganismos del suelo, la materia orgánica

influye en la provisión de nutrientes desde otras fuentes (por ejemplo, la materia orgánica es requerida como fuente de energía para bacterias fijadoras de N) (WIKIPEDIA 2008).

Un factor que necesita ser tomado en consideración al evaluar al humus como fuente de nutrientes es la historia agrícola. Cuando los suelos comienzan a ser cultivados, el contenido de humus generalmente declina durante un período de 10 a 30 años hasta que se alcanza un nuevo equilibrio. En equilibrio, cualquier nutriente liberado por actividad microbiana debe ser compensado por la incorporación de igual cantidad en el nuevo humus formado.

El humus tiene un efecto profundo en la estructura del suelo, principalmente en la condición física, erosión, y capacidad de amortiguación e intercambio. El deterioro de la estructura que acompaña la labranza intensiva es, usualmente, menos severa en suelos adecuadamente provistos de humus.

La adición frecuente de residuos orgánicos de fácil descomposición lleva a la síntesis de compuestos orgánicos complejos que ligan partículas de suelo en unidades estructurales llamadas agregados. Estos agregados ayudan a mantener una condición suelta, abierta y granular. El agua puede penetrar y filtrar hacia abajo a través del suelo. Las raíces de las plantas necesitan una provisión continua de O_2 para poder respirar y crecer. Poros grandes permiten un mejor intercambio de gases entre el suelo y la atmosfera. El humus usualmente incrementa la habilidad del suelo a resistir la erosión. Primero, permite al suelo retener más agua, aún mas importante es el efecto de promover la granulación y por lo tanto mantener grandes poros a través de los cuales el agua penetra y filtra hacia abajo.

Entre 20 y 70% de la capacidad de intercambio en muchos suelos es causada por sustancias húmicas coloidales. La acidez total de las fracciones aisladas de humus están en el rango de 300 a 1400 meq/100g. En lo que a la acción amortiguadora se refiere, el humus exhibe capacidad amortiguadora en un amplio rango de pH.

El efecto en la condición biológica del suelo: La materia orgánica sirve como fuente de energía tanto para organismos de macro y microfauna. Un número de bacterias, actinomicetes y hongos en el suelo están relacionados de manera general al contenido de

humus. Lombrices y otros organismos de la fauna están fuertemente influenciados por la cantidad de residuos vegetales retornados al suelo. Las sustancias orgánicas en el suelo pueden tener un efecto fisiológico directo en el crecimiento de las plantas. Algunos compuestos, tales como ciertos ácidos fenólicos, tienen propiedades fitotóxicas; otras, tales como las auxinas, mejoran el crecimiento de las plantas.

Es ampliamente sabido que muchos factores que influyen la incidencia de organismos patógenos en el suelo están directa o indirectamente influidos por la materia orgánica. Por ejemplo, una abundante provisión de materia orgánica puede favorecer el crecimiento de organismos saprofitos similares a los parásitos y por lo tanto reducir la población de los últimos. Compuestos biológicamente activos en el suelo, tales como antibióticos y ciertos ácidos fenólicos, pueden mejorar la habilidad de ciertas plantas para resistir el ataque de patógenos (Sánchez 1998).

2.4.1.15 MINERALIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

La Mineralización es el proceso de descomposición de la materia orgánica del suelo en el cual se libera nitrógeno inorgánico. La mineralización es la transformación del nitrógeno orgánico en amonio, mediante la acción de microorganismos del suelo. En general, el término “mineralización” indica el proceso global de conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno mineral, fundamentalmente nitrato y amonio (VIVAMOSMEJOR 2008).

2.4.1.16 ABONOS ORGÁNICOS

Un Abono orgánico es un fertilizante que no ha sido fabricado por medios industriales, como los abonos nitrogenados (hecho a partir de combustibles fósiles y aire) o los obtenidos de minería, como los fosfatos o el potasio. En cambio los orgánicos provienen de restos animales, restos de comida vegetales, u otra fuente orgánica y natural.

Actualmente los fertilizantes inorgánicos suelen ser más baratos y con dosis más precisas y más concentradas. Sin embargo, salvo en cultivo hidropónico, siempre es necesario añadir abonos orgánicos para reponer la materia orgánica del suelo.

La base principal de la fertilización orgánica es la composta, resultado de la degradación de una mezcla determinada de materiales orgánicos, por la acción de microorganismos, que tiene la finalidad de potencializar la fertilidad natural del suelo.

El objetivo de su elaboración es la reducción de compuestos orgánicos complejos para obtener de ellos compuestos sencillos, parcialmente inorgánicos, que sean asimilables gradualmente por las plantas.

Los materiales normalmente utilizados para la elaboración de la composta son: pulpa de café (40%), estiércol de ganado (20%), residuos de cosechas (rastros) y/o monte verde (20%), cal dolomítica (3%), cenizas (5%), roca fosfórica (1%), tierra negra con humus (5%) y desechos orgánicos de cocina y otros (6%).

Para garantizar que el abono orgánico conserve sus nutrientes, es aconsejable hacer la abonera bajo techo o bien protegerla con plástico. Las dimensiones comunes de una abonera son de 2 metros de ancho en la base, por 1.5 metros de ancho en la parte superior (forma trapezoidal), 1.5 metros de altura y el largo necesario existiendo otras formas, tanto como aboneras en corral, fosas, etc.

Para obtener un buen proceso de fermentación, es necesario el mantenimiento adecuado de la abonera, lo cual consiste en hacer riegos cada 8 días y volteos cada 15 días. De esta manera el producto estará disponible para su aplicación en término de tres meses, produciendo de 10 a 11qq aproximadamente de abono por metro cubico de material procesado.

Otra de las alternativas para la producción de abono orgánico, es el vermicomposteo, que consiste en la utilización de las lombrices de tierra (principalmente *Eisenia foetida*), en la degradación de materia orgánica, aprovechándose para transformar la pulpa fresca de café, estiércol fresco de ganado (ambos parcialmente descompuestos), o bien mezcla de estos materiales , obteniéndose como resultado un abono de excelente calidad y a un menor costo, ya que el productor deberá dar únicamente cuidados necesarios a las lombrices y ellas, a cambio, elaboran el abono.

En algunos casos, se utilizan abonos orgánicos simples para el abonado, que es cuando la fuente de materia orgánica consiste en un solo ingrediente, como la aplicación

solamente de pulpa de café o cualquier estiércol de ganado (vaca, oveja, cerdo, gallinaza, etc.), materiales que previamente han sido procesados en aboneras (WIKIPEDIA 2008).

2.4.1.17 ESTIÉRCOL DE CERDO

Las excretas de cerdo pueden utilizarse como fertilizante para diferentes tipos de cultivos. Su utilización depende del tipo de suelo y del cultivo al que se quiere aplicar. En el uso para la fertilización de cultivos agrícolas, el nivel de nitrógeno es el más importante, no solo por los altos contenidos de proteína que recibe el cerdo, sino por ser el de mayor riesgo ambiental. Por lo tanto la fertilización agrícola se fundamenta en el contenido de nitrógeno de las excretas (MASPORCICULTURA.com, 2011).

El nitrógeno presente en las excretas es de origen orgánico en un 40% y 60% amoniacal. La mayoría del nitrógeno de las heces es orgánico y el total de la orina es amoniacal (MASPORCICULTURA.com, 2011).

Por acción de las bacterias aeróbicas del suelo, el nitrógeno orgánico es transformado a nitrógeno amoniacal y este es convertido a nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3) por la acción de las bacterias en el suelo (MASPORCICULTURA.com, 2011).

El NO_3 es la forma como las plantas absorben el nitrógeno, pero el excedente no utilizado por las plantas es lixiviado a través del perfil del suelo, ya que es altamente soluble en agua. Excesos de nitrógeno por encima de los requerimientos de las plantas se convierten en un riesgo de contaminación de aguas (MASPORCICULTURA.com, 2011).

El principal determinante de la variación en el valor fertilizante de la excreta porcina es la calidad del alimento recibido por los cerdos. Según Sutton (1993), citado por Campabadal (2011), establece que las excretas solidas de cerdos pueden contener 22 kg de nitrógeno, 15 kg de fósforo y 10 kg de potasio por tonelada; mientras que en forma semi líquida contiene 44 kg de nitrógeno, 40 kg de fósforo y 39 kg de potasio por cada 1000 galones de excreta(MASPORCICULTURA.com, 2011).

En general los valores son muy variables y no solo están afectados por la calidad del alimento, sino también por el estad fisiológico del animal (MASPORCICULTURA.com, 2011).

2.4.1.18 INVESTIGACIONES SOBRE CERDAZA Y CAFÉ ORGÁNICO

A) Cerdaza como abono y fertilizante en los cultivos

Especialistas del Centro de Investigación en Bioalimentos (CIBA) del municipio de Morón, al norte de la central provincia de Ciego de Avila, Cuba, en el año 2008, evaluaron los residuales porcinos obtenidos del sistema de tratamiento por digestión anaerobia (biogás) de esa entidad, para su uso como abonos y fertilizantes en los cultivos. La primera etapa del proyecto investigativo incluyó la evaluación de la calidad físico-químico-sanitaria de ambos residuales (líquido y biosólido) y la aplicación en cultivos de tomate Vito y frijol Villaclareño, que al término de las cosechas incrementaron los rendimientos en un 40 por ciento por encima de lo programado, sin daños para la salud humana durante su consumo (PORCICULTURA.com, 2011).

B) Uso de abono orgánico en café, Costa Rica

El uso de 6.5 toneladas de broza o pulpa de café procesad por hectárea, equivalente a 1kilo por planta por año, sin fertilización química, produce aumentos de producción del 75%. También se tiene iniciada la investigación con humus producto de la transformación de la broza del café por la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) con efectos sorprendentes en el desarrollo del cafeto, en los primeros dos años de tratamiento (Campos, E. 2010).

C) Combinación de fertilizantes orgánicos y químicos en Santa Rosa, Guatemala

Paredes, E. en el año 2002, evaluó el efecto de los fertilizantes orgánicos, orgánico-químico y químico, en el rendimiento, calidad, es estimaron los costos de los frutos del cafeto (*Coffea arabica* L.), en plantía, en la Finca La Esperanza, de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, en donde se consideraron las características generales de la plantación y las variedades en estudio, la Finca presenta cultivo de café de la variedad Catuaí Rojo, en su totalidad con un distanciamiento de siembra de 1.5m entre plantas y 2m entre surco, al que no se le había aplicado ningún fertilizante (Paredes, E. 2002).

Luego de la aplicación de las distintas dosis de cada tratamiento en las fechas correspondientes, se reportaron los rendimientos de cereza en cada tratamiento, en el momento de la cosecha. Se realizó el beneficiado y secado de los frutos de café para obtener el rendimiento en pergamino y mediante una catación determino la calidad de los frutos, el tratamiento orgánico-químico presentó los mejores rendimientos, 2,194.98 kg/ha/año de cereza y 487.60 kg/ha/año en pergamino siendo el tratamiento orgánico-químico el que también reporto el mejor ingreso neto y una tasa marginal de retorno de 41.57%.

2.4.2 MARCO REFERENCIAL

2.4.2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Finca Capetillo se ubica en el municipio de San Juan Alotegango del departamento de Sacatepéquez, está ubicada en la zona cafetalera donde se produce el reconocido Café de Antigua, está comprendida entre las siguientes coordenadas:

14°28'49" latitud norte y 90°47'32" longitud oes te.

14°30'45" latitud norte y 90°49'02" longitud oes te.

La altitud se encuentra entre los 1,500 y 1,550 m.s.n.m. Las partes más altas se inician en las faldas del volcán de Acatenango y Fuego. El río Guacalate es el lindero del lado norte-occidental, luego la atraviesa de oeste a este con tendencia hacia el sur para volver a ser lindero en el extremo sur-oriental (Cruz 1982, Hoja Cartográfica Alotenango 1980).

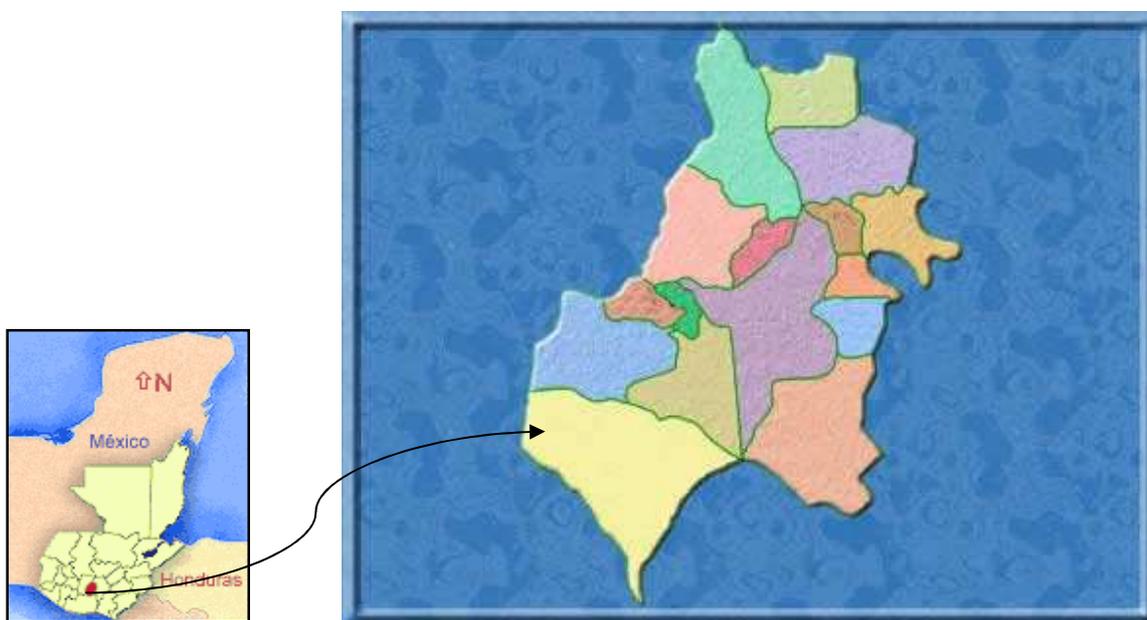


Figura 6. Ubicación geográfica del municipio San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

2.4.2.2 CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

A) CLIMA

Templado, con invierno benigno, húmedo con invierno seco (bh-MB) cuya vegetación natural característica es el bosque latí foliado (Cruz 1982).

