

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



**INFORME FINAL DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
REALIZADO EN FINCA COLOMBIA, LA ANTIGUA GUATEMALA,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

RENÉ FERNANDO MÉNDEZ ASENSIO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN:
INFORME FINAL DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
REALIZADO EN FINCA COLOMBIA, LA ANTIGUA GUATEMALA,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ

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

POR:

RENÉ FERNANDO MÉNDEZ ASENSIO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, agosto 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr.	Lauriano Figueroa Quiñónez
VOCAL I	Dr.	Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL II	MSc.	Mario Barrientos García
VOCAL III	MSc.	Óscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br.	Ana Isabel Fión Ruíz
VOCAL V	Br.	Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr.	Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, agosto 2012

Guatemala, agosto de 2012.

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

Honorables 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: Dinámica de la temperatura en el proceso de compostaje con la aplicación de cuatro productos a base de microorganismos iniciadores del proceso de degradación de la materia orgánica***, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

RENÉ FERNANDO MÉNDEZ ASENSIO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por haberme dado la vida y permitido llegar hasta este punto tan importante. Gracias por que en cada momento me guiaste por el camino recto, me ayudaste a superar cada meta y cada obstáculo en mi vida universitaria. Hoy he comprendido que Dios no manda cosas imposibles, sino que, al mandar lo que manda, te invita a hacer tu mejor esfuerzo, confiando en que Él te ayudará a realizar lo que no puedas hacer por ti mismo. Pienso que Dios ha hecho el mundo redondo para que nunca podamos ver demasiado lejos en el camino. Gracias Señor. ¡Eres Grande!

MIS PADRES: René y Margarita, gracias por siempre apoyarme, por ser pacientes conmigo. Gracias por darme un excelente ejemplo de disciplina, constancia, y de enseñarme a hacer las cosas bien, son el mejor ejemplo de mi vida. Los amo mucho.

MIS HERMANOS: Carlos y Ángela, por darme su cariño, amistad, regaños y consejos en cada momento que lo he necesitado.

TIA GUISELLA: Por no dar ni cinco centavos por mí en la universidad, te quiero mucho tía y gracias por ayudarme siempre, por tu cariño incondicional y tu amistad sincera.

ADRIANA Y HEIDI: Por hacerme recordar lo bello que es vivir, de niño a adulto.

MIS ABUELOS: Por enseñarme que todas las épocas de la vida son diferentes, pero cada una de ellas con su belleza propia.

ALEJANDRA: Por ayudarme sin límites en todo lo que me propongo, gracias por ser mi amiga, mi novia y por darme el honor de ser tu esposo. Te amo mucho.

MIS AMIGOS Gaby Castellanos, Irelida Ayala, Vera Inés, Sori Nájera, Claudia Oliva, Ana Palma, Hugo Molina, Pablo Morales, Mynor Morales, Erick Ochoa y Alejandro Gil, gracias por los buenos momentos y por su amistad sincera.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

- Guatemala, por su hermosura, gente amable, por ser el mejor de los países y darme todo lo que he necesitado para tener una vida bella.
- Universidad de San Carlos de Guatemala, por brindarme la mejor de las educaciones y darme el conocimiento necesario para formarme como profesional.
- Facultad de Agronomía unidad académica que me ayudó a desempeñarme tanto en la teoría como en la práctica en lo que respecta a mi carrera.
- Mi Familia y todas las personas cercanas a mi vida, por siempre apoyarme y por su cariño sincero. Dios les bendiga.

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios: Por iluminar mi mente y ayudarme a alcanzar esta meta tan deseada.

Mi Supervisor: Doctor David Monterroso, por compartir su conocimiento como catedrático de la Universidad y apoyarme durante la realización del EPS.

Mi Asesor: Ingeniero Hermógenes Castillo, por su apoyo durante la realización de la tesis.

Ing. Agr.

Fredy Aguilar: Por haber contribuido a desarrollar el presente trabajo, por su paciencia, disponibilidad y generosidad para compartir su experiencia y amplio conocimiento.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	
RESUMEN	
1 CAPÍTULO I.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Ubicación.....	3
1.2.2 Hidrografía.....	4
1.2.3 Orografía	5
1.2.4 Zona de Vida	6
1.2.5 Vías de Comunicación.....	7
1.2.6 Suelos	7
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.4 METODOLOGÍA	11
1.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	11
1.4.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA.....	11
1.4.3 BOLETA DE ENCUESTA.....	11
1.4.4 ESQUEMA DE SITUACIÓN ACTUAL VERSUS SITUACIÓN ESPERADA	12
1.4.5 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS	12
1.5 RESULTADOS.....	13
1.5.1 INFORMACIÓN GENERAL.....	13
1.5.2 ÁREA DE SEMILLERO	14
1.5.3 ÁREA DE ALMÁCIGO.....	14
1.5.4 ÁREA DE PLANTACIONES	14
1.5.4.A REGULACIÓN DE SOMBRA	15
1.5.4.B FERTILIZACIÓN	15
1.5.4.C CONTROL DE MALAS HIERBAS.....	15

1.5.4.D	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	15
1.5.5	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES	16
1.5.6	ÁREA DE BENEFICIO	16
1.5.7	ÁREA DE HORTALIZAS	17
1.5.8	ABONO ORGÁNICO	18
1.5.9	SITUACIÓN ACTUAL VRS. SITUACIÓN ESPERADA.....	18
1.5.10	PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS	19
1.6	CONCLUSIONES	21
1.7	RECOMENDACIONES	22
1.8	BIBLIOGRAFÍA	23
2	CAPÍTULO II.....	24
2.1	INTRODUCCIÓN	25
2.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	27
2.3	MARCO TEÓRICO.....	28
2.3.1	MARCO CONCEPTUAL.....	28
2.3.1.A	Compost.....	28
2.3.1.B	Ingredientes del compost	29
2.3.1.C	Compostaje	30
2.3.1.D	Factores que inciden en el proceso de compostaje	31
2.3.1.E	Fases del proceso de compostaje.....	32
2.3.1.F	Técnicas de compostaje	32
2.3.1.G	Gráfica de las etapas del compostaje	33
2.3.1.H	Microorganismos, temperatura y humedad de la pila.....	35
2.3.1.I	Agentes de la descomposición.....	36
2.3.1.J	Sistema trófico	38
2.3.1.K	Cadena trófica.....	38
2.3.1.L	Niveles tróficos.....	39
2.3.1.M	Flujo de energía	40
2.3.1.N	La descomposición como proceso ecosistémico	40
2.3.1.O	Fertilidad del suelo	41
2.3.1.P	Propiedades físicas del suelo.....	42

2.3.1.Q	Propiedades químicas del suelo	42
2.3.1.R	Propiedades biológicas del suelo	43
2.3.1.S	Coeficientes hídricos	44
2.3.1.T	Elementos esenciales	44
2.3.1.U	Movimiento de los iones del suelo a la raíz.....	45
2.3.1.V	Beneficiado del café.....	46
2.3.1.V.1	Beneficio húmedo	46
2.3.1.V.2	Beneficio seco.....	48
2.3.1.W	Pulpa de café	48
2.3.1.W.1	Abono orgánico a partir de la pulpa.....	48
2.3.1.W.2	Pulpa para alimento animal.....	49
2.3.1.W.3	Pulpa como combustible	49
2.3.1.X	Contaminación por procesos del café	50
2.4	MARCO REFERENCIAL.....	51
2.4.1.A	Ubicación	51
2.4.1.B	Hidrografía	52
2.4.1.C	Orografía.....	53
2.4.1.D	Zona de vida	54
2.4.1.E	Vías de comunicación	55
2.4.1.F	Suelos	55
2.5	OBJETIVOS.....	57
2.6	HIPÓTESIS.....	58
2.7	METODOLOGÍA	59
2.7.1	Tratamientos	59
2.7.2	Características del material experimental.....	61
2.7.3	Unidad experimental.....	62
2.7.4	Descripción de las variables.....	62
2.7.4.A	Variables cuantitativas continuas	62
2.7.4.B	Variables discretas	62
2.7.4.C	Toma de datos	63
2.7.4.D	Manejo de la investigación	63