B) ALTITUD

La altitud se encuentra entre los 1,500 y 1,550 m.s.n.m. en promedio. Las partes más altas se inician en las faldas del volcán de Acatenango y Fuego (Hoja Cartográfica Alotenango 1980).

C) TEMPERATURA

La temperatura media anual es de 22 °C y desciende paulatinamente en el invierno. La temperatura mínima es de 14.33°C en promedio y la máxima es de 31°C.

D) PRECIPITACIÓN

El régimen pluviométrico de la región se caracteriza por una estación lluviosa que tiende a seca. La precipitación media anual reportada durante los últimos 6 años es de 1,188mm de lluvia. Los días lluviosos se presentan desde el mes de mayo hasta diciembre. La canícula es propia del mes de agosto. La mayor precipitación ocurre, regularmente, en los meses de agosto y septiembre, luego desciende hasta llegar a mínima al finalizar el año.

El déficit hídrico en la región, indica que durante los meses de enero a mayo, la evaporación es mucho mayor a la precipitación, este fenómeno también se reporta durante los meses de octubre a diciembre, sin embargo es menor que al inicio del año.

E) HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa media anual del área oscila entre el 52 y el 60%, siendo la media anual de 56% (Cruz 1982).

F) ZONA DE VIDA

El municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, se encuentra en la zona de vida denominada Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MB) (Cruz 1982).

G) RECURSOS NATURALES

Los suelos que se pueden encontrar en la localidad son suelos bien profundos y buen drenaje, con colores en tonos oscuros de café, textura franco arenosa y estructura granular (Cruz 1982).

H) RECURSOS HÍDRICOS

El recurso hídrico es abundante, la finca es atravesada por el río Guacalate, que la atraviesa de oeste a este con tendencia hacia el sur, de este río se obtiene el agua para el riego en el verano. Para los procesos de beneficiado, la finca cuenta con un pozo de agua en la parte sur, ya que el agua del río Guacalate no es apta para este trabajo (Cruz 1982).

I) SUELOS

El material original está compuesto por ceniza volcánica y sedimentos transportados por el río Guacalate, los suelos de esta región presentan una textura franco arenosa, son suelos de la Serie de Los Valles según la clasificación de Simmons, Tarano y Pinto (1959).

Como se puede observar en la Figura 2, los suelos del municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, pertenecen al orden de los Andisoles.

Origen: Como son suelos que se originan a partir de cenizas volcánicas, éstos sufren un rejuvenecimiento frecuente, y se ven enriquecidos nutricionalmente en forma constante. Cuando las cenizas son gruesas como ocurre cerca de los cráteres de los volcanes, los suelos clasifican como vitrands, mientras que en las partes intermedias del

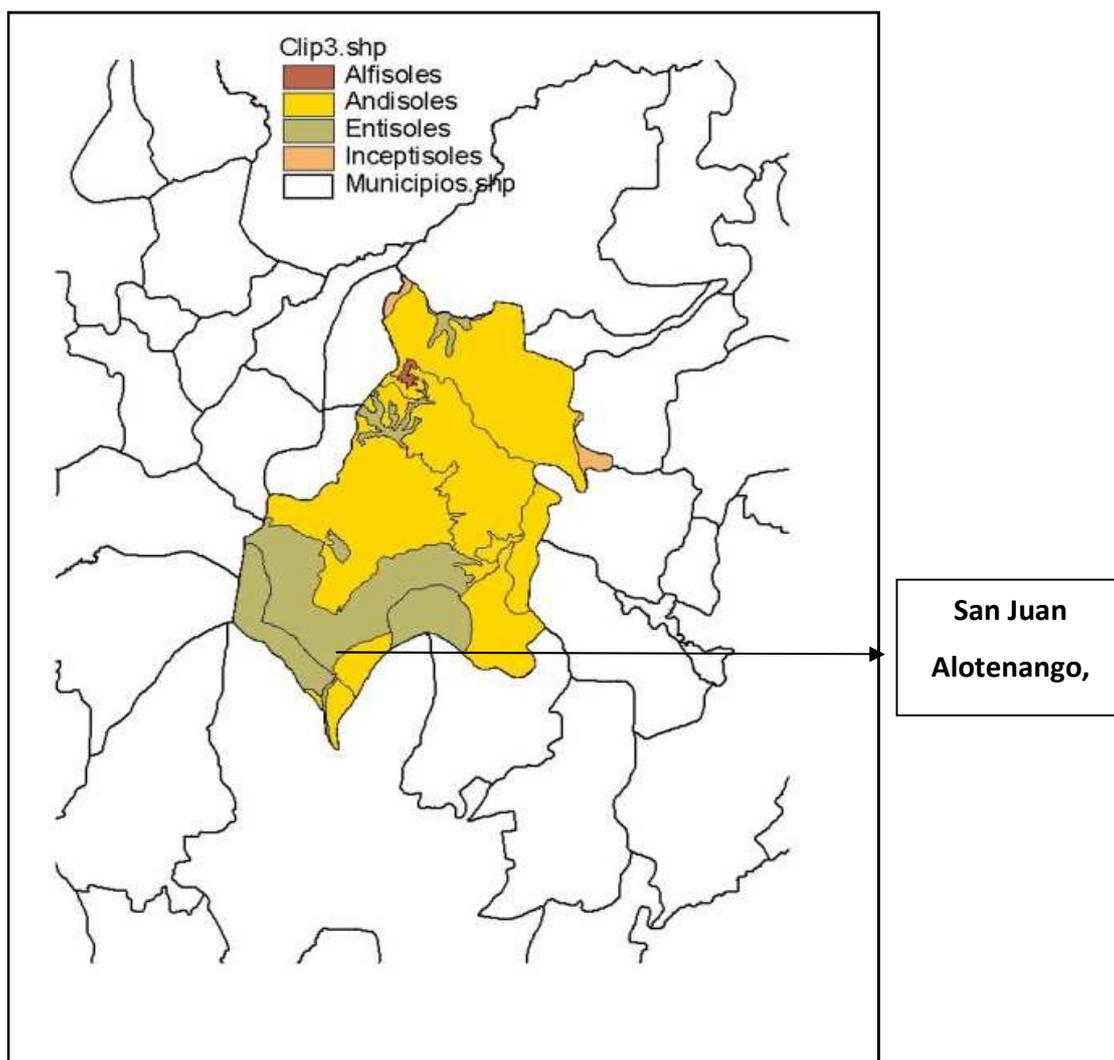
relieve con alta y constante humedad, dominan los udands, con una mayor presencia de ustands en las partes bajas, donde ocurre la estacionalidad de las lluvias.

Propiedades mineralógicas: Debido al patrón deposicional según el tamaño de las partículas y a las bajas temperaturas cerca de los cráteres las cenizas sufren un proceso de meteorización lento por lo que, mineralógicamente, lo que se encuentra en esas zonas es vidrio volcánico asociado con pocas cantidades de óxidos de Si, Al y Fe. En las pendientes medias, la arcilla dominante es la alofana que es un coloide de características muy particulares, amorfo e hidratado, que aparece en esos sistemas como producto obligatorio de la descomposición de las cenizas volcánicas en zonas húmedas. La alofana es una arcilla inestable, o sea, muy reactiva, de modo que imprime comportamientos peculiares a estos suelos. En busca de mayor estabilidad la alofana se hidrata, se liga a la materia orgánica formando complejos organominerales difíciles de descomponer y fija aniones. En la posición distal de la pendiente, donde la época seca es marcada, domina la haloisita, típica de los suelos pardo rojizos y pardo amarillentos de las zonas cafetaleras y cañeras del Valle Central. El color oscuro de los Andisoles se asocia a contenidos elevados de alofana mientras que los colores pardo amarillentos están relacionados con altas concentraciones de haloisita. En el caso de Adisoles de colores pardo rojizos es común encontrar caolinitas. La actividad fumarólica ácida de los volcanes en período de descanso causa deposiciones de lluvia ácida en las zonas aledañas, las cuales conducen hacia una meteorización más intensa del sistema con una mayor lixiviación de bases además de causar pérdidas considerables en el rendimiento de los cultivos.

Propiedades Físicas: Debido a la presencia de altos contenidos de compuestos organominerales estables, especialmente en el horizonte superficial, los Andisoles resultan ser suelos muy bien estructurados que propician el buen drenaje, pero a su vez, presentan una buena retención de humedad. Estos suelos poseen una baja densidad aparente y baja resistencia al corte tangencial, por lo que son fáciles de arar, labor que se recomienda realizar con el uso de animales para evitar su erosión; en el caso de utilizar maquinaria pesada o con sobrepastoreo, esta propiedad los hace susceptibles de compactarse.

Propiedades nutricionales: Nutricionalmente, estos suelos pueden catalogarse como de fertilidad moderada, y su potencial está definido por las características de las

cenizas que los forman. Tienen la ventaja de renovarse con suficiente frecuencia, por lo tanto son suelos que se mantienen “jóvenes” y conservan buenos niveles de nutrimentos. Sin embargo, como por lo general están situados en zonas en donde la pluviosidad es media o alta, mucha agua pasa por el pedón, lo cual unido a su buen drenaje, los hace susceptibles a empobrecerse gradualmente (Simmos, Tarano y Pinto 1959).



Fuente: USIG, FAUSAC, USAC.

Figura 7. Mapa de Órdenes de Suelo, Sacatepéquez.

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 GENERAL:

- Evaluar el efecto de la combinación de fertilización química y orgánica en la etapa de floración y fructificación en el cultivo de café (*Coffea arabica*), en la finca Capetillo en el municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

2.5.2 ESPECÍFICOS:

- Evaluar el efecto de diferentes combinaciones de fertilizante químico y abono orgánico (Cerdaza) sobre la producción de flores y frutos en el cultivo de café (*Coffea arabica*).
- Determinar el estado nutricional de las plantas (macro y micro nutrientes) en la etapa de floración en el cultivo de café (*Coffea arabica*).
- Comparar los costos parciales de cada tratamiento evaluado.

2.6 HIPÓTESIS

- La aplicación combinada de abono orgánico tipo Cerdaza y fertilizante químico 18-6-12 (Mezcla física), produce mejores resultados en cuanto a cantidad de flores y frutos producidos en el cultivo de café (*Coffea arabica*).

2.7 METODOLOGÍA

2.7.1 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

2.7.1.1 FACTORES EN ESTUDIO

La fuente de fertilizante químico que se utilizó en el experimento fue 18-6-12, mezcla física, debido a que es el que se utiliza en la Finca Capetillo para las plantaciones con 5 años en adelante.

La fuente de fertilización orgánica que se utilizó en el experimento fue Cerdaza, su composición varía mucho de acuerdo al estado, así como a la edad y al tipo de alimento que se le suministre.

La cerdaza utilizada en el experimento fue sometida a un análisis químico y contenido de materia orgánica, en el Laboratorio de Suelo-Planta-Agua “Salvador Castillo” de la Facultad de Agronomía. El cuadro 1 presenta los resultados de la composición química y materia orgánica de la Cerdaza.

Cuadro 4. Composición química de la Cerdaza

pH	C.E.	%				ppm					%		C:N
	mS/cm	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	M.O.	NT	
6.4	1585	0.20	0.24	0.75	0.22	95	245	850	65	900	40.4	1.66	14.1

2.7.1.2 TRATAMIENTOS, DOSIFICACIÓN E INTERVALOS DE APLICACIÓN

Para efectos de esta investigación se definieron cinco tratamientos, los cuales fueron combinaciones de los fertilizantes químicos usualmente utilizados en la Finca y Cerdaza como abono orgánico, y las cantidades que se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 5: Combinación de fertilizante químico y orgánico en los tratamientos.

Tratamientos	Cerdaza		Químico	
	Kg/planta	Kg/ha	Kg/planta	Kg/ha
T1	0	0	0.085	386.28
T2	0.45	1,431.57	0.070	318.10
T3	0.70	2,226.71	0.057	259.00
T4	0.90	2,862.90	0.043	195.40
T5	1.15	3,658.14	0.028	127.24

Los fertilizantes se distribuyeron en tres aplicaciones, con un intervalo de dos meses.

Se realizó la aplicación del 75% del abono orgánico (Cerdaza) en el mes de diciembre, en cada unidad experimental. La segunda fertilización se realizó en el mes de marzo, aplicando el 25% de abono orgánico restante y el 50% de fertilizante químico. La tercera y última aplicación de fertilizante se realizó en mes de mayo, aplicando el otro 50% del fertilizante químico.

2.7.1.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este experimento se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones.

Los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque, aleatoriamente, así, cada bloque constituyó una repetición.

Se determinó conveniente este diseño experimental debido a que se encontró una gradiente de variación en el terreno donde fue ubicado el experimento, siendo esta un grado de inclinación. Los bloques fueron construidos perpendicularmente a dicho grado de pendiente del terreno.

Los tratamientos fueron aleatorizados dentro de cada bloque. La aleatorización se realizó de forma independiente para cada bloque como se observa en la figura 5.

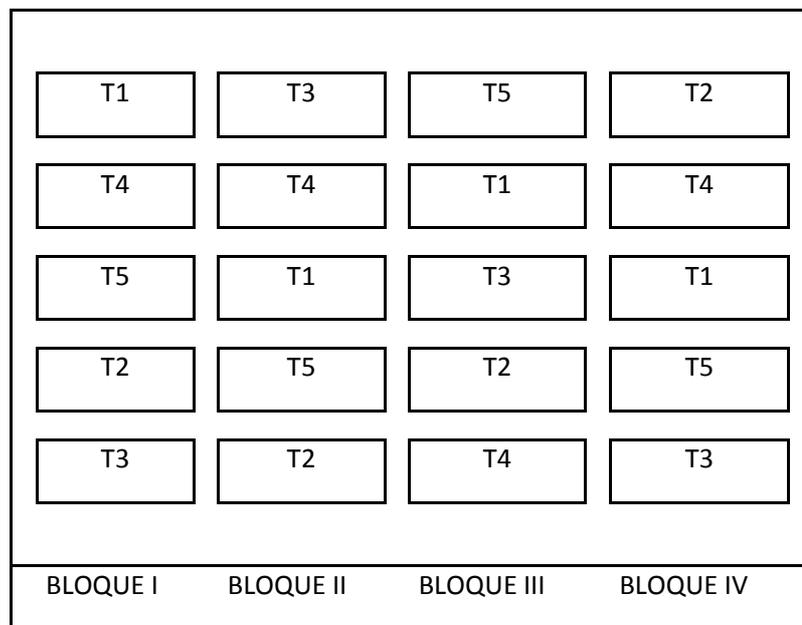


Figura 8. Aleatorización de los Tratamientos en campo.

La unidad experimental fue de 960m^2 , 48m de largo por 20m de ancho, con un total de 600 plantas aproximadamente por unidad experimental. Con un total de 20 unidades experimentales.

La unidad de muestreo fue de 20 plantas seleccionadas aleatoriamente tomando en cuenta el efecto de borde y cabecera.

2.7.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO

2.7.2.1 FERTILIZACIÓN

Se realizaron tres fertilizaciones, en el mes de diciembre se realizó la aplicación del 75% del abono orgánico, en el mes de marzo se aplicó el 25% restante del abono orgánico y el 50% del fertilizante químico, y en el mes de mayo se realizó la aplicación del resto de fertilizante químico. Cada una de las fertilizaciones se realizó con las dosis determinadas para cada tratamiento, aplicando el abono orgánico y el fertilizante químico, cubriéndolos con tierra para evitar que se volatilicen los nutrientes.

El fertilizante químico y orgánico se aplicaron a cada planta a una distancia de 15 a 20cm del tallo para evitar el contacto de estos con la planta, como se ve en la figura 5.



Figura 9. Aplicación del fertilizante 18-6-12.

2.7.2.2 MANEJO DE LA SOMBRA

La cantidad de sombra regula la intensidad de luz. Con poca intensidad hay poca apertura de los estomas de las hojas, baja la actividad fotosintética, se reduce la energía y

el estímulo del metabolismo de la planta. Esto se aprecia durante el verano, cuando en lugares cálidos y secos las hojas del café se encartuchan poniéndose flácidas.

La calidad de la sombra se refiere a los rayos ultravioletas e infrarrojos que son invisibles. La sombra filtra y modifica la calidad de la luz que reciben los cafetos. La sombra propicia mayor infiltración de agua de lluvia en el suelo, reduciendo la evaporación. Los excesos de temperatura en el suelo pueden provocar lesiones en los tallos y daños en las raíces de los cafetos.

En el área del experimento se realizó una poda de árboles de sombra en el mes de mayo, antes del invierno, para evitar los altos niveles de humedad dentro del cafetal y para permitir exponer la plantación a la luz solar durante el periodo lluvioso, con lo que se logra mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes.

2.7.2.3 MANEJO DE PLAGAS

La plaga que actualmente afecta el café en la zona cafetalera de Antigua Guatemala, es la Broca del Cafeto (*Hypothenemus hampei*), el control que se le dio a esta plaga es etológico, con la colocación de trampas.

La colocación de las trampas fue de una trampa cada 12 plantas, un surco si y seis surcos no.

Las trampas constan de una botella de 2litros de coca-cola vacía, a la cual se le hace un agujero en el centro, se le coloca un gotero con 50% de alcohol etílico y 50% de alcohol metílico, en el fondo de la botella se coloca agua con jabón; el objetivo de las trampas es que la broca al sentir el olor de la fermentación llega a la trampa y cae al agua con jabón y muere.

Otra plaga que afecta pero indirectamente el café, son los zompopos (*Atta spp.*), que el daño que ocasionan es que defolian los arboles de gravilea, dejando el café sin sombra; el control para esta plaga es cultural, ya que los arboles de gravilea se cubren con una falda de plástico para evitar que los zompopos suban hasta la copa del árbol.



Figura 10. Grano de café con daño ocasionado por Broca (*Hypothenemus hampei*).

2.7.2.4 MANEJO DE ENFERMEDADES

El manejo de las enfermedades del café se realizó haciendo manejo de la sombra del cafetal, evitando tener las condiciones adecuadas para la proliferación de las enfermedades fungosas en la plantación del experimento.

No existió la necesidad de hacer uso de ningún tipo de plaguicida para el control de las enfermedades, ya que no se presentó ninguna.

2.7.2.5 MANEJO DE MALEZAS

Este se realizó mediante controles físicos (con herramientas como azadón, machete y manualmente), y no fue necesario realizar aplicaciones de herbicidas de ningún tipo.

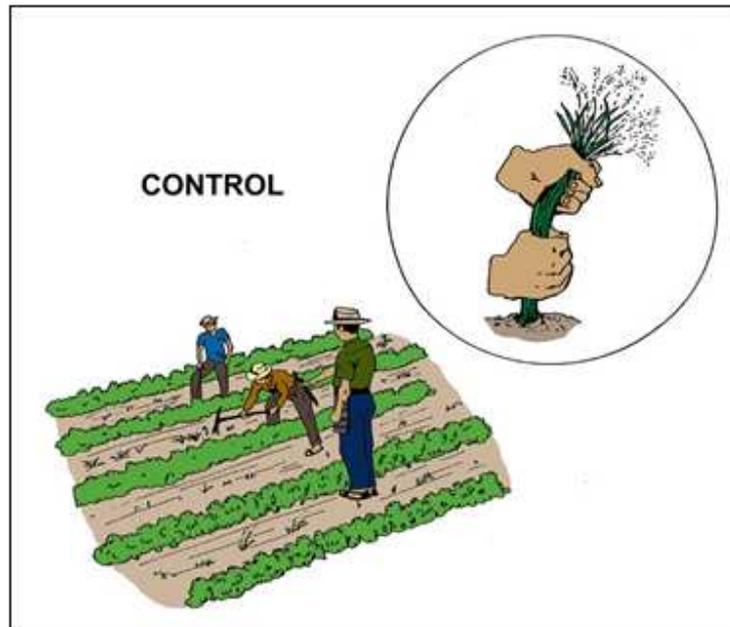


Figura 11. Métodos de control de malezas.

2.7.3 VARIABLES DE RESPUESTA

A) NÚMERO DE FLORES Y NÚMERO DE FRUTOS

El método utilizado para medir el número de Flores y número de Frutos, consistió en contar el número de flores de 30 bandolas (a partir de la bandola 10 de abajo hacia arriba) de 20 plantas seleccionas al azar en cada unidad experimental.

B) ESTADO NUTRICIONAL

Para el estado nutricional se realizaron análisis foliares y se interpretaron con base a niveles de comparación. Los costos fueron comparados entre tratamiento, utilizando únicamente los costos parciales de cada uno.

C) COMPARACION DE COSTOS PARCIALES

Para la toma de datos de esta variable, se tomaron en cuenta únicamente los costos de mano de obra y materia prima de la aplicación de los tratamientos.

2.7.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para organizar, tabular, procesar y analizar los datos de las variables en estudio: número de flores y número de frutos de las diferentes combinaciones de fertilizantes evaluados, se interpretaron mediante un análisis de varianza. Para el estado nutricional se realizaron análisis foliares y se interpretaron. Los costos fueron comparados entre tratamiento, utilizando únicamente los costos parciales de cada uno.

Para el análisis de la información se realizó un análisis de varianza, una prueba de correlación y una prueba de comparación de medias utilizando el criterio HDS de Tukey.

El modelo estadístico empleado en el análisis de la varianza fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij} + \eta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij}	Variable de respuesta medida en la i,j-ésima Unidad Experimental
μ	Valor de la Media General
T_i	Efecto del j-ésimo tratamiento
β_j	Efecto del j-ésimo bloque
ξ_{ij}	Error experimental asociado a la i,j-ésima Unidad Experimental
η_{ijk}	Error de muestreo

2.7.5 MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELO

El método de muestreo de suelos que se utilizó, es el azar en zig-zag, con barreno de espiral. Para la toma de las muestras, se dividió el área en cuatro bloques

correspondientes a los del Diseño Experimental, debido al cambio en la pendiente del terreno.

Cada bloque quedó constituido por todos los tratamientos, de los cuales se tomaron quince sub-muestras por cada unidad experimental a profundidades de 0-30cm y 30-60cm, formando muestras compuestas que se identificaron con el nombre de cada tratamiento (T1, T2, T3, T4 y T5).

Las muestras compuestas de suelo de cada bloque y tratamiento, fueron sometidas a un análisis químico en el Laboratorio de Suelo de la Asociación Nacional del Café (ANACAFE). En el cuadro 3 se detalla el análisis de suelo antes mencionado.

Cuadro 6. Análisis químico de suelos de las muestras compuestas tomadas en el área experimental en la Finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

Tratamiento	pH	Cmol(+)/L				Mg/L			
		P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
T1	5.2	55.31	0.1	1.47	0.23	2.88	83.46	3.7	6.64
T2	5.1	102.44	0.4	0.81	0.56	3.22	152.11	3.37	1.48
T3	6.3	41.81	0.1	9.71	1.7	4.02	103.72	3.43	3.65
T4	4.9	81.01	0.1	0.97	0.24	3.06	152.49	5.48	0.65
T5	5.3	83.61	0.46	1.52	0.34	3.36	121.18	3.9	1.04

2.8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.8.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE FRUTOS

Se realizó un análisis de correlación para las variables número de flores y número de frutos, encontrando que tienen una correlación del 99.7%, lo que nos indica una relación lineal positiva casi perfecta entre ambas variables.

Esto quiere decir que existe una dependencia casi total entre ambas variables, es decir que el cafetal no sufrió aborto de flores durante la época de cuajado de frutos, debido a que el potasio, fósforo y calcio, intervienen en el proceso metabólico de la planta de café en el cuajado de fruto se encontraban en sus niveles adecuados.

Esta dependencia la podemos apreciar mejor con el diagrama de dispersión contenido en la figura 9.

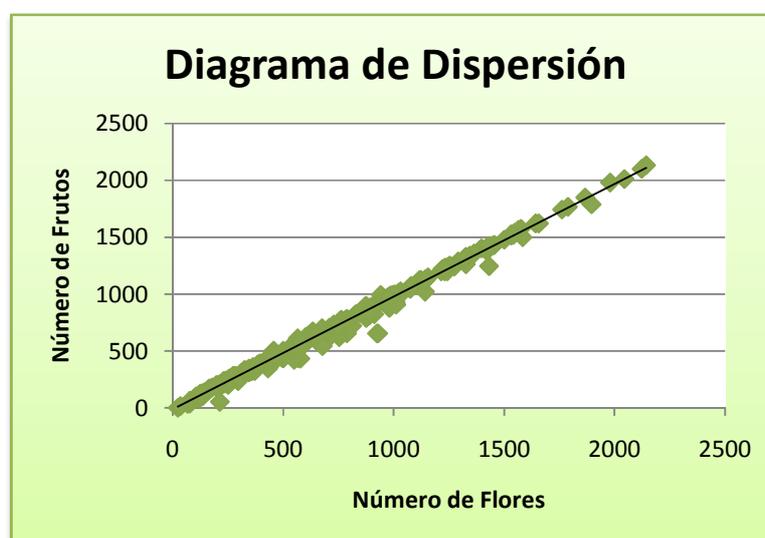


Figura 12. Diagrama de dispersión de Número de Flores y de Frutos.

También se realizó un análisis de varianza únicamente para el número de frutos, debido a la alta relación entre variables.

Con base al ANDEVA practicado, se encontró que no existen diferencias significativas en cuanto al número de frutos , siendo el tratamiento (T4) al que corresponde una dosis de 0.9 kg/planta de 18-6-12 y 0043 kg/plana de cerdaza, el tratamiento que presento mayor cantidad de frutos cuajados, con un promedio de 836 frutos/planta. Mientras el tratamiento con dosis de 0.057 kg/planta de 18-6-12 y 0.07 kg/planta de cerdaza, fue el que presento menor cantidad de frutos cuajados con un promedio de 582 frutos/planta.

En base a la prueba de Tukey se determinó que la aplicación de 0.90kg/planta de Cerdaza y 0.043kg/planta de fertilizante químico, correspondiente a la dosis del tratamiento 4, presenta resultados estadísticamente significativos en cuanto a producción frutos en el cultivo de café, pudiéndose observar también, que uno de los tratamientos con menor cantidad de frutos producidos fue el tratamientos Testigo (T1), que tenía una dosis de 1.15Kg/planta de fertilizante químico sin aplicación de cerdaza.