2.7.4.E	Preparación de las estructuras.....	63
2.7.4.F	Montaje de la investigación.....	64
2.7.4.G	Análisis de la información.....	64
2.8	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
2.8.1	Temperaturas registradas en el tiempo.....	65
2.8.2	Análisis de laboratorio.....	70
2.9	CONCLUSIONES.....	75
2.10	RECOMENDACIONES.....	76
2.11	BIBLIOGRAFÍA.....	77
3	CAPÍTULO III.....	79
	INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS.....	79
3.1	PRESENTACIÓN.....	80
3.2	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.....	81
3.2.1	Orografía.....	81
3.2.2	Zona de vida.....	81
3.2.3	Suelos.....	81
3.3	OBJETIVOS.....	82
3.4	METODOLOGÍA.....	83
3.4.1	Injerto Reyna.....	83
3.4.2	Manejo de la Gallina Ciega.....	84
3.4.3	Aplicación y Dosificación de fungicidas e insecticidas.....	84
3.4.4	Cultivo Semihidropónico.....	84
3.5	RESULTADOS.....	85
3.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	88
3.7	BIBLIOGRAFÍA.....	89

Índice de figuras

Figura

Figura 1. Ubicación Finca Colombia, municipio de La Antigua Guatemala.....	4
Figura 2. Fuentes hídricas, municipio de La Antigua Guatemala.....	5
Figura 3. Clima del municipio de La Antigua Guatemala.....	6
Figura 4. Zonas de vida del municipio de La Antigua Guatemala.....	7
Figura 5. Series de suelos del municipio de La Antigua Guatemala.....	9
Figura 6. Etapas del compostaje.....	35
Figura 7. Etapas principales en el beneficio húmedo del café (9).....	46
Figura 8. Estructura del fruto de café (Monroig Inglés, 2009).....	47
Figura 9. Ubicación Finca Colombia, municipio de La Antigua Guatemala.....	51
Figura 10. Fuentes hídricas del municipio de La Antigua Guatemala.....	52
Figura 11. Clima del municipio de La Antigua Guatemala.....	53
Figura 12. Zonas de vida del municipio de La Antigua Guatemala.....	54
Figura 13. Series de suelos del municipio de La Antigua Guatemala.....	57
Figura 14. Instalación de muestras para evaluación de compostaje Finca Colombia.....	64
Figura 15. Temperaturas del testigo absoluto durante el ensayo.....	67
Figura 16. Temperaturas del tratamiento con Bacter-Compost durante el ensayo.....	67
Figura 17. Temperaturas del tratamiento SCD EM durante el ensayo.....	68
Figura 18. Temperaturas del tratamiento con Agri-Gro durante el ensayo.....	69
Figura 19. Temperaturas del tratamiento con Alga Enzims durante el ensayo.....	69
Figura 20. Resultados análisis de laboratorio.....	71
Figura 21. Resultados de las repeticiones del testigo.....	72
Figura 22. Resultados de las repeticiones del tratamiento con Bacter – Compost.....	72
Figura 23. Resultados de las repeticiones del tratamiento con SCD EM.....	73
Figura 24. Resultados de las repeticiones del tratamiento con Agri Gro.....	73
Figura 25. Resultados de las repeticiones del tratamiento con Alga Enzims.....	74

Índice de cuadros

Cuadro

Cuadro 1. Elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, símbolo, formas de absorción y composición aproximada en las plantas (Sánchez V., 2011).....	45
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos utilizados en las pruebas.	59
Cuadro 3. Preparación de las mezclas para el montaje de la prueba.	60
Cuadro 4. Aplicación de los tratamientos al momento del montaje de la prueba.	60
Cuadro 5. Temperaturas registradas durante el desarrollo del estudio.....	65
Cuadro 6. Resultados de laboratorio.....	70

***Trabajo de graduación: INFORME FINAL DE EJERCICIO PROFESIONAL
SUPERVISADO REALIZADO EN FINCA COLOMBIA, LA ANTIGUA GUATEMALA,
DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA C.A.***

RESUMEN

En Guatemala, el café desempeña un papel importante en la economía agrícola y en la generación de empleo en el país. El cultivo del café en Guatemala se desarrolló a partir del siglo pasado, iniciándose su exportación en el año de 1859; 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. El café da beneficios económicos a cerca de 1,7 millones de personas.

El lugar de realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA) fue en Finca Colombia ubicada en La Antigua Guatemala departamento de Sacatepéquez; dicho ejercicio se llevó a cabo a partir del mes de agosto de 2009 a mayo de 2010. Durante este período de tiempo se realizó un diagnóstico de la situación actual de la finca, ya que cuenta con un área privilegiada en la producción de café y debe ser aprovechada en su mayor capacidad por la calidad de su producto final. Entre los principales aspectos a diagnosticar podemos mencionar: la selección de variedades a sembrar, manejo de cultivo, planes de fertilización y manejo del subproducto, pulpa, del beneficiado del grano. Para dicho diagnóstico fue necesaria la recopilación de información sobre las prácticas realizadas en los últimos años, así como también la inspección en el área de cultivo y el beneficio de café.

Como resultado del diagnóstico a Finca Colombia se llevó a cabo el estudio de la dinámica de la temperatura en el compostaje de pulpa, a través de la inoculación de microorganismos iniciadores de la degradación. Los nombres comerciales de los productos que se usaron en esta evaluación son Bacter-Compost, SCD EM, Agri-Gro y Alga Enzim; siendo el Bacter-Compost el que presentó la temperatura más alta para la inoculación de patógenos y semillas; éste último unido al SCD EM presentaron el compost con más alto grado de maduración.

Del diagnóstico, también se desprendieron cuatro servicios que consistieron en: brindar asistencia técnica implementando tecnologías, como lo son, el injerto Reyna utilizando la variedad Nemaya como porta injerto y la variedad Caturra como injerto, el manejo de la Gallina Ciega, la aplicación y dosificación de fungicidas e insecticidas y el cultivo hidropónico en el área de invernadero.

CAPITULO I

***Diagnóstico técnico situacional de Finca Colombia,
La Antigua Guatemala, Sacatepéquez.***

1.1 PRESENTACIÓN

El presente documento se llevó a cabo en la fase de Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, este documento contiene información sobre Finca Colombia ubicada en el municipio de La Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez.

Finca Colombia se encuentra a cuatro kilómetros de La Antigua Guatemala sobre la carretera que conduce hacia Ciudad Vieja, es una finca cafetalera por tradición que ha estado presente en dicho mercado por más de sesenta y cinco años. Esta finca cuenta con una extensión territorial de 15.37 hectáreas.

Los suelos del lugar son suelos jóvenes de origen volcánico con un buen contenido de materia orgánica. La zona posee un manto acuífero superficial y por consiguiente, sus suelos poseen humedad todo el año. La topografía del terreno es plana en su totalidad.

Como se menciona, Finca Colombia es productora de café Genuino Antigua, siendo este, uno de los cafés de mayor calidad a nivel mundial. Los estándares que este café debe llenar en el mercado, en el cuál se maneja, son muy elevados y es por esta razón que tanto el cultivo como el proceso del mismo deben ser estrictamente supervisados.

El presente documento se realizó basándose en la información recabada de entrevistas, caminamientos y revisión de literatura encontrada en documentos pertenecientes a Finca Colombia. Dicha información fue utilizada para la realización del diagnóstico del área, en donde se destacan las principales problemáticas que enfrenta la finca actualmente.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación

La investigación se llevará a cabo en Finca Colombia, localizada en el municipio de La Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez.

El departamento de Sacatepéquez está situado en la región Central de Guatemala. Limita al Norte, con el departamento de Chimaltenango; al Sur, con el departamento de Escuintla; al Este, con el departamento de Guatemala; y al Oeste, con el departamento de Chimaltenango. La cabecera departamental se encuentra a cincuenta y cuatro kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

El municipio de La Antigua Guatemala se encuentra en una Latitud Norte de 14°34', Longitud Oeste de 90°44' y su altura es de 1,500 metros sobre el nivel del mar. Dicho municipio colinda al norte y al oeste con Chimaltenango; al este con Guatemala y al sur con Escuintla. La temperatura máxima es de veinticinco y la mínima de trece grados centígrados. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm (21).

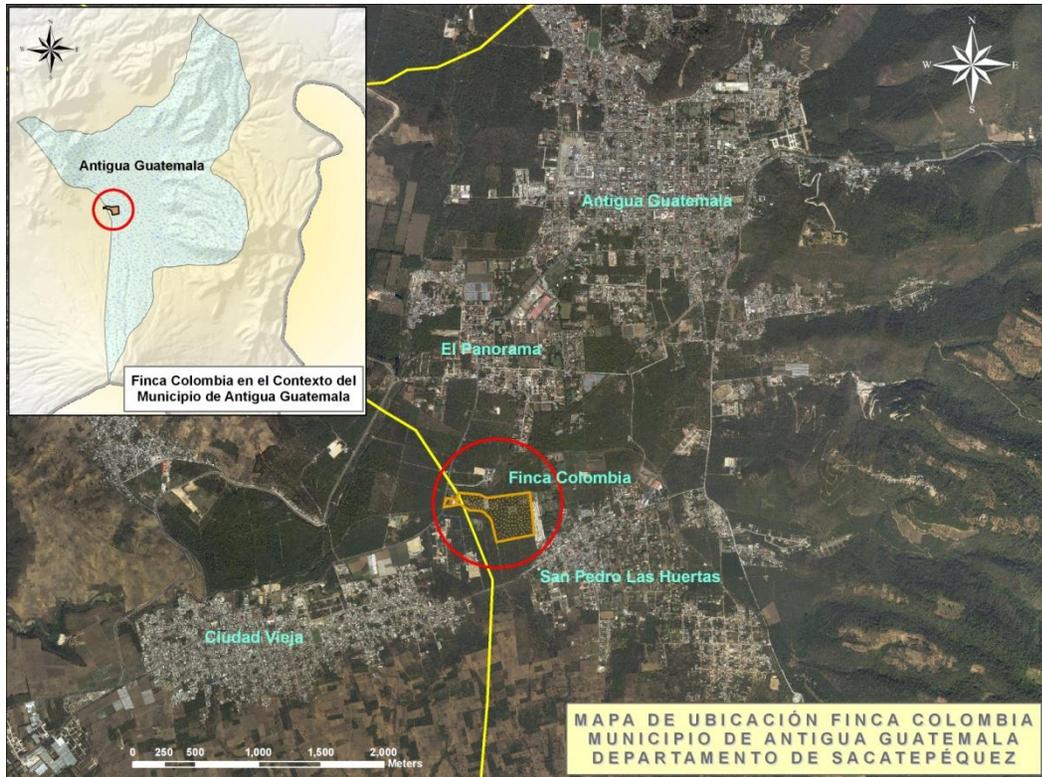


Figura 1. Ubicación Finca Colombia, La Antigua Guatemala.

1.2.2 Hidrografía

En el departamento de Sacatepéquez se localizan varios ríos como lo son el Guacalate, Los Encuentros, Las Cañas, Sumpango y Pensativo (21). Este último río atraviesa Finca Colombia y en época lluviosa causa algunos estragos dentro de la finca. El río Pensativo se encuentra dentro de la subcuenca del río Pensativo-Alto Guacalate que está conformada por diez y seis municipios, de los cuales doce pertenecen al departamento de Sacatepéquez y cuatro al departamento de Chimaltenango. La subcuenca, posee un área de 39,351 ha equivalente a 0.4 % de la superficie total del país e integra una población de 195,939 habitantes. (22)

Entre los principales ríos que drenan la subcuenca del río Pensativo están: Santa María, Manzano, San Miguel, Las Cañas, El Sauce, Joya del Chilacayote y Zanjón Santa María. El río Pensativo nace con el nombre de río Las Cañas y en solo 7.79 kilómetros de longitud, distancia que recorre desde su nacimiento hasta el puente de ingreso a La Antigua Guatemala, desciende 592.50 metros. La longitud total del río hasta su

desembocadura en el río Guacalate es de 13.29 kilómetros y su pendiente media es de 6%. (23).

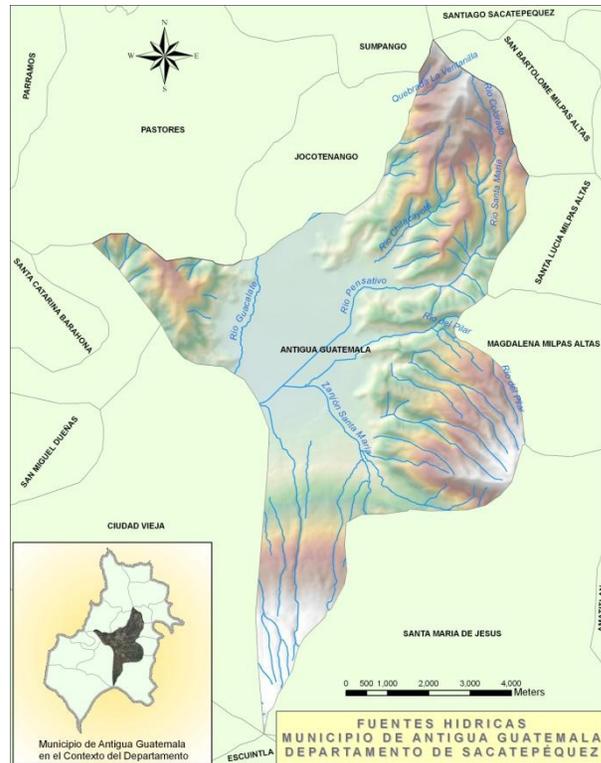


Figura 2. Fuentes Hídricas, Municipio de La Antigua Guatemala.

1.2.3 Orografía

El departamento de Sacatepéquez pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm, con un clima templado y semifrío.

Aunque su topografía es montañosa y volcánica, existen algunas mesetas muy fértiles. En su territorio se encuentra el volcán de Agua, con una altura de 3.753 msnm, el volcán de Fuego con 3.835 msnm, y el de Acatenango con 3.976 msnm.

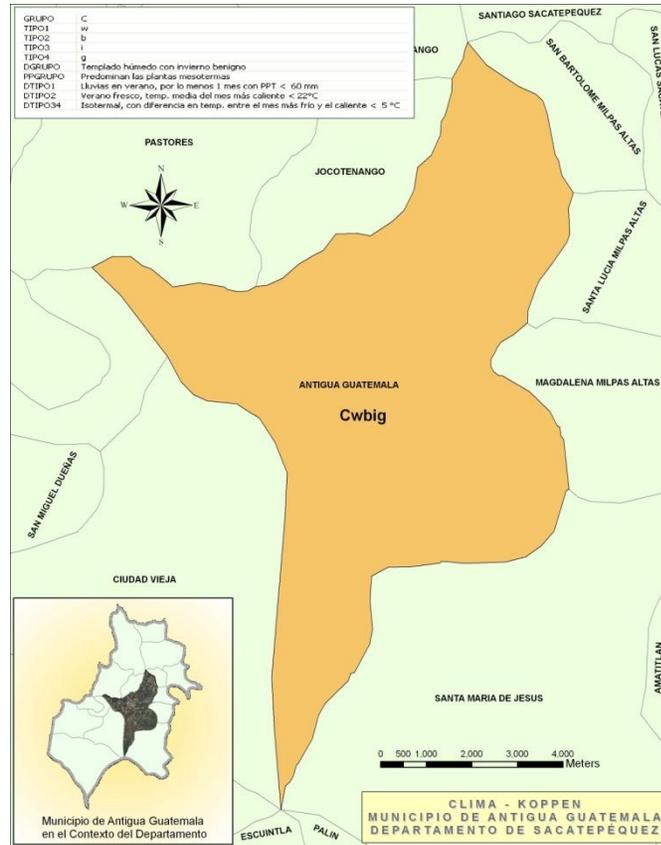


Figura 3. Clima, Municipio de La Antigua Guatemala.