Lo cual indica que la aplicación de abono orgánico tipo cerdaza al cafetal, incrementa la producción de flores y frutos. Ver cuadros 4 y 5.

Cuadro 7. Resumen del análisis de varianza del número de frutos en el cultivo de café.

F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
BLOQUE	415306.95	3			
TRATAMIENTO	4376560.88	4	1094140.22	3.26	0.0501
ERROR DE MUESTREO	53631879.85	380	141136.53	0.42	0.9943
ERROR EXPERIMENTAL	4031999.12	12	335999.93		
TOTAL	62455746.8	399			

Cuadro 8. Resumen de la prueba de medias de Tukey del número de frutos por planta.

TRATAMIENTO (Kg/planta)		PROMEDIO (Numero de frutos/planta)	
Orgánico	18-6-12		
0.90	0.043	836	A
0.45	0.070	825	A B
0.00	0.085	682	A B C
1.15	0.028	620	B C
0.07	0.057	581	C

2.8.2 ANÁLISIS FOLIAR

El estado nutricional de la plantación de café de la variedad Caturra en estudio, se determinó a través de un análisis químico que se le practicó al muestreo del área foliar de los cinco tratamientos en sus respectivas repeticiones (bloques).

El método de muestreo consistió en la recolección de hojas de la parte baja, media y superior de los cafetos, al azar en zig-zag. Las hojas fueron colocadas en bolsas de papel Kraft proporcionadas por ANACAFE, las cuales fueron identificadas y colocadas en bolsas nylon con algodón húmedo. Al momento de trasladarlas al laboratorio fueron colocadas en una hielera para prevenir la descomposición y deshidratación de las mismas.

Las muestras fueron entregadas en el Laboratorio de la Asociación Nacional del Café para su respectivo análisis. Los resultados son presentados en el cuadro 6.

El análisis foliar realizado a la plantación previo a la floración (ver cuadro 6), muestra que al bajar la dosis de fertilizante químico (18-6-12), la planta presenta bajos niveles de fósforo (figura 10); también se puede observar bajos niveles de algunos elementos menores (figura 11).

A pesar que el análisis foliar realizado a la plantación muestra que los niveles de algunos nutrientes están bajos, la plantación no presentaba en ninguno de los tratamientos signos de deficiencias nutricionales.

Según el estado nutricional de la plantación de este experimento y las características físicas y nutricionales del suelo, la probabilidad de respuesta a la aplicación de cualquier enmienda es alta, debido a que los suelos poseen una fertilidad moderada y tiene la ventaja de renovarse frecuentemente y así conservar buenos niveles de nutrientes y materia orgánica, así como una alta capacidad de intercambio catiónico (cuadro se encuentran por debajo del límite inferior del intervalo de cantidad suficiente).

El fósforo es un elemento de suma importancia en la etapa de floración en el cultivo de café, debido a que el ácido fosfórico ocupa una posición central en el metabolismo vegetal, cuando la deficiencia de fósforo es muy grave, la floración y el cuajado del fruto se retardan produciendo semillas y frutos de tamaño reducido. De los cinco tratamientos el que únicamente tuvo la aplicación de fertilizante químico, fue el que presentó un nivel dentro del intervalo de suficiencia de fósforo, aunque esto no se reflejó en el rendimiento.

El potasio es un elemento muy importante en el cultivo de café en la etapa de floración, cuajado y maduración de los frutos, ya que este elemento refina el sabor del café, factor de vital importancia para las características físicas y organolépticas de dicha bebida. El tratamiento de 0.45Kg/planta cerdaza; 0.070Kg/planta 18-6-12(T2), presentó el nivel más alto dentro del intervalo de suficiencia de potasio, según las recomendaciones de la Asociación Nacional del Café –ANACAFE-.

El calcio es también un elemento vital para la nutrición de la planta, con pequeñas dosis se cubre la demanda del vegetal, los efectos del calcio y del potasio son antagónicos. El calcio es muy importante en la etapa de cuajado y maduración de los frutos, ya que una deficiencia de este elemento puede causar el aborto de los mismos. Todos los tratamientos presentan niveles por arriba del intervalo de cantidad suficiente de calcio, siendo el tratamiento de 1.15Kg/planta cerdaza; 0.028Kg/planta 18-6-12(T5), el que se encuentra más cercano al nivel superior de dicho intervalo.

El magnesio es un elemento esencial en la nutrición vegetal. Es uno de los constituyentes de la clorofila, además de ello desempeña una diversidad de funciones metabólicas. En todos los tratamientos el magnesio se encontraba dentro de los niveles adecuados, siendo el tratamiento de 0.90Kg/planta cerdaza; 0.043Kg/planta 18-6-12(T4) el que se encuentra en el límite superior.

Cuadro 9. Análisis químico del área foliar de las muestras compuestas tomadas en la plantación de café en estudio, en la Finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

Niveles adecuados		%				ppm			
FERTILIZANTE (Kg/Planta)		Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc
Orgánico	18-6-12	0.11-0.15	1.9-2.5	1.1-1.5	0.29-0.35	6.0-9.0	91-105	50-150	14-18
0.0	0.085	0.13	2.07	2.03	0.32	3.05	105.06	63.00	6.70
0.45	0.070	0.09	2.42	2.00	0.32	7.99	110.80	72.90	6.30
0.070	0.057	0.08	2.16	1.98	0.31	4.95	96.41	55.50	5.90
0.90	0.043	0.10	2.19	2.01	0.35	5.65	131.10	75.70	6.00
1.15	0.028	0.10	2.18	1.75	0.31	5.38	134.30	90.80	5.30

Fuente: Laboratorio de Suelo de la Asociación Nacional del Café –ANACAFE–.

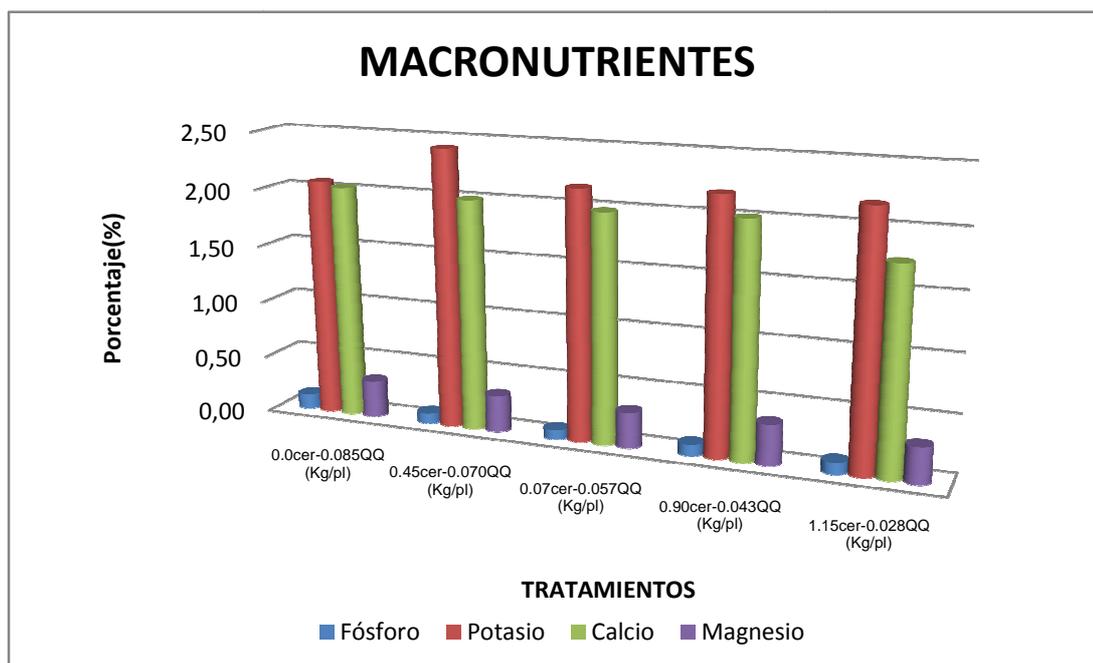


Figura 13. Macronutrientes presentes en las plantas en la etapa de pre-floración.

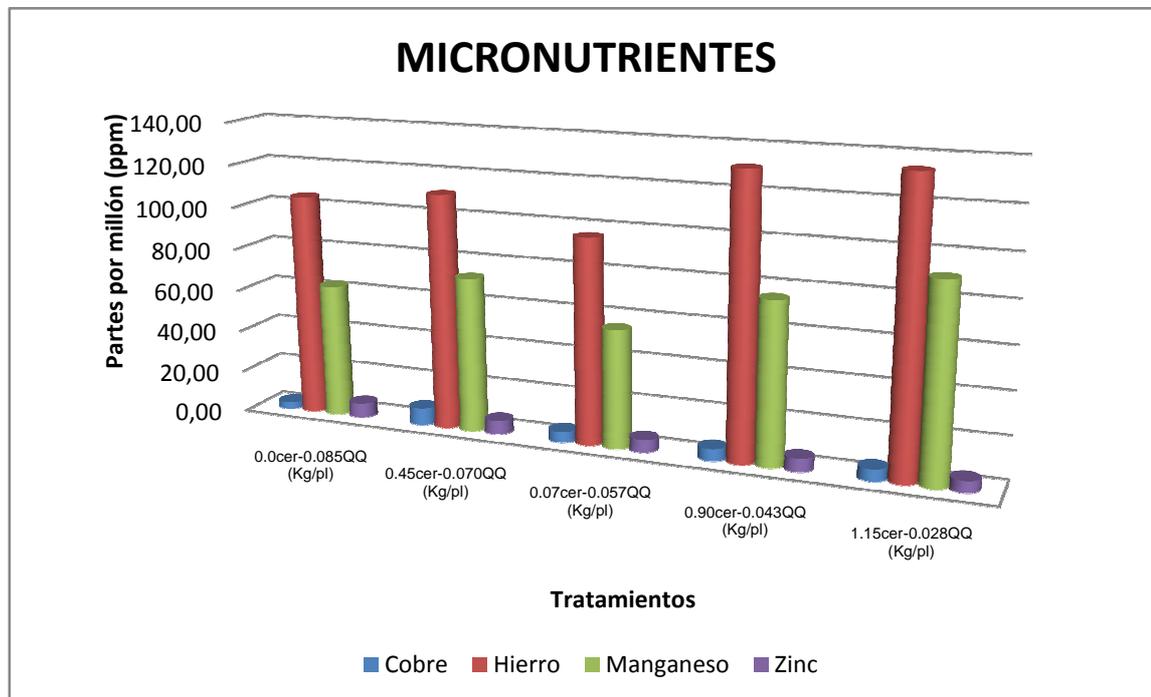


Figura 14. Micronutrientes presentes en las plantas en la etapa de pre-floración.

2.8.3 COSTOS

Se consideraron únicamente en este experimento los costos de cada tratamiento (por hectárea), tomando en cuenta el precio de la materia prima y mano de obra.

Cuadro 10. Costo de materia prima y mano de obra utilizados en el experimento.

TRATAMIENTO (Kg/Planta)		Fertilizante Químico		Total	Cerdaza		Total	Total
Cerdaza	Químico	Quintales	Jornales	Fertilizante	Quintales	Jornales	Cerdaza	
		(Q.215.00/qq)	(Q.41.00/Jor)	Químico	(Q.22.00/qq)	(Q.45.00/Jor)		
0	0.085	8.60	3	Q1,972.00	0	0	Q0.00	Q1,972.00
0.45	0.07	7.02	3	Q1,632.30	31	15	Q1,357.00	Q2,989.30
0.07	0.057	5.72	2	Q1,311.80	49	25	Q2,203.00	Q3,514.80
0.9	0.043	4.42	2	Q1,032.30	62	30	Q2,714.00	Q3,746.30
1.15	0.028	2.60	1	Q600.00	81	41	Q3,627.00	Q4,227.00

Debido a que el gasto de insumo y el costo de la mano de obra en la aplicación del abono orgánico tipo Cerdaza son más altos que los del fertilizante químico 18-6-12, se observa un incremento de costos parciales en donde la cantidad de cerdaza aplicada en los tratamientos aumenta, como se puede observar en la figura 12.

Sin embargo, se ha comprobado en investigaciones anteriores, tanto nacionales como internacionales, que la aplicación de abono orgánico combinada con fertilizante químico, la producción de frutos, así como el estado nutricional de la plantación, presentan mejores resultados, tanto cualitativos como cuantitativos, comparados con una plantación sometida a una fertilización puramente química, volviéndose así una práctica rentable.

Los resultados de una constante aplicación de abono orgánico al cultivo de café se van apreciando con mayor claridad ya que a diferencia de un fertilizante químico, este

mejora las características químicas y físicas del suelo proveyendo a la planta de un mejor sustrato para su nutrición y desarrollo.