1.2.4 Zona de Vida

El municipio de La Antigua Guatemala pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical bh-MB. (21)

La precipitación pluvial en esta zona de vida es 1057 - 1580 mm, la biotemperatura es de 15 - 23 °C, la altura sobre el nivel del mar es de 1500 – 2400 msnm.

Entre la vegetación que existe en el área se pueden mencionar: *Quercus* sp., *Pinus ptedustrobus*, *Pinus montezumae*, *Pinus jorulensis*, *Ostrys* sp., *Carpinus* sp. y *Arbustus xalapensis* (21).

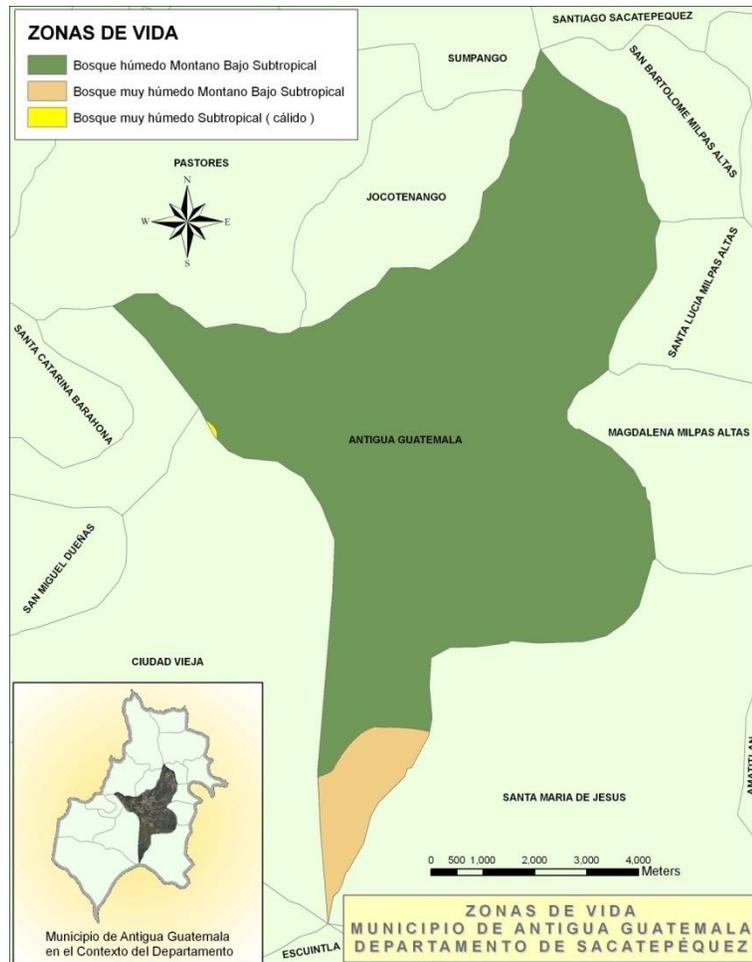


Figura 4. Zonas de Vida, Municipio de La Antigua Guatemala.

1.2.5 Vías de Comunicación

La principal vía de comunicación terrestre hacia La Antigua Guatemala es la Carretera Interamericana CA-1; a la altura de San Lucas Sacatepéquez se desvía para llegar a dicha ciudad.

1.2.6 Suelos

Según clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala realizada por Simmons, Tarano y Pinto, en el municipio de La Antigua Guatemala, se encuentran cuatro diferentes series de suelos, Alotenango (Al), Cimas volcánicas (Cv), Cauqué (Cq) y suelos de los Valles (SV).

- Descripción de la serie de suelos:
 - “Alotenango” (Al), suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica reciente y suelta, de color oscura con pendientes que van de suaves a inclinadas. Son de textura franco arenosa, con un pH de 6.5 el cual va de ligeramente ácido a neutro, el suelo de la superficie es de 25-40 cm de espesor, es franco arenoso de color café oscuro a muy oscuro, con estructura granular poco manifiesta. El subsuelo tiene 75 cm de espesor, es suelto de color café a café grisáceo oscuro, franco arenoso, no tiene estructura. A profundidad de 110 cm es ceniza volcánica suelta. Como recomendación para el manejo se debe tener cuidado con la erosión y es necesario hacer conservación de suelos.
 - “Suelos de los Valles” (SV), no tiene descripción.
 - Cauqué (Cq): suelos profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo seco, sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa. Ocupan relieves que van de ondulados a inclinados alcanzando altitudes de 1,500 m en la meseta central de Guatemala. Los suelos Cauqué están asociados a los de Guatemala y Tecpán, pero con un relieve más ondulado que éstos, de textura menos pesada que los de Guatemala, pero sí más pesada que los de Tecpán. La vegetación natural consiste en pino, encino y malezas.
 - Cimas Volcánicas (Cv): las constituyen la clase de terreno que define a los conos de los volcanes. La mayoría de estos suelos consiste en ceniza volcánica o escoria máfica típica, sin modificar y suelta, ocupan pendientes inclinadas, siendo el ángulo de reposo de este material alrededor de 65%. Todas las áreas están cortadas por barrancos profundos y laderas muy inclinadas. Están desprovistos de vegetación y no tienen uso agrícola.

Los cultivos principales de esta zona son: maíz, frijol, trigo, hortalizas de zonas templadas, café, durazno, pera, manzana y aguacate.

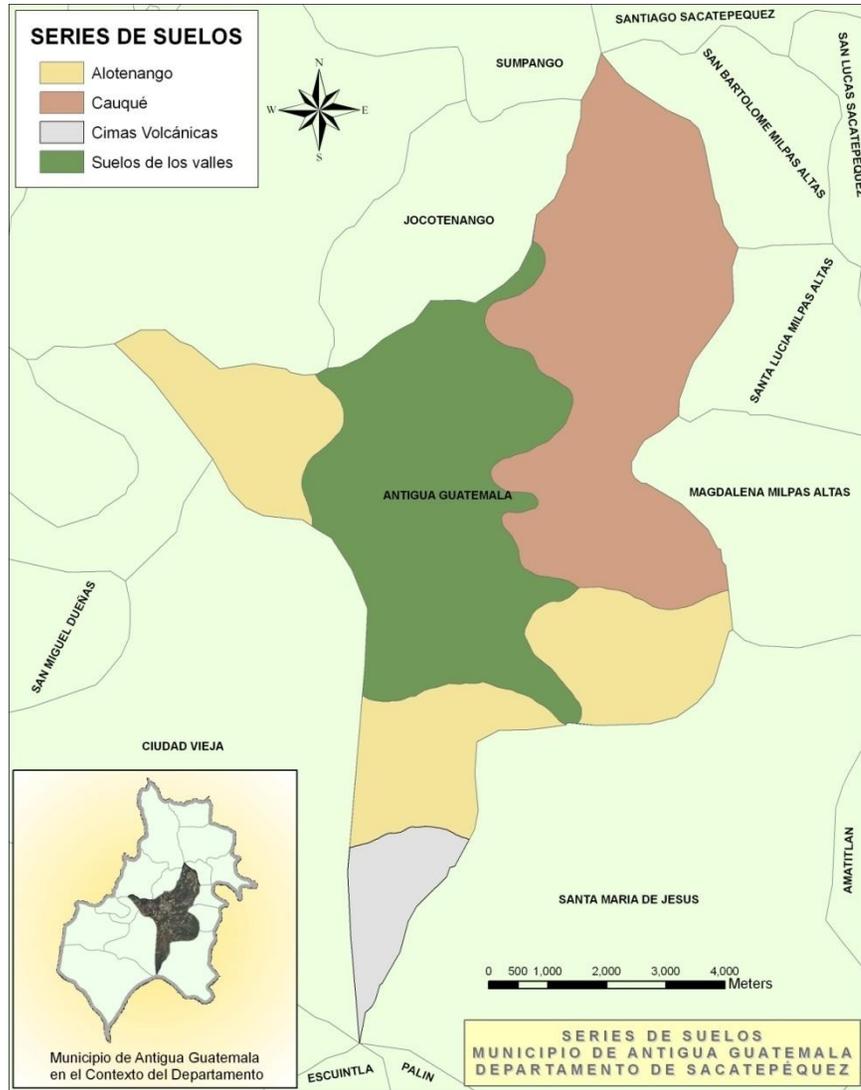


Figura 5. Series de suelos, Municipio de La Antigua Guatemala.

1.3 OBJETIVOS

GENERAL

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del manejo agronómico que se le brinda a Finca Colombia.

ESPECÍFICOS

- Identificar las principales deficiencias en el manejo de los recursos de dicha finca.
- Identificar las principales plagas y enfermedades que se presentan en la finca, así como también su manejo.
- Implementar soluciones a la problemática encontrada dentro de la finca.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La recopilación de información se logró por medio de la revisión de documentaciones previas, entre las que podemos mencionar algunas tesis y libretas con procedimientos a seguir.

Se obtuvo información básica sobre el área de estudio, la que sirvió para conocer los antecedentes del lugar, tales como, aspectos físicos, climáticos, sociales, económicos y culturales.

También se obtuvo información directa a través de los propietarios y personal que labora en la finca.

1.4.2 RECONOCIMIENTO DEL ÁREA

Se realizó el reconocimiento del área haciendo un recorrido total de la finca, clasificando cada uno de los plantíos según edad de la plantación de café, describiendo los posibles problemas que se pudieran observar a simple vista.

El reconocimiento se llevó a cabo con el acompañamiento de la persona encargada de campo de la finca que proporcionó información de primera mano sobre cada una de las áreas, procediéndose inmediatamente a realizar una estimación de la extensión de cada uno de los plantíos de café.

1.4.3 BOLETA DE ENCUESTA

La boleta de encuesta proporcionó información primaria que sirvió para cumplir con los objetivos planteados. La información que se recabó muestra el manejo agronómico general de la finca, que consistió en:

1. Edad de los plantíos.
2. Área estimada por pante.
3. Variedad de café predominante por plantío.
4. Principales plagas y enfermedades de cada plantío.
5. Prácticas para el control de las plagas y enfermedades que atacan por plantío.
6. Prácticas culturales que se realizan en el plantío como parte de su manejo.
7. Última práctica de manejo realizada.

1.4.4 ESQUEMA DE SITUACIÓN ACTUAL VERSUS SITUACIÓN ESPERADA

Se realizó un esquema de la situación actual de la finca y la situación que se espera para los próximos tres años. Esto se llevó a cabo con el fin de identificar lo que se pretende para un futuro cercano en el área de Finca Colombia.

1.4.5 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS

Se realizó una priorización de problemas. Esto se hizo mediante pláticas y consenso con el gerente general de la empresa para acordar los problemas que más les afectan y que más les interesa resolver.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 INFORMACIÓN GENERAL

Finca Colombia es una finca cafetalera por tradición que se ha basado en técnicas artesanales para el cultivo y los procesos de dicho producto. Su extensión es de 15.37 hectáreas, en su mayoría cultivadas con café. Las variedades que se utilizan son *Coffea Arabica L. Var. Bourbon* y *Coffea Arabica L. Var. Caturra*. Se calcula que existe un 50% de cada una de estas variedades distribuidas en la totalidad de la plantación.

En el área de la finca existen plantíos con edades que van desde un año hasta plantas con cincuenta años de edad. La totalidad de los sembradíos están protegidos por la sombra del árbol de *Grevillea robusta A.Cunn.*

Los marcos de plantación dentro de la finca son muy variados, ya que, por su antigüedad solía hacerse de diferentes formas. Entre estos marcos de plantación los más frecuentes son los de 2.5 * 2.5 metros y los de 1.7 * 1.7 metros.

Seis personas laboran de forma permanente para la realización de las actividades de mantenimiento del lugar, sin embargo para la temporada de cosecha, que comprende los meses de diciembre a abril, se puede llegar a contar con un total de hasta sesenta trabajadores. La cosecha del grano de café se lleva a cabo de forma manual seleccionando cuidadosamente los granos que tengan el grado de madurez óptimo.

En las instalaciones de la finca se cuenta con su propio Beneficio Húmedo en el cual se lleva a cabo el despulpado, fermentación, lavado y secado al sol del grano de café. Posee también el Beneficio Seco que no se encuentra en uso por ser su capacidad mínima requiriendo para este proceso los servicios de una exportadora de café.

1.5.2 ÁREA DE SEMILLERO

Se cuenta con un área destinada para la elaboración anual del semillero de café. Esta estructura se encuentra dentro de la plantación, por lo que la posibilidad de ataque de patógenos es latente. El semillero o germinador de café, es una estructura rectangular elaborada con tablas de madera sobre el suelo. Se prepara llenándola con arena volcánica o arena de río. Hasta el momento no se le hace ninguna desinfección al sustrato previo a la siembra.

1.5.3 ÁREA DE ALMÁCIGO

Finca Colombia cuenta con un área destinada a la elaboración de su almácigo de café, la semilla se obtiene de las mismas plantaciones de la finca, tomando en cuenta la variedad que se requerirá, en el siguiente año, para llevar a campo de siembra definitivo. En la realización de los almácigos se practica la doble postura por bolsa y es en este paso del cultivo, en el cual se realiza la mayor cantidad de prácticas de control de plagas y enfermedades.

1.5.4 ÁREA DE PLANTACIONES

Las áreas de plantación dentro de Finca Colombia están divididas por promedio de edades. Dentro de las plantaciones más antiguas se encuentran variedades de café Bourbon y Caturra entremezcladas a diferencia de las plantaciones recientes, en donde ya se han separado las dos diferentes variedades.

El marco de plantación antiguo consistía en espaciamientos de 2.5 * 2.5 metros, los nuevos marcos de plantación se manejan a una distancia de 1.7 * 1.7 metros.

Como se mencionó anteriormente, la totalidad de la finca se encuentra resguardada bajo la sombra de *Grevillea robusta*. Dicho árbol de protección se encuentra en un marco de plantación de 3 * 3 metros; su manejo ha variado, ya que anteriormente no se le ejecutaba la poda de crecimiento horizontal, es decir, crecía desmedidamente en altura, en la actualidad se le realiza la poda al cumplir los ocho años de plantado.

1.5.4.A REGULACIÓN DE SOMBRA

En el mes de mayo, de cada año, se realiza la regulación de la sombra que proporciona el árbol de *G. robusta*, se considera que en esta época ya ha pasado el peligro que representa, para la plantación, los descensos bruscos de temperatura. Así mismo, este trabajo permite el ingreso aproximado de un 70% de luz regulando el restante 30%, así como también facilita el paso directo del agua de lluvia a la plantación de café.

1.5.4.B FERTILIZACIÓN

Al establecerse la temporada lluviosa se procede a la aplicación del fertilizante químico cuya fórmula es N 10%, P₂O₅ 0%, K₂O 15%, SO₄ 0%, CaO 12.2%, MgO 7.4%, ZnO 1%, B₂O₃ 0.3% para las plantaciones en producción y para las plantaciones que aún no producen se utiliza la fórmula N 12%, P₂O₅ 12%, K₂O 6%, SO₄ 0%, CaO 6%, MgO 10%, ZnO 0.6%, B₂O₃ 0%. La aplicación única anual, consiste en volear aproximadamente tres onzas de dicho fertilizante en el área de goteo de cada planta de café.