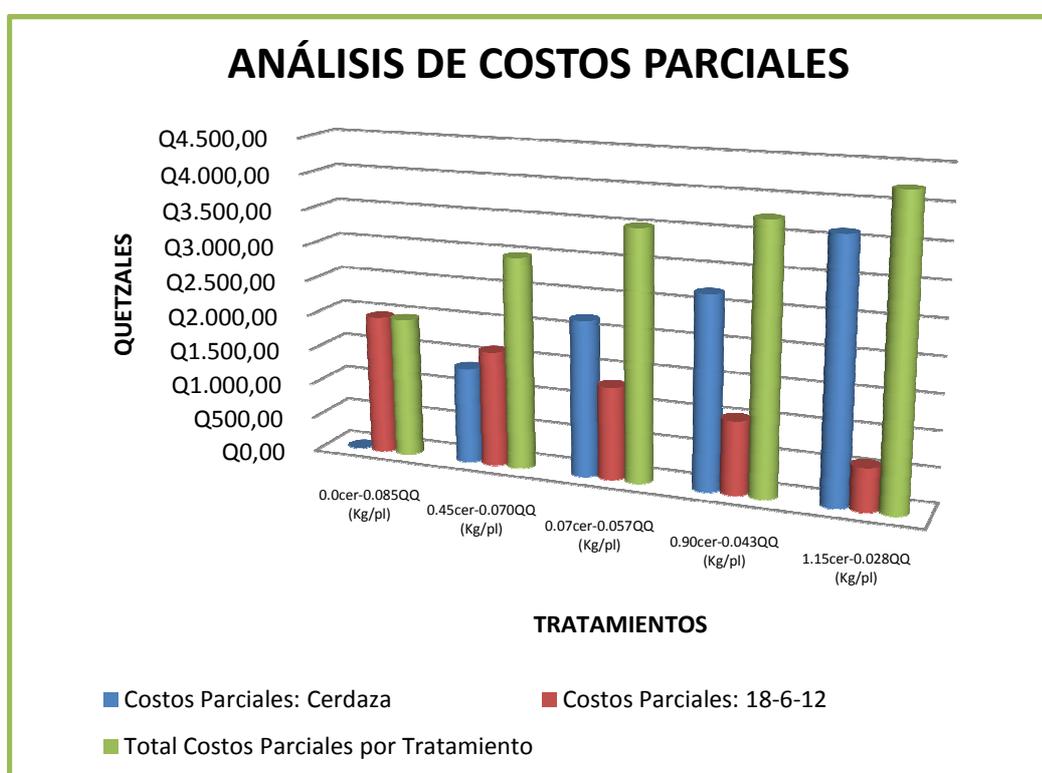


Figura 15. Análisis comparativo de los costos de la realización de las actividades de fertilización en cada tratamiento (ha).

2.9 CONCLUSIONES

- La evaluación del efecto de la combinación de fertilización química (18-6-12) y orgánica (cerdaza), realizada en la finca Capetillo en el municipio de San Juan Alotenango, Sacatepéquez, demostró que hasta la fase de cuajado de frutos, la aplicación de abono orgánico influye positivamente en la producción de frutos.
- Al reducir las dosis del fertilizante químico y sustituirlas por un abono orgánico tipo cerdaza, el estado nutricional de la plantación se encuentra en niveles adecuados para la mayoría de los elementos, sin embargo los elementos que presentan niveles por debajo de los rangos adecuados no son causa de deficiencias nutricionales en las plantas.
- La aplicación de abono orgánico tipo cerdaza combinado con fertilizante químico, genera un aumento en los costos parciales, correspondientes al rubro fertilización, en el cultivo de café.

2.10 RECOMENDACIONES

- Debido a que los resultados no pueden ser del todo concluyentes hasta la etapa de floración y cuajado del fruto, se recomienda desarrollar el experimento hasta la etapa de producción y evaluar el peso y tamaño de los granos de café producidos.
- Se recomienda hacer los análisis económicos de la aplicación de fertilizante químico combinado con abono orgánico, tomando los datos de producción de cada tratamiento.

2.11 BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
2. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2009. Boletines de prensa (en línea). Guatemala. Consultado 19 set 2009. Disponible en: <http://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp>
3. *Cafeguatemala.com*. 2009. *Variedades de café (en línea)*. Guatemala. Consultado 25 ago 2009. Disponible en: www.cafeguatemala.com/index.php
4. Camacho Nassar, C. 1992. Caracterización de la cadena del café en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 19 set 2009. Disponible en: <http://www.fondominkachorlavi.org/cafe/docs/guatemala.pdf>
5. Campabadal, C. 2011. Manejo de desechos porcinos (en línea). México. Consultado 12 ago 2011. Disponible en: <http://masporcicultura.com/Articulos/Desechos/page1.html>
6. Castellanos Cambranes, J. 1985. *Café y campesinos de Guatemala, 1853-1897*. Guatemala, USAC, Editorial Universitaria. 629 p.
7. Chaboussou, F. 1992. Influencia de la fertilización sobre la planta y el valor nutritivo. España. Asociación Vida Sana del Suelo. Vida Sana (documentación). s.p.
8. CIBA (Centro de Investigación en Bioalimentos, Cu). 2011. Evaluación del uso de residuales porcinos en los cultivos de Cuba (en línea). Cuba. Consultado 12 ago 2011. Disponible en: http://www.porcicultura.com/porcicultura/home/noticias_int.asp?cve_noticia=3209
9. Campos, E., *et al.* 2010. Estudio de Diversos Aspectos de Café Orgánico. (en línea). Costa Rica. Consultado 11 ago 2011. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Cafe13.htm>
10. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. Donahue, R. *et al.* 1988. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. 4 ed. México. Prentice-Hall Hispanoamericana. 624 p.

12. Edifarm Internacional Centro América, GT. 2006. Vadeagro. 3 ed. Guatemala. tomo 1, 656 p.
13. González, S.E. 1960. El cultivo de los agrios. España. Instituto nacional de investigaciones agronómicas. s.p.
14. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. 394 p.
15. Hernández, M. 1991. Manual de caficultura. Guatemala. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 136 p.
16. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1967. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. tomo 1.
17. _____. 1980. Mapa topográfico de la república de Guatemala; hoja Alotenango, no. 2059-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
18. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2010. Agricultura (en línea). Guatemala. Consultado 24 ago 2011. Disponible en: <http://www.ine.gob.gt/np/biblioteca/index.htm>
19. Malavolta, E. 1992. Asociación nacional del café ANACAFE-INPOFOS: nutrición mineral del café. *In* Seminario de Fertilización y Nutrición del Café (1992, GT). Memorias. Guatemala, ANACAFE. 26 p.
20. Morin, CH. 1980. Cultivo de cítricos. Perú. IICA. 598 p.
21. Mundodelcafe.com. 2009. Historia del café (en línea). España. Consultado 5 set 2009. Disponible en: www.mundodelcafe.com/historia.htm
22. Ortiz Mayén, O. 1973. Manual de suelos y fertilización del café. Guatemala, ANACAFE. 89 p.
23. Sánchez Castillo, JC. 1998. Caficultura moderna. 5 ed. Guatemala. 266 p. (Serie Comunicación Agrícola).
24. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1,000 p.

25. Smith, P.F. 1966. Citrus Nutrition; in temperate to tropical fruit nutrition. EE.UU., New Jersey. Somerset Press. s.p.
26. TUREVISTA.uat.edu.mx. 2009. Origen del café (en línea). México. Consultado 5 set 2009. Disponible en: <http://www.turevista.uat.edu.mx/cafeina-origen.htm>
27. Valencia, G. 1998. Manual de nutrición y fertilización del café. Quito, Ecuador, Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). 23 p.
28. Vivamosmejor.org. 2008. Agroecológico (en línea). Guatemala. Consultado 19 set 2009. Disponible en: <http://www.vivamosmejor.org.gt/agroecologico.asp>
29. Weinberg, B. 2001. The world of caffeine: the science and cultura of the world's most popular drug. Nueva York, Estados Unidos. Routledge. Pp 3-4.
30. Wikipedia.com. 2008. Abonos orgánicos (en línea). España. Consultado 16 set 2009. Disponible en: <http://www.wikipedia.com/Fertilizantes/Abonos-organicos.htm>

Vo.Bo. _____

Ing. Rolando Barrios

2.1 ANEXOS

Cuadro 11: Principales funciones de los elementos en el metabolismo de la planta.

ELEMENTO	SÍMBOLO	FUNCIÓN DESEMPEÑADA
Nitrógeno	N	Formación de la parte vegetativa (asociado con el Potasio). Formación y desarrollo de los brotes florales. Menos muerte descendente (asociado con el potasio).
Fósforo	P	Absorción de macro y micronutrientes (asociado con el magnesio). Formación del fruto. Maduración y reserva de almidones asociados con el potasio.
Potasio	K	Formación de la parte vegetativa (asociado con el Nitrógeno). Formación y transporte de carbohidratos. Reservas de almidones (asociado con Nitrógeno).
Calcio	Ca	Desarrollo de la raíz. Absorción de macro y micronutrientes. Tolerancia a la toxicidad de aluminio (Al) y manganeso (Mn). Formación de la fruta.
Magnesio	Mg	Formación de la parte vegetativa. Absorción de macro y micronutrientes, asociado con fósforo y calcio (P y Ca).
Boro	B	Absorción de macro y micronutrientes (en relación a P, Mg y Ca). Crecimiento de la raíz (asociado con Ca). Crecimiento de los entrenudos. Número de ramas laterales. Número y diferenciación de los brotes florales. Germinación del polen y crecimiento de los tubos polinizadores. Crecimiento del fruto.
Cloro	Cl	Fotosíntesis y crecimiento en general. Transporte de azúcar a la fruta.
Cobre	Cu	Fotosíntesis y crecimiento en general. Resistencia a enfermedades. Efecto tónico (hojas de color verde, menor caída de hojas y frutos).
Hierro	Fe	Color de la semilla.
Manganeso	Mn	Fotosíntesis y crecimiento en general.
Molibdeno	Mo	Utilización del Nitrógeno (asociado con P, S y Fe).
Cinc	Zn	Crecimiento de los entrenudos.
Azufre	S	Constituyente de algunos aminoácidos, proteínas y enzimas.

Cuadro 12: Síntomas de deficiencias de algunos elementos en las plantas de café.

ELEMENTO	SÍMBOLO	SÍNTOMA DE DEFICIENCIA
Nitrógeno	N	En las hojas nuevas y adultas se ve la pérdida uniforme del color verde, a verde claro, verde amarillento, a amarillo. El Nitrógeno se moviliza muy bien en la planta.
Fósforo	P	Manchas rojizas o pardo rojizas en las hojas adultas y viejas. El fósforo se moviliza bien en la planta.
Potasio	K	Color bronceado y muerte del tejido en los bordes de las hojas adultas y viejas con límites bien marcados. El Potasio es muy móvil en la planta.
Calcio	Ca	Pérdida del color verde, en forma de una palidez muy leve, en los bordes de las hojas nuevas. El Calcio es muy poco móvil en las plantas.
Magnesio	Mg	Manchas y moteado pardo amarillento, en los espacios entre las venas de hojas adultas y viejas. El Magnesio se moviliza bien en la planta.
Boro	B	Muerte de yemas terminales de las ramas, apareciendo gran número de brotes que le dan a la punta de la rama una apariencia de palmita. Deformación de las hojas nuevas. El Boro se moviliza muy poco en la planta.
Cloro	Cl	La literatura no reporta sintomatología por deficiencia de Cloro, lo que hace suponer que las cantidades existentes en la mayoría de los suelos agrícolas son suficientes.
Cobre	Cu	Las hojas presentan nervaduras salientes (costillas), clorosis leve y manchas pardas asimétricas. Las hojas más jóvenes aparecen distorsionadas, con una forma de S, por falta de crecimiento de los nervios y pierden su color verde.
Hierro	Fe	Decoloración de las hojas nuevas y jóvenes, a verde claro y verde amarillento, resaltando el color verde de las venas. Las hojas mantienen su tamaño normal. El Hierro es poco móvil en las plantas.
Manganeso	Mn	Las hojas nuevas y jóvenes pierden su color, resaltando el color verde de las venas, a veces como franjas verde difusas a lo largo de éstas. Las hojas tienden a ser más grandes. El Manganeso se moviliza poco en la planta.
Molibdeno	Mo	Inicialmente se desarrollan manchas amarillas cerca de los márgenes y volviéndose amarillo pardas y necróticas, principalmente en el centro. Desde la parte central sucede un rozamiento de las hojas, de manera que los lados opuestos se tocan por debajo.
Cinc	Zn	Las hojas nuevas y jóvenes se muestran pequeñas y angostas, con pérdida de color, resaltando el verde de las venas. Las hojas se agrupan en forma de rosetas por acortamiento de los nudos de la rama. Acaparamiento del café y producción de frutos pequeños. El Cinc se moviliza poco en la planta.
Azufre	S	Perdida del color verde normal en las hojas de la punta de la rama hacia atrás. Esta deficiencia no es común en Guatemala. El Azufre se moviliza bastante bien en la planta.

Cuadro 13. Cantidad de flores obtenidas en cada tratamiento y sus respectivas repeticiones (100 plantas/tratamiento).

IDENTIFICACIÓN	TRATAMIENTO (Kg/Planta)		CANTIDAD DE FLORES			
	Orgánico	18-6-12	BLOQUE			
			I	II	III	IV
T1	0	0.085	15850	14758	14973	10736
T2	0.45	0.07	15887	16200	19286	16299
T3	0.07	0.057	9200	9373	14880	14479
T4	0.9	0.043	20718	17962	15708	14179
T5	1.15	0.028	10084	12212	14009	14956

Cuadro 14. Cantidad de frutos obtenidos en cada tratamiento y sus respectivas repeticiones (100 plantas/tratamiento).

IDENTIFICACIÓN	TRATAMIENTO (Kg/Planta)		CANTIDAD DE FRUTOS			
	Orgánico	18-6-12	BLOQUE			
			I	II	III	IV
T1	0	0.085	15523	14559	14455	9994
T2	0.45	0.07	15593	15985	18578	15863
T3	0.07	0.057	8989	9227	14525	13769
T4	0.9	0.043	20364	17689	15162	13693
T5	1.15	0.028	9671	11905	13553	14462



3.1 PRESENTACIÓN

En la Finca Capetillo, la actividad económica más importante es la producción y beneficiado de café Genuino Antigua de la más alta calidad para la venta internacional, cumpliendo con las normas nacionales e internacionales ecológicamente sostenibles y en armonía con el bienestar de la comunidad de San Juan Alotenango y el entorno empresarial.

Las diferentes actividades que se realizaron durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se efectuaron con la ayuda y el asesoramiento de las autoridades de la finca.

La Finca Capetillo es considerada una de las más importantes del ámbito cafetalero del sector de Antigua Guatemala, siendo esta la primera ocasión que tuvieron ayuda parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizando así EPS por un período de diez meses.

Las diferentes actividades relacionadas con el cultivo de café y los diferentes procesos productivos que este implica, estuvieron involucradas en la realización del EPS.

Los servicios prestados en la finca Capetillo se situaron en distintas localizaciones dentro de la finca y fueron realizados en los diferentes procesos y actividades que este cultivo involucra, siendo éstos capacitaciones a trabajadores, apoyo técnico en la elaboración y colocación de trampas para la broca del café, estimación de la producción 2009-2010 y apoyo técnico y supervisión en el proceso de beneficiado húmedo y seco.

3.2 SERVICIO I: IMPARTICIÓN DE CAPACITACION AL PERSONAL DE CAMPO Y BENEFICIO DE LA FINCA CAPETILLO

3.2.1 INTRODUCCIÓN

Para garantizar el éxito de un proceso productivo dentro de una empresa, es de suma importancia que la persona que encargada de llevar a cabo cualquier actividad, esté consciente de la importancia de desempeñarse adecuadamente en la realización de su trabajo, así también es esencial que cada persona posea cierto grado de conocimiento de la actividad que está realizando.

El apoyo técnico y social que se les brindo a los trabajadores contemplo diferentes actividades, entre estas, las capacitaciones en diversos temas agrícolas como la importancia del manejo de aguas servidas del beneficio húmedo, la elaboración colocación de trampas para el control de broca y pronósticos de cosecha.

Todas estas capacitaciones son de suma importancia ya que estos conocimientos pueden ser extendidos hacia las comunidades a donde pertenecen estos trabajadores, estas actividades se realizaron de común acuerdo con las autoridades de la finca, estas se ejecutaron en diferentes localidades ya que para algunas de estas es necesario realizar prácticas de campo.

3.2.2 OBJETIVOS

3.2.2.1 GENERAL

- Capacitar a los trabajadores del beneficio sobre la importancia del manejo de aguas residuales.

3.2.2.2 ESPECÍFICOS

- Coordinar con los representantes de ANACAFE las actividades y materiales para la impartición de capacitación.
- Impartir charlas a los trabajadores a cerca del ciclo de vida de la broca del café, daño que ocasiona y la finalidad y funcionamiento de las trampas artesanales.

3.2.3 METODOLOGÍA

3.2.3.1 ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN

En esta actividad se contó con un representante de ANACAFE para la obtención de información necesaria para impartir la capacitación así como del material didáctico para dicha actividad.

Se obtuvo también material para la elaboración de 2,500 trampas para broca, el cual constó de botellas de coca-cola desechables de 1.5lt, goteros, alcohol etílico, alcohol metílico, alambre de amarre y herramientas (tijeras y alicates).

3.2.3.2 CONVOCATORIA A LOS PARTICIPANTES

Los participantes de esta actividad fueron los encargados, administradores y personal de campo de las fincas asociadas a Capetillo. Estas fincas son Los Cuxinales, Agua Blanca y San Sebastián.

3.2.3.3 PRESENTACIONES PERIÓDICAS

Las presentaciones teóricas se realizaron mensualmente en diferentes localidades de la finca, se estuvo aprovechando estas presentaciones para conocer los trabajos realizados por los trabajadores a modo de monitorear la realización de las actividades presentadas en las presentaciones anteriores.

También se estuvieron realizando reuniones informativas entre estas resoluciones de dudas que surgieron a los trabajadores durante la elaboración de las prácticas de campo de las capacitaciones proporcionadas.

3.2.3.4 RESULTADOS

3.2.3.5 ACTIVIDAD 1: CAPACITACIÓN “MANEJO DE AGUAS SERVIDAS DEL BENEFICIO HÚMEDO”

Este proyecto se realizó en las instalaciones del Beneficio Capetillo, en donde se les explicó a los trabajadores del beneficio el proceso del tratamiento de las aguas servidas.

Se les dio a conocer que las mejoras tecnológicas en el beneficiado húmedo, han permitido reducir el uso del agua introduciendo cambios en los sistemas de recibido de café, transporte y proceso, siendo la recirculación de agua el corazón de un sistema que utiliza entre 150 y 200 litros de agua para el proceso del mismo quintal de café pergamino seco (3 a 4 litros por kilo de café pergamino), lo que representa más de 90% de reducción del agua utilizada en el proceso tradicional. Ahora bien, reducimos el uso de agua, pero nos quedan aguas residuales más cargadas de materia orgánica, las cuales son manejadas en sencillas pilas de sedimentación.

3.2.3.6 ACTIVIDAD 2: CAPACITACIÓN “PRONÓSTICOS DE COSECHA”

Ésta capacitación se estuvo impartiendo a los trabajadores de la finca Capetillo que serían los encargados posteriormente de la realización del pronóstico de la cosecha 2009-2010.

Los trabajadores fueron instruidos en el uso de técnicas para el cálculo de la cosecha durante el mes de septiembre del año 2009.

3.2.3.7 ACTIVIDAD 3: CAPACITACIÓN “MANEJO INTEGRADO DE LA BROCA DEL CAFÉ”

El manejo integrado de la broca del café se ha manejado en Capetillo durante muchos años, siendo una actividad realizada por un grupo de mujeres quienes año con año elaboran y colocan las trampas de la broca en el campo.

Se impartieron las capacitaciones sobre temas relacionados con el manejo integrado de la broca, como lo son control biológico, control químico, control etológico o trampeo, eficiencia en el control de la broca, entre otros.

En las capacitaciones participó el personal de las fincas asociadas al Capetillo.

3.2.4 EVALUACIÓN

Con este servicio se logró darles herramientas a trabajadores para fortalecer los conocimientos agrícolas e incentivar el desarrollo tanto dentro de la finca como en la comunidad de Alotenango, los programas de capacitación de ANACAFE fueron parte importante en la realización de este servicio ya que junto con ellos se pudo coordinar las diferentes actividades realizadas dentro del mismo.

A todas las actividades realizadas dentro de este servicio se pretende darle seguimiento en los años posteriores ya que la finca Capetillo se encuentra certificada por varias entidades y es de suma importancia la adecuada realización de todos los trabajos regidos dentro de las normas establecidas.

3.3 SERVICIO II: APOYO TÉCNICO Y SUPERVISIÓN EN LA ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE TRAMPAS PARA BROCA DEL CAFÉ

3.3.1 INTRODUCCIÓN

Los granos de café liberan ciertas sustancias de naturaleza alcohólica durante su maduración, las cuales sirven de atrayente a las hembras adultas de la broca. Aprovechando este principio se pueden hacer trampas para capturar hembras de broca, antes de que ovipositen en las cerezas de café.

Las trampas se fabrican utilizando alcohol etílico y metílico (50% de cada uno), con el objetivo de atraer a las hembras de broca hacia el agua con detergente contenido dentro de la trampa y así evitar el daño en los frutos del café.

El servicio se estuvo prestando al personal de campo y administrativo de la finca y fincas Asociadas, en las instalaciones de Capetillo, como parte de las actividades del EPS.

3.3.2 OBJETIVOS

3.3.2.1 GENERAL

- Brindar apoyo técnico y capacitación al personal de campo y administrativo de Capetillo y fincas asociadas.

3.3.2.2 ESPECÍFICOS

- Capacitar al personal de campo y administrativo en el ámbito agrícola, como lo es el manejo integrado de la broca del café, elaboración de trampas con alcohol para el control de la broca y la colocación de trampas.
- Supervisar la elaboración y colocación de las trampas con alcohol para el control de la broca del café.

3.3.3 METODOLOGÍA

3.3.3.1 ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN

En esta actividad se contó con los responsables de las diferentes fincas de interés en el tema de trampeo para broca del café, con estas fincas se coordinaron reuniones Informativas, de capacitación, y las respectivas supervisiones de campo para la evaluación del trabajo realizado en las plantaciones.

3.3.3.2 CONVICATORIA A LOS PARTICIPANTES

Los participantes de estas actividades tuvieron que ser personal de campo y administrativos de las fincas asociadas a Capetillo, quienes recibieron el apoyo del epesista y un representante de ANACAFE, a los participantes se les estuvo dando toda la información necesaria para la elaboración de las trampas para broca del café.

Para la realización de estas actividades el epesista fue el encargado de convocar a los participantes las veces que fue necesario, para la realización de las mismas.

3.3.3.3 CAPACITACIONES

En cuanto a las capacitaciones en temas agrícolas relacionados con el tema de trampeo para broca del café, se mencionan el aprovechamiento de materiales reciclables como lo son botellas plásticas de refrescos, dando a estos un valor agregado, la reutilización de goteros con alcohol como atrayente de las hembras broca, importancia del manejo integrado de la plaga, uso adecuado de químicos, etc.

3.3.4 RESULTADOS

3.3.4.1 ACTIVIDAD 1: ELABORACIÓN DE 2,500 TRAMPAS PARA BROCA DEL CAFÉ

Este proyecto se estuvo ejecutando en los meses de enero y febrero de 2010, en las plantaciones de las fincas Capetillo y asociadas.



Figura 16. Cantidad de trampas elaboradas por cada una de las entidades participantes.

Hasta el 28 de febrero del 2010 se habían realizado 3,600 trampas para el control de la broca del café. Las actividades que se estuvieron realizando fueron la recolección de botellas plásticas de refresco, pintado de botellas, llenado de goteros con alcohol, preparación de las trampas.

Se trabajó con las mujeres encargadas del trampeo para el control de la broca en cada una de las fincas, de manera que cada una de ellas llevaría la información al grupo a su cargo.

3.3.4.2 ACTIVIDAD 2: COLOCACIÓN DE TRAMPAS PARA BROCA DEL CAFÉ

Las trampas se colocaron a un distanciamiento de 6 plantas y 6 surcos, dando un total de 120 trampas por hectárea. Las trabajadoras de cada una de las fincas se encargaron de la elaboración y colocación de las trampas.

Cuando todas las trampas fueron colocadas, se realizó una supervisión en campo para verificar el correcto posicionamiento de ellas.



Figura 17. Cantidad de trampas colocadas en cada una de las entidades participantes.

En este proyecto se lograron elaborar y colocar en campo 3,600 trampas con alcohol para el control de broca del café, en las fincas asociadas con Capetillo. El material fue obtenido por cada una de las entidades participantes y con esto se lograron reciclar las botellas plásticas desechables de refrescos.

3.3.5 EVALUACIÓN

Este servicio fue de mucha importancia para la finca ya que con el apoyo de las entidades asociadas se logró ayudar a las trabajadoras que no tenían conocimientos en el manejo integrado de la broca del café, el servicio logró reciclar 3,600 botellas plásticas en dos meses, dándoles otro uso.

A todas las actividades realizadas dentro de este servicio, se pretende darles seguimiento, con el fin que las personas encargadas de la realización de esta labor posean el conocimiento adecuado para realizar el trabajo adecuadamente y así contribuir al fortalecimiento no solo de la empresa sino también de los conocimientos de los trabajadores de campo.

3.3.6 ANEXOS



Figura 18. Estructura de una trampa con alcohol para el control de la broca del café.



Figura 19. Colocación y funcionamiento de las trampas para el control de la broca del café.

3.4 SERVICIO III: ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ 2009-2010

3.4.1 INTRODUCCIÓN

La estimación de cosechas es una herramienta de suma importancia debido a que permite hacer los contratos de comercialización con información más segura para cumplir con los compromisos.

En la finca Capetillo se realizó el cálculo aproximado de la cosecha considerando la intensidad de la floración, fructificación y el estado fitosanitario en que se encontraba la plantación, considerando también las experiencias de muchos años sobre la base de los registros de la producción de los ciclos anteriores.

Sin embargo, el método más confiable para estimar la producción del café es la estimación directa en el campo haciendo recuentos de plantas cosecheras, buenas regulares y malas, número de bandolas, y cantidad de frutos.

El objetivo del estimado de cosecha, es conocer de antemano cual será la producción por pante y en general de la finca, lo que permite realizar el plan de manejo de tejido y fertilización para el próximo ciclo productivo.

3.4.2 OBJETIVOS

3.4.2.1 GENERAL

- Estimar la producción de café 2009-2010 de la finca Capetillo, San Juan Alotenango, Sacatepéquez.

3.4.2.2 ESPECÍFICOS

- Establecer los contratos de comercialización con información más segura para cumplir con los compromisos.
- Conocer las necesidades de canastos, sacos y alimentación de los obreros en el proceso del corte.
- Preparar con tiempo las capacidades y condiciones del beneficio húmedo.
- Acondicionar las galeras para recibir a las cuadrillas.