1.5.4.C CONTROL DE MALAS HIERBAS

Al surgir malas hierbas dentro de la plantación se procede a la aplicación de herbicida para su control, éste tiene como ingrediente activo el Paraquat. Las aplicaciones se realizan con bombas de mochila con capacidad de diez y seis litros de mezcla y boquillas 8002.

1.5.4.D CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

En Finca Colombia las prácticas utilizadas para el control de plagas y enfermedades son muy escasas y en muchos de los casos carentes de bases técnicas. Las prácticas para el control de plagas y enfermedades que se dan dentro de la finca, se enfocan básicamente en el almácigo de café. Una de ellas es la desinfestación del sustrato utilizado para el almácigo de café; en esta práctica se utiliza un insecticida organofosforado y es aplicado sin ninguna dosificación previa. Otro de los controles es la aplicación de fungicidas remanentes en las bodegas para control de enfermedades fungosas.

En resumen, la finca no cuenta con ningún plan de control de plagas y enfermedades.

1.5.5 PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

Dentro de las plantaciones de café adultas el problema principal que afecta es la plaga de Gallina Ciega *Phyllophaga spp.* El ataque de ésta se encuentra focalizado en áreas delimitadas dentro de las plantaciones de café adultas a diferencia de las plantaciones de café jóvenes, en donde, se encuentra distribuida en toda el área. En conteos realizados, una planta que presenta síntomas de marchitamiento y amarillamiento tiene una población de al menos ocho Gallinas Ciegas.

El ataque de enfermedades en las plantaciones adultas no ha llegado a justificar la toma de medidas correctivas. Básicamente, se controlan con el manejo de la sombra.

1.5.6 ÁREA DE BENEFICIO

El área de beneficiado de Finca Colombia puede ser dividida en los siguientes procesos:

- A. **DESPULPADO:** Esta práctica consiste en la remoción de la pulpa del café. Se realiza horas después de que el café es pesado y recibido en el beneficio de la finca. La capacidad que tiene la maquinaria para este proceso es de un quintal de café maduro por minuto aproximadamente. En este paso se obtiene la pulpa de café para la elaboración del abono orgánico, tema que será desarrollado más adelante.
- B. **LAVADO:** Este proceso se realiza aproximadamente treinta y seis horas luego de ser despulpado. Durante estas treinta y seis horas el café es fermentado en pilas especiales, proceso que se lleva a cabo por medio de bacterias provenientes del aire. El lavado consiste en remover con agua la miel fermentada de los granos de café.
- C. **SECADO:** El secado del café en Finca Colombia consiste en la pérdida del contenido de humedad de los granos de café hasta llegar al 12% de su contenido total. Esto se realiza en patios de secado expuestos al sol, los granos de café permanecen, dependiendo de las condiciones climáticas, aproximadamente ocho días en los patios. Durante este tiempo, por las tardes los granos son acopiados y cubiertos con sacos de yute para evitar el humedecimiento con el sereno de las

noches. A la mañana siguiente los granos son extendidos y expuestos nuevamente al sol.

- D. **ALMACENAMIENTO:** Al haber alcanzado los granos de café un 12% de humedad se procede a ser encostalado en sacos de yute con un peso de 90 libras. En este punto los granos de café están en forma de pergamino. El café para ser exportado sale de las bodegas de la finca como café pergamino para luego ser trillado y seleccionado por la empresa dedicada a este proceso.

1.5.7 ÁREA DE HORTALIZAS

Dentro de Finca Colombia existen pequeñas áreas destinadas a la producción de hortalizas. Dentro de estas áreas se encuentra la producción de hortalizas al aire libre y hortalizas bajo invernadero. Uno de los dos invernaderos con que se cuenta tiene altos contenidos de sales en el suelo por lo cual no está siendo utilizado.

- A. **HORTALIZAS AL AIRE LIBRE:** Las hortalizas que se encuentran al aire libre en la finca son Lechuga Romana y Lechuga Escarola. Existen áreas que la finca destinó para las personas que laboran para ella y es en una de estas áreas en donde se encuentra la producción de Lechuga Escarola.

Actualmente la finca trabaja para que los trabajadores que tienen áreas asignadas cambien del cultivo tradicional del maíz a cultivos de hortalizas. Esto con el fin de incentivarlos a generar mayores ganancias para su aprovechamiento.

- B. **HORTALIZAS BAJO INVERNADERO:** Como se mencionó anteriormente, la finca cuenta con dos invernaderos para la producción de hortalizas. Uno de ellos, de 2400 metros cuadrados, tiene altos contenidos de sales en el suelo por mala calidad de agua de riego, por esta razón no está siendo utilizado para la producción. Existe otro invernadero de 130 metros cuadrados con el que se produce tomate Cherry.

1.5.8 ABONO ORGÁNICO

Finca Colombia elabora su propio abono orgánico con sus residuos que básicamente es pulpa de café. Actualmente trabajan con tres canteros de lombrices *Eisenia Foetida*.

La finca tiene una producción media anual de 5000 quintales de café maduro lo que genera una cantidad de pulpa que debe ser transformada para su aprovechamiento dentro de la finca. Existe el inconveniente del tiempo tan prolongado que las lombrices tardan en transformar la pulpa de café en abono orgánico, así que, mucha de la pulpa de café es distribuida en la finca sin ningún proceso de compostaje.

A corto plazo se tiene previsto utilizar únicamente abono orgánico dentro de la finca para su transformación en finca de café orgánico. Es por esta razón que se necesita un proceso de compostaje mucho más acelerado para poder trabajar, no solamente la pulpa de la finca, sino también pulpa y materias orgánicas de diferente origen.

1.5.9 SITUACIÓN ACTUAL VRS. SITUACIÓN ESPERADA

Con el esquema de situación actual y la situación esperada se encontró algunas de las deficiencias que la gerencia de la finca sabe que tiene y sabe que deben ser manejadas o corregidas. Entre estas tenemos:

Específicas:

- Aplicación de fertilizante químico y foliar sin un estudio previo de las necesidades reales de la plantación.
- Aplicaciones de fungicidas e insecticidas sin plan de manejo establecido y sin dosificación específica.
- Carencia de prácticas de prevención para el control de plagas.
- Desconocimiento en la elaboración del compostaje de pulpa de café.

Generales:

- Mal manejo de los recursos de la finca.
- Desconocimiento del manejo técnico en la finca.
- Falta de capacitación para sus empleados.

1.5.10 PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS

1. Desconocimiento de manejo técnico en la finca.
2. Aplicación empírica de fertilizantes en cuanto a dosis, formulaciones, épocas y formas de aplicación.
3. Desconocimiento de medidas de control de algunas plagas y enfermedades que se presentan.
4. Baja capacidad para compostaje de materia orgánica.
5. Carencia de planes de manejo integrado de plagas y enfermedades.
6. Manejo inadecuado de pesticidas en cuanto a dosis, formas y frecuencias de aplicación.
7. Falta de conocimiento en el manejo seguro de agroquímicos.
8. Desconocimiento de técnicas y variedades mejoradas para mejorar la producción de café.

Dentro de estas deficiencias se identifican algunas soluciones que serán parte de los servicios prestados en la finca. A corto plazo, se puede implementar como solución a algunos de los problemas lo siguiente:

- Realización de un plan de manejo para las aplicaciones y dosificaciones de fungicidas e insecticidas.
- Control y prevención para los ataques de Gallina Ciega.
- Formulación de un plan de fertilización basado en análisis de suelo y foliar.
- Implementación del injerto de café como parte del mejoramiento de variedades dentro de la finca.
- Implementación de un cultivo semihidropónico dentro del invernadero de la finca.