3.4.3 METODOLOGÍA

3.4.3.1 REGISTRO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO Y CÁLCULOS PARA EL ESTIMADO DE LA PRODUCCIÓN

Para esta etapa se realizaron los siguientes pasos:

- a) Se escogieron tres sitios o puntos al azar distribuidos en cada pante y fueron anotados en la columna A de la hoja para el estimado de cosecha (ver cuadro 15).
- b) En cada sitio se seleccionan tres plantas productivas: Una Buena (B), una Regular (R), y una Mala (M), luego ubicarlas en la columna B.
- c) Se muestreó un total de 10 plantas: tres en el primer sitio, tres en el segundo sitio y cuatro en el último sitio. El estado productivo de la planta número cuatro del último sitio debe de ser Regular (R). Ver columna C.
- d) Cada planta seleccionada se dividió imaginariamente en tres estratos (Alto, Medio y Bajo). Luego que fue dividida la planta en estratos, se muestreó al azar una bandola productiva en cada estrato (figura 21). Se contó el número de frutos de cada bandola seleccionada y fue anotado en la columna D.
- e) Luego se procedió a sumar las tres bandolas y de dividió en tres, que es el número de plantas. El resultado es el promedio de frutos de la bandola ubicados en la columna E.

Ejemplo:

Suma	Frutos
Bandola Estrato Alto	125
Bandola Estrato Medio	30
Bandola Estrato Bajo	27
Total	182
División:	
182 frutos ÷ 3 plantas= 60.66 promedio de frutos por planta	

- f) El siguiente paso fue contar el número de bandolas totales productivas de la planta y se anotó en la columna F. Se consideró una bandola productiva aquella que tiene más de cinco frutos. A una bandola no se le cuentan las bandolas terciarias, solo las principales.
- g) En la realización de esta actividad fue muy importante conocer el número de plantas productivas, recepadas, y resiembras por hectárea para obtener un estimado de producción confiable.

Ejemplo:

Plantas por Hectárea.....	4,550
Recepadas y Resiembras.....	1,200
Total Plantas Productivas.....	3,350

- h) Se multiplicó el promedio de frutos por bandola (columna E), por el número de bandolas productivas de la planta (columna F). El resultado fue el total de frutos promedio de la planta que se anoto en la columna G. esto se repite con las 10 plantas muestreadas.

Ejemplo:

60.66	Promedio frutos por bandola
X 27	Número de bandolas productivas
1,637.82	Total de frutos por planta

- i) Cuando ya se tuvo el total de frutos por planta de las 10 muestras columna G, el siguiente paso fue sumar los datos de ésta columna (G), y se divide entre 10, que es la cantidad de plantas muestreadas. El resultado de esta división fue el promedio de frutos por planta productiva en el plantío, para obtener la cantidad de frutos que esperamos cosechar.

Ejemplo:

Paso 1

Plantas productivas/ha	2,700.00
Promedio de frutos por planta	<u>x 1,637.82</u>
Producción de frutos/ha	4, 422,114.00

Paso 2

Producción de frutos/ha	4,422,114.00
7% de frutos vanos	<u>x 0.007</u>
Producción de frutos/ha	309,547.98

Paso 3

Productivas de frutos/ha	4, 422,114.00
7% de frutos vanos	<u>x 309,547.98</u>
Producción de frutos/ha	4,112,566.02

Paso 4

Productivas de frutos del pante	4,112,566.02
Una libra de café maduro equivale en frutos	<u>÷ 360.00</u>
Libras	11,423.79
Libras en un quintal	<u>÷ 100</u>
Total quintales uva bruto / Ha	114.24

Cuadro 15. Hoja de toma de datos para el Pronóstico de Cosecha 2009-2010.

HOJA PARA EL ESTIMADO DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ						
Finca Capetillo Cosecha 2009-2010						
Fecha: _____		Área: _____		Variedad: _____		
No. Plantas/Ha. _____						
A	B	C	D	E	F	G
SITIO	Estimado productivo planta por planta	Plantas	No. De frutos por estrato	Promedio de frutos/bandola	No. Band. Prod. Por planta	Total de frutos por planta
1	B	1	1			
			2			
			3			
	R	2	1			
			2			
			3			
	M	3	1			
			2			
			3			
2	B	1	1			
			2			
			3			
	R	2	1			
			2			
			3			
	M	3	1			
			2			
			3			
3	B	1	1			
			2			
			3			
	R	2	1			
			2			
			3			
	M	3	1			
			2			
			3			
TOTAL DE FRUTOS						
<p>Nota: Una bandola con 5 frutos se considera productiva. 360 frutos se consideran una libra de café uva. Se tomará 15% como falla de planta. 7% como granos vanos.</p>						
						<p>B= Bueno M= Malo R= Regular</p>

3.4.4 RESULTADOS

Se realizó el cálculo del pronóstico de cosecha en 18 pantes (55.3 ha) correspondiente al 20 por ciento del total del área productiva de la finca. Tomando los pantes representativos de todos los estados productivos y edades de la plantación Ver figura 20).

Se realizó la metodología para la realización del pronóstico de cosecha en cada uno de los pantes seleccionados, posteriormente se calculó el pronóstico de cosecha para el resto de la finca tomando como referencia el pronóstico realizado al 20 por ciento de la finca.

De las 55.3ha muestreadas se obtuvo un pronóstico de cosecha de 7,980.23qq de café uva, correspondiente al 20% del total de la finca; dando como resultado un total de 39,901.13qq pronosticados para la cosecha 2009-2010.

3.4.5 EVALUACIÓN

Con este servicio se logró determinar la cantidad exacta de canastos y sacos necesarios para cubrir la época de cosecha, así también se pudo preparar con tiempo las instalaciones del beneficio húmedo y las galerías para recibir a las cuadrillas.

Debido que la relación maduro-pergamino, ha sido casi constante en años anteriores, teniendo un pronóstico de la producción de café maduro, se logró establecer un aproximado de la producción de café pergamino, permitiendo así establecer los contratos de comercialización con información más segura para poder cumplir con los compromisos.

3.4.6 ANEXOS



Figura 20. Ubicación de los pantes seleccionados para el pronóstico de cosecha 2009-2010.

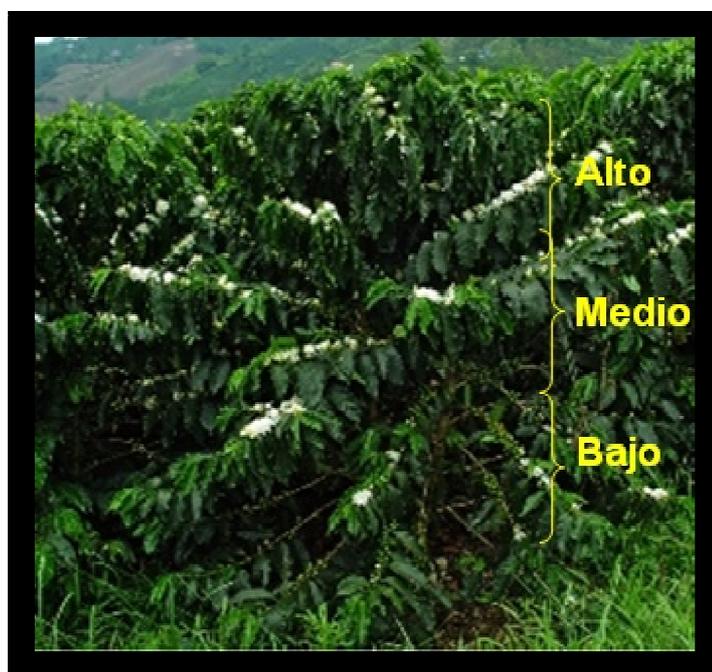


Figura 21. División imaginaria de la planta en tres estratos (Alto, Medio y Bajo).

3.5 SERVICIO IV: APOYO TÉCNICO Y SUPERVISIÓN EN EL PROCESO DE BENEFICIADO HUMEDO Y SECO EN EL BENEFICIO CAPETILLO

3.5.1 INTRODUCCIÓN

El proceso de beneficiado consiste en una serie de procesos a los que el café se somete, después de trasladar el café del campo se recibe en el sifón semi-seco, para su despulpado en el área de beneficio húmedo. Actualmente se trabaja en un módulo ecológico con recirculamiento de agua. El café recién ingresado al beneficio es despulpado inmediatamente.

Después de despulpado el café, se deja fermentar el pergamino con mucílago. El tiempo promedio de fermento en la finca es de 24 a 34 horas. Luego de dar punto el fermento se lava en el correteo y se clasifica por peso dentro del agua.

El café ya clasificado se seca en los patios del beneficio. El tiempo promedio de secamiento es de 8 días, si hay bastante aire y sol. Para que el secamiento sea parejo se mueve el café en los patios por medio de personas, con azadones haciendo surcos no mayores de 8cm de espesor en el piso. El café ya seco se pesa y guarda en bodegas especiales para café pergamino.

El servicio se estuvo prestando en las diferentes etapas del beneficiado de café, con el personal del Beneficio Capetillo y el administrador de la finca Capetillo el Ingeniero Sergio Castro.

3.5.2 OBJETIVOS

3.5.2.1 GENERAL

- Brindar apoyo técnico y supervisión en el beneficiado húmedo y seco de Café (*Coffea arabica*) en el Beneficio Capetillo, San Juan Alotenango Sacatepéquez.

3.5.2.2 ESPECÍFICOS

- Supervisar la entrega y peso del café trasladado del campo al recibidero del sifón semi-seco para su despulpado.
- Llevar el control de las horas de fermentación de cada partida de café.
- Identificar la entrada de partidas de café pergamino a las bodegas de almacenamiento.
- Marcar las partidas a trillar para formar los contenedores de exportación.
- Sacar muestras por partida para cataciones.

3.5.3 METODOLOGÍA

3.5.3.1 ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN

En esta actividad se contó con el administrador de la finca ingeniero Sergio Castro, el encargado de beneficio señor Paulino Ramos y el asistente de beneficio señor David Siquinajay. Con estas personas se coordinaron reuniones informativas y las respectivas supervisiones en la cosecha recibida de café, la entrada de las partidas a bodegas, y la selección de muestras para cataciones.

3.5.3.2 APOYO TECNICO

La actividad del beneficio inicia cuando se recibe y pesa el café cosechado por las personas en el campo, siendo esta una actividad muy importante ya que de esta depende el grado de confianza en las conversiones de café maduro a pergamino y de café pergamino a oro.

El Beneficio Capetillo cuenta con dos módulos de beneficiado. Uno convencional, que consiste en una serie de pasos o etapas a las que se somete el café para eliminar todas sus capas o cubiertas de la forma más eficiente sin afectar su calidad y rendimiento. Es la transformación primaria del grano.

También cuenta con un módulo de beneficiado ecológico, este combina el procesamiento de café de alta calidad con la protección del ambiente y la utilización de los subproductos del grano. Los módulos son integrados, compactos y de alta capacidad.

La pulpa mezclada con el mucílago es transportada al área destinada para su descomposición, para luego ser utilizada como abono orgánico o como alimento para las lombriceras.

El café despulpado pasa a las pilas de fermentación, se deja reposar por un período de 10 a 15hrs, para que las enzimas y microorganismos actúen sobre el mucílago. Luego el café pasa por el lavado,

3.5.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.5.4.1 ACTIVIDAD 1: CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ AL BENEFICIO HÚMEDO

A) CAFÉ MADURO RECIVIDO EN MODULOS DE DESPULPADO

Se obtuvo una cosecha de 41,021qq de café maduro, superando en un 2.73%el pronóstico de cosecha realizado en el mes de Octubre.

El café se identificó por número de partida ingresada con fecha y peso, para conocer su ubicación exacta en bodegas. Se colocó una etiqueta en los sacos de cada partida con la información útil, siendo esta: Horas de fermento, Fecha de lavado, Fecha de ingreso a bodegas, Peso de cada partida, Color de sacos, número de sacos.

La cosecha 2009-2010 inició en el mes de septiembre y finalizó en marzo de 2010. Siendo el mes de enero en donde se presentó el pico más alto de la cosecha, como se puede observar en la figura 22.

Cuadro 16. Control de entrada de café maduro, Beneficio Capetillo.

BENEFICIO CAPETILLO		
CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ MADURO		
COSECHA 2009-2010		
MES	QQ MADURO	PARTIDAS
set-09	31.79	1
oct-09	2471.65	1 a 13
nov-09	6152.63	14 a 38
dic-09	13357.06	39 a 62
ene-10	16208.66	63 a 101
feb-10	2755.07	102 a 127
mar-10	44.07	128



Figura 22. Producción de café maduro, para la cosecha 2009-2010.

B) CAFÉ VERDE

El café fue preseleccionado en campo por el personal de cosecha, llevando en sacos separados el café maduro, café verde y café camagüe.

Esta preselección es de suma importancia debido a que el café mezclado presenta una baja calidad con respecto a sabor, aroma y textura.

El ingreso de café verde al beneficio aumento en los meses de febrero y marzo, coincidiendo con el pico en la producción de café maduro (uva). Mientras que el ingreso de café camagüe se mantuvo en cantidades menores a los 300qq mensuales. Estos números nos indican un adecuado control en la cosecha y escogido del café. Esto lo podemos observar el cuadro 17 y figura 23.

Cuadro 17. Control de entradas de café verde y camagüe, Beneficio Capetillo.

BENEFICIO CAPETILLO		
CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ VERDE Y CAMAGÜE		
COSECHA 2009-2010		
MES	QQ VERDE	QQ CAMAGUE
sep-09	123.05	0
oct-09	55.8	71.98
nov-09	109.35	231.1
dic-09	156.96	126.72
ene-10	656.38	161.6
feb-10	1054.24	245.53
mar-10	350.2	8.75
abr-10	310.53	0
TOTAL	2816.51	845.68

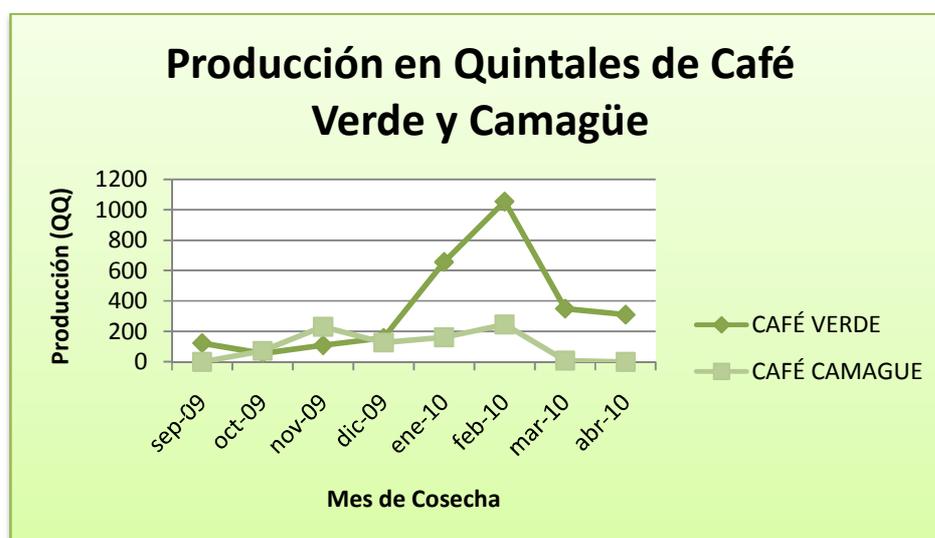


Figura 23. Producción de café verde y camagüe, para la cosecha 2009-2010.

C) CAFÉ DE SEGUNDA

El café de segunda es todo aquel café que ya despulpado y fermentado al pasar por el canal de correteo (proceso mediante el cual se termina de remover el mucílago del grano) flota y es desviado hacia un área de secado aparte.

La cantidad de grano de segunda nos indicará la cantidad de grano que ha sido levemente dañado por plagas, enfermedades o simplemente no llenaron los granos. La producción de café de segunda para la cosecha 2009-2010 se puede observar en el cuadro 18 y la figura 24.

Cuadro 18. Control de entradas de café de Segundas, Beneficio Capetillo.

BENEFICIO CAPETILLO	
CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ DE SEGUNDAS	
COSECHA 2009-2010	
MES	QQ SEGUNDA
oct-09	7.95
nov-09	23.04
dic-09	37.68
ene-10	86.11
feb-10	34.98
mar-10	19.25
abr-10	2.78
TOTAL	211.79

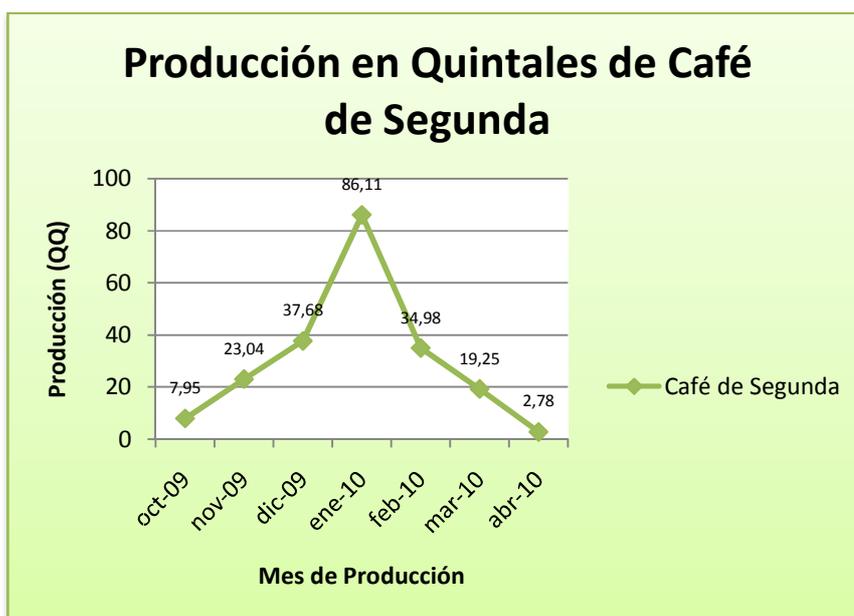


Figura 24. Producción de café de segundas, cosecha 2009-2010.

D) CEREZAS

El café cereza es todo aquel café que cayó de la planta antes de ser cosechado, es decir, se levanta del suelo en lugar de ser cortado de la mata. Debido a permanecer por indeterminado tiempo en el suelo, el sabor del café se ve afectado y no es sometido a proceso de fermentación ya que del suelo pasa a ser colocado en los patios para secarse sin remover la pulpa.

Las entradas de café cereza al beneficio aumenta con forme el paso de la cosecha, ya que en dicho proceso son las mismas personas las que pasan por el cafetal quienes causan que el café caiga al suelo, esto puede observarse en el cuadro 19 y la figura 25.

Cuadro 19. Control de entradas de café cerezas, Beneficio Capetillo.

BENEFICIO CAPETILLO	
CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ CEREZAS	
COSECHA 2009-2010	
MES	QQ CEREZAS
sep-09	15.25
oct-09	31.28
nov-09	49.44
dic-09	60.76
ene-10	207.19
feb-10	462.82
mar-10	476.76
abr-10	111.18
TOTAL	1414.68

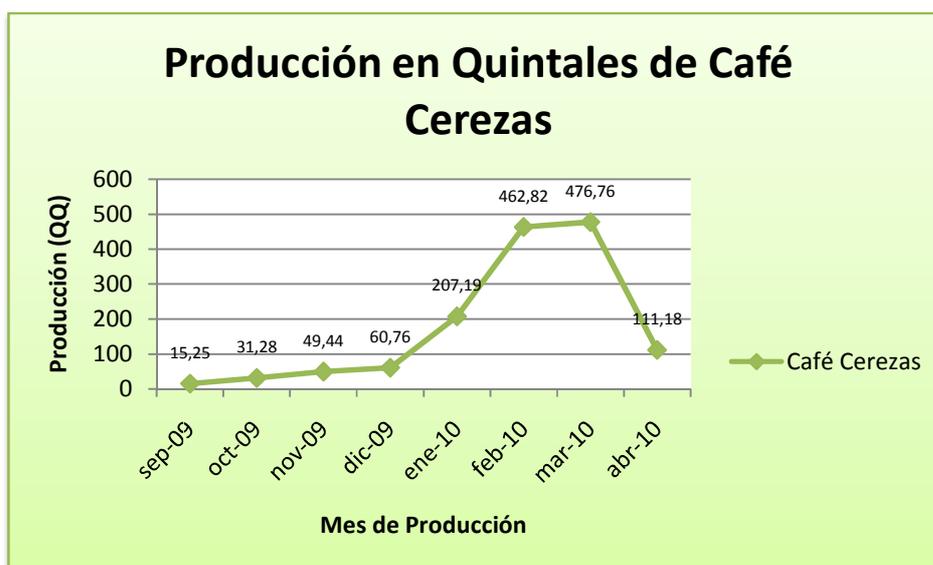


Figura 25. Producción de café cerezas, cosecha 2009-2010.

3.5.4.2 ACTIVIDAD 2: CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ AL BENEFICIO SECO

Todo el café que en el beneficio húmedo presentó características de primera calidad es clasificado como pergamino de primera y colocado en bodegas específicas, permanecerá unos 2 meses en bodega esperando el momento oportuno para ser trillado y seleccionado.

Para la cosecha 2009-2010 se obtuvo una relación promedio de 4.83, lo que nos indica que por cada 4.83qq de café maduro se obtiene 1qq de café pergamino, esta relación se encuentra dentro del rango adecuado, que va de 4.75-5.00.

El café pergamino proveniente de café camagüe y flote, es colocado en bodegas distintas, ya que después del proceso de trillado, este es mezclado en cierta proporción con el café de primera para mejorar así la relación maduro-pergamino. Esto lo podemos observar con mayor claridad en los cuadros 20 y 21 y las figuras 26 y 27.

Cuadro 20. Control de entradas de café pergamino, Beneficio Capetillo.

BENEFICIO CAPETILLO			
CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ PERGAMINO			
COSECHA 2009-2010			
MES	QQ 1era	QQ Camagüe	QQ Flote
oct-09	120.69	7.78	
nov-09	1263.12	52.4	37.75
dic-09	1186.27	29.4	63.23
ene-10	3766.64	37.55	118.3
feb-10	1757.49	42.97	25.36
mar-10	83.42	8.98	3.65
TOTAL	8177.63	179.08	248.29

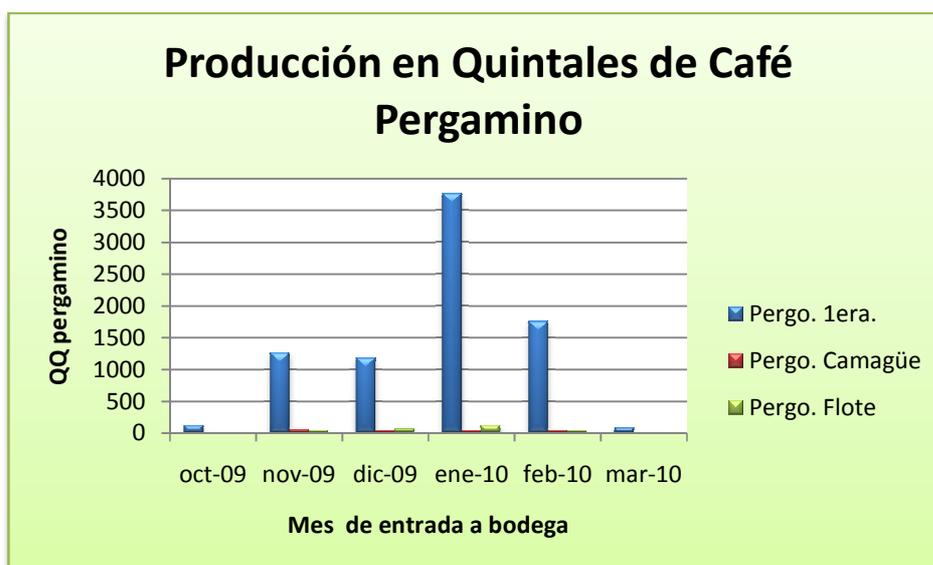


Figura 26. Producción de café pergamino, cosecha 2009-2010.

Cuadro 21. Control de entradas de café maduro y pergamino, Beneficio Capetillo.

BENEFICIO CAPETILLO		
CONTROL DE ENTRADAS DE CAFÉ MADURO Y PERGAMINO		
COSECHA 2009-2010		
MES	QQ MADURO	QQ. PERGO
set-09	31.79	0
oct-09	2471.65	120.69
nov-09	6152.63	1263.12
dic-09	13357.06	1186.27
ene-10	16208.66	3766.64
feb-10	2755.07	1757.49
mar-10	44.07	83.42

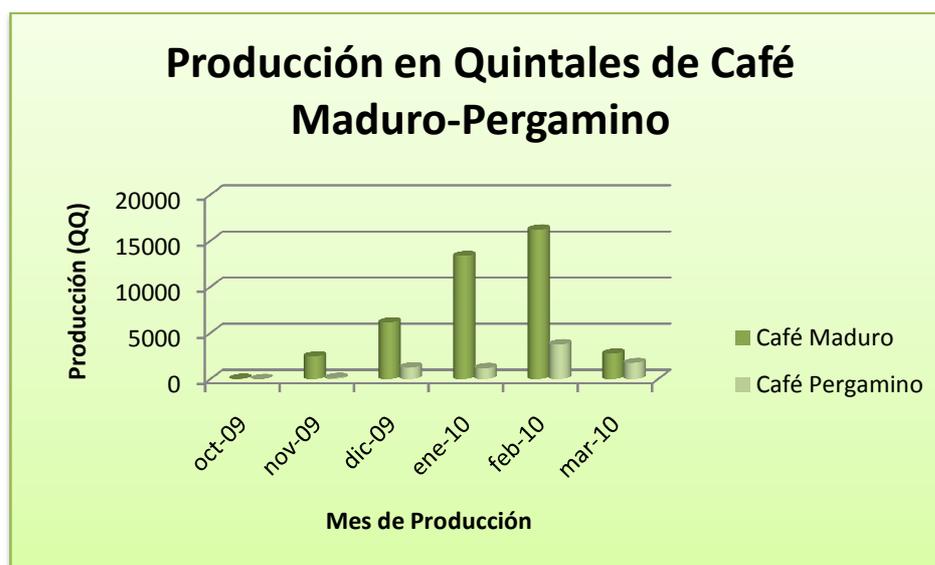


Figura 27. Relación entre la producción Maduro-Pergamino, cosecha 2009-2010.

3.5.5 EVALUACIÓN

Con este servicio se logró llevar un control preciso de las entradas de café a los beneficios húmedo y seco así como de la relación maduro-pergamino. Teniendo la ubicación exacta de las diferentes partidas en las bodegas, tiempo de fermentación, fecha de entrada a bodegas y el área de cosecha del café.

Con la información recaba y ordenada durante la cosecha 2009-2010, se lograron establecer los procedimientos para mantener un orden cronológico del café en las bodegas, para poder seleccionar con facilidad las partidas de café que serían enviados a trillar para formar así los contenedores de café de exportación.

3.5.4 ANEXOS



Figura 28. A) Recibo y despulpado del café; B) Pilas de fermentación; C) Secado en patios; D) Bodegas de café.