La problemática que es de interés para la implementación a mediano plazo de prácticas orgánicas dentro de la finca, es la producción rápida y de buena calidad de abono orgánico. Es por esta razón que se plantea la investigación sobre el compostaje de la pulpa de café.

1.6 CONCLUSIONES

Finca Colombia cuenta con un alto potencial de producción de café, ya que, posee suelos jóvenes y fértiles de origen volcánico, topografía plana, abundante humedad dentro de las plantaciones en época seca, alto contenido de materia orgánica, altitud óptima para el cultivo de café, entre otras.

Dentro de los problemas encontrados en dicha finca se pueden mencionar por su importancia y su impacto negativo en la producción de café, la aplicación empírica de fertilizantes, desconocimiento del control de plagas que atacan los plantíos de café, aplicaciones empíricas de fungicidas e insecticidas, poca capacidad de compostaje para la pulpa de café que se obtiene del beneficio, en general, el manejo técnico e implementación de tecnologías es muy pobre.

La finca se ha dedicado a la producción de café en los últimos sesenta años. Durante este tiempo, los propietarios y personal que labora en ella, han tomado la experiencia que han seguido aplicando a través de los años. Mucha de esta práctica que se ha obtenido y se lleva a cabo, han continuado sin implementar técnicas mejoradas que ya han surgido. Por tal razón, es necesario que la finca tome un enfoque más técnico y se aplique a sus necesidades, ya que, en ningún momento se debe menospreciar el conocimiento adquirido a través de tantos años.

Los problemas que se presentan en dicha finca, son problemas que se pueden resolver a corto y mediano plazo. Únicamente bastaría la interacción entre un manejo agronómico, la experiencia adquirida y el manejo tradicional que se le ha dado a Finca Colombia durante los últimos años.

1.7 RECOMENDACIONES

Implementación de prácticas agronómicas enfocadas a resolver efectivamente los problemas que se dan dentro de Finca Colombia. Las deficiencias encontradas y que pueden ser resueltas a corto plazo tenemos:

Desconocimiento de medidas de control para la plaga de Gallina Ciega:

- Se recomienda la implementación de las bombas de mochila rociadoras, dosificadoras e inyectoras para la aplicación de productos químicos como el Diazinón.

Aplicaciones empíricas de fertilizantes, fungicidas e insecticidas:

- Se recomienda la elaboración de un plan de fertilización basado en análisis de suelo y foliar, así como también elaborar un plan de manejo y dosificación de fungicidas e insecticidas.

Técnicas para el mejoramiento de variedades:

- Se propone la implementación del injerto para la propagación de nuevas y mejores variedades de café para el aumento en la producción.
- Implementación de cultivo semihidropónico en área de producción de hortalizas bajo invernadero que presenta problemas de alto contenido de sales en el suelo.

Finca Colombia pretende la implementación de prácticas orgánicas dentro de la finca a mediano plazo, es por eso que se hace necesaria la investigación para mejorar la eficiencia de producción de abono orgánico con los residuos de la finca. Tal investigación tiene como objetivo evaluar tres tratamientos para el compostaje de la pulpa de café que se obtiene del beneficio.

1.8 BIBLIOGRAFIA

1. Castillo Ramos, RM. 2009. Beneficio del café (en línea). Pinar del Río, Cuba, s.e. Consultado 12 set 2009. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos43/pulpa-de-cafe/pulpa-de-cafe2.shtml>.
2. Infoagro.com. 2009. El compostaje (en línea). Madrid, España. Consultado 13 set 2009. Disponible en <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
3. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2011. Plan de manejo subcuenca del río Pensativo - alto Guacalate, Guatemala (en línea). Consultado 4 mar 2011. Disponible en http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uee_cuencas/documentos/Guacalate.pdf
4. Wikipedia.com. 2009a. Café (en línea). España. Consultado 14 set 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Café>
5. _____. 2009c. Sacatepéquez (en línea). España. Consultado 15 set 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Sacatepéquez>.

CAPITULO II

Dinámica de la temperatura en el proceso de compostaje con la aplicación de cuatro productos a base de microorganismos iniciadores del proceso de degradación de la materia orgánica.

Temperature dynamics in the process of composting when applying four microorganism-based products to initiate the degradation process of the organic matter.

2.1 INTRODUCCIÓN

El Café es el segundo producto más comercializado en el mundo, después del petróleo. Se estima en 125 millones el número de personas que vive del cultivo del café, incluyendo 25 millones de pequeños productores. La producción mundial de café es superior a 100 millones de sacos de 60 kg, de esta producción se estima que la gran mayoría proviene de América Latina, Ecuador y Venezuela. En América, los principales exportadores de café son Brasil, Colombia, México, Honduras, Perú y Guatemala (Wikipedia, 2009a).

En Guatemala se calculó que la cosecha 2009-2010 fue de 230,867.4 toneladas de café oro, de las cuales 7,891.95 se produjeron en el departamento de Sacatepéquez (ANACAFÉ 2011).

Finca Colombia se encuentra ubicada en el departamento de Sacatepéquez en el municipio de La Antigua Guatemala, se dedica al cultivo de café desde hace más de 60 años. En ella se procesan alrededor de 500,000 kilogramos de café maduro por año. En el proceso de beneficiado húmedo se utilizan altos volúmenes de agua, y por lo tanto se obtienen altos volúmenes de aguas residuales. En dicho proceso también se obtienen altos volúmenes de sólidos, como la pulpa o cáscara del café. La pulpa del café está compuesta por el epicarpio y parte del mesocarpio del fruto. El 29% del componente del grano de café, es pulpa, la misma cuando es llevada a los depósitos, posee cerca de un 85% de humedad.

La pulpa del café ocasiona contaminación al ser depositada en ríos, así como también al acopiarse sin ningún proceso de degradación controlado, ya que es fuente de reproducción para algunos insectos no deseados como la mosca común (*Musca domestica*). Los olores desagradables que emanan de los beneficios durante la época de cosecha son también un motivo de molestia para las poblaciones vecinas, todo motivado por el mal manejo de la pulpa de café.

El manejo actual de la pulpa en Finca Colombia es acopiar dicho residuo esperando que baje la temperatura, que se eleva por el proceso de descomposición, para luego ser aplicada dentro de las plantaciones sin ningún proceso de compostaje dirigido.

La producción de compost de pulpa de café es sin lugar a dudas la forma más sencilla y más accesible que tenemos para disponer racionalmente de este subproducto. Por la anterior razón, a continuación, se presentan los resultados de la investigación de cuatro tratamientos con microorganismos iniciadores del compostaje. Dicha investigación se llevó a cabo en el período del ejercicio profesional supervisado de agronomía (EPSA) que va de agosto de 2009 a mayo de 2010.

Mediante la aplicación de microorganismos degradadores de materia orgánica se aceleró el proceso de degradación, aumentando la calidad biológica y nutricional del compost, reduciendo también los impactos negativos al medio ambiente como lo es la contaminación a ríos y generación de malos olores.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Finca Colombia cuenta con beneficio de café húmedo en el cual se procesan alrededor de 500,000 kilogramos de café maduro anualmente, obteniendo de este proceso aproximadamente 145,000 kg (29%) del residuo orgánico llamado pulpa de café. Un volumen de 300,000 kg de pulpa es obtenido de los beneficios vecinos para sumarse al obtenido de la finca y ser acopiados para que tenga lugar el proceso de degradación pasivo, aplicándose luego como residuos orgánicos sin ningún proceso de degradación controlado. Se pretende que a mediano plazo la finca sea certificada como orgánica y que el compost obtenido de la pulpa sea el fertilizante orgánico a utilizar.

Actualmente en Finca Colombia el proceso de compostaje sin manejo dirigido de la pulpa de café requiere un período de un año para poder utilizar el compost dentro de las plantaciones de café. El inconveniente que presenta este lento proceso, es la necesidad de tener grandes espacios destinados al compostaje para poder procesar los volúmenes de pulpa obtenidos de los beneficios de café y emanación de malos olores que afectan a las localidades vecinas.

Uno de los beneficios directos a la agricultura del compostaje con microorganismos de descomposición, es que el compost obtenido mejora las características del suelo como la permeabilidad, densidad, retención del agua; aumenta el contenido de nutrientes y mejora la actividad biológica del suelo.

Esta investigación propone cuatro tratamientos con productos comerciales de microorganismos, descomponedores de materia orgánica, y busca establecer los microorganismos más adecuados para la producción de compost con el mayor contenido de nutrientes disponibles, hacerlo de una manera rápida con lo cual se reducirá en un 83% el tiempo de descomposición aplicándose más rápidamente en las plantaciones.

2.3 MARCO TEORICO

2.3.1 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1.A Compost¹

El compost, composta, compuesto, mantillo o abono orgánico, es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono. Se denomina humus al "grado superior" de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto a nutrientes, siendo ambos abonos orgánicos.

La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica. Llamamos "compostaje", al ciclo aeróbico (con alta presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica. La "metanización" es el ciclo anaeróbico (con nula o muy poca presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica.

El compost, es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica de residuos orgánicos tales como restos vegetales, animales, excrementos y purinas. El proceso se lleva a cabo por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar. Normalmente, se trata de evitar la putrefacción de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes), aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias.

El compost se usa en agricultura como fuente de nutrientes, enmienda para el suelo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos. Además de su utilidad directa, el compost implica una solución estratégica y ambientalmente aceptable a la problemática planteada por las grandes concentraciones urbanas (y sus residuos sólidos orgánicos domésticos) y las explotaciones agrícolas, forestales y ganaderas, cuyos

¹ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009b.

residuos orgánicos deben ser tratados. El compostaje es una tecnología alternativa a otras que no siempre son respetuosas de los recursos naturales y el medio ambiente y que además tienen un costo elevado.

2.3.1.B Ingredientes del compost²

Cualquier material biodegradable podría transformarse en composta una vez transcurrido el tiempo suficiente. No todos son apropiados para el proceso de compostaje tradicional a pequeña escala. El principal problema es que si no se alcanza una temperatura suficientemente alta los patógenos no mueren y pueden proliferar plagas.

El compostaje más rápido tiene lugar cuando hay una relación (en seco) carbono-nitrógeno de entre 25/1 y 30/1, es decir, que haya entre veinticinco y treinta veces más carbono que nitrógeno. Por ello muchas veces se mezclan distintos componentes de distintos ratios C/N, por ejemplo, los recortes de césped tienen un ratio 19/1 y las hojas secas de 55/1, mezclando ambos a partes iguales se obtiene una materia prima óptima. La presencia de celulosa (fuente de carbono) que las bacterias transforman en azúcares y energía, así como las proteínas (fuente de nitrógeno) que permiten el desarrollo de las bacterias son también necesarias.

Los restos de comida con grasa, carnes, lácteos y huevos no deben usarse para compostar porque tienden a atraer insectos y otros animales indeseados. La cáscara de huevo, sin embargo, es una buena fuente de nutrientes inorgánicos, sobre todo carbonato cálcico, para el suelo a pesar de que si no está previamente cocida tarda más de un año en descomponerse.

² Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009b.

2.3.1.C Compostaje³

El compostaje es el proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener "compost", abono excelente para la agricultura.

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono. Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y válido para la agricultura.

La conversión de los residuos orgánicos en compost es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos.

³ Esta sección fue tomada de Monroig Inglés, 2009.

2.3.1.D Factores que inciden en el proceso de compostaje⁴

- A. **Temperatura:** Se considera óptima la temperatura del intervalo de 35° a 65° centígrados para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas.
- B. **Oxígeno y Dióxido de Carbono:** El compostaje en un proceso aerobio, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, tamaño de partículas, textura, humedad, frecuencia de volteo y la presencia o ausencia de aireación forzada.
- C. **Humedad:** La humedad es clave para que los materiales se degraden adecuadamente y se forme compost. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance los niveles óptimos de 40% a 60%. Si el contenido de humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y el proceso se convertirá en anaerobio, es decir, se producirá la putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento o se detiene totalmente.
- D. **pH:** Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. Con un pH de menos de 5.6 se formarán ácidos fúlvicos mediante la oxidación biológica. Con un pH entre 5.6 y 7.3 se forman ácidos húmicos. Al alcanzar un pH de 7.3 y más se forman ácidos fúlvicos derivados de la degradación de ácidos húmicos.
- E. **Relación Carbono/Nitrógeno:** La relación C/N es la cantidad de Carbono por unidad de Nitrógeno contenido en los tejidos de las plantas, la cual varía dependiendo del material. Los microorganismos requieren para su normal desenvolvimiento en la abonera una relación de veinticinco a treinta partes de Carbono por una de Nitrógeno.
- F. **Población microbiana:** Es importante agregar a la compostera una buena cantidad de organismos descomponedores. Esto se puede realizar por medio de inóculos microbiológicos como hongos, bacterias, actinomicetos, etc., o simplemente con la aplicación de tierra de montaña o compost maduro proveniente de composteras realizadas con anterioridad.

⁴ Esta sección fue tomada de Paúl Fuentes, 2003.

- G. **Condiciones atmosféricas:** Una abonera sin protección está expuesta a lluvias, sol y viento, por lo que es necesario mantenerla cubierta para evitar que se humedezca demasiado debido a las lluvias o se reseque debido al sol.

2.3.1.E Fases del proceso de compostaje⁵

- A. **Fase de degradación:** Durante la fase de degradación los desechos orgánicos se descomponen en partículas más pequeñas. Las proteínas se descomponen en aminoácidos, aminos y finalmente en amoníaco, nitrato y nitrógeno libre. Los compuestos de carbono, en condiciones aeróbicas, se oxidan y transforman en dióxido de carbono.
- B. **Fase de formación de humus:** Durante esta fase los compuestos simples son convertidos en sustancias húmicas complejas y estables como ácido fúlvico, ácido húmico y huminas.

2.3.1.F Técnicas de compostaje⁶

Esencialmente hay dos métodos para el compostaje aeróbico:

- A. **Activo o caliente:** se controla la temperatura para permitir el desarrollo de las bacterias más activas, matar la mayoría de patógenos y gérmenes y así producir compost útil de forma rápida.
- B. **Pasivo o frío:** sin control de temperatura, los procesos son naturales a temperatura ambiente, prolongando tiempo de descomposición.

La mayoría de plantas industriales y comerciales de compostaje, utilizan procesos activos, porque garantizan productos de mejor calidad en un menor plazo. Un mayor grado de control y, por tanto, una mayor calidad, suele conseguirse compostando en un recipiente cerrado con control y ajuste continuo de temperatura, flujo de aire y humedad, entre otros

⁵ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009b.

⁶ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009b.

parámetros. El compostaje casero es más variado, fluctuando entre técnicas extremadamente pasivas hasta técnicas activas propias de una industria.

2.3.1.G Gráfica de las etapas del compostaje⁷

El proceso de compostaje tiene cuatro etapas básicas en las que se conjugan las variaciones de temperatura y tipo de microorganismos (Figura 1):

A. Etapa mesófila

En esta etapa abundan las bacterias mesofílicas (108 bacterias/gr. húmedo) y hongos mesofílicos. El número de actinomicetos permanece relativamente bajo. Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos la temperatura aumenta hasta 40° C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5.5 - 6 debido a la descomposición de lípidos y glúcidos a ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad. En esta etapa la relación C/N es de especial importancia ya que el Carbono aportará la energía a los microorganismos y el Nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevas moléculas, por ello la relación debe estar entorno 30:1, si superamos esta proporción la actividad biológica disminuye, mientras que proporciones superiores de Nitrógeno provocan el agotamiento rápido del Oxígeno, y la pérdida del exceso en forma de Amoníaco, que es tóxico para la población bacteriana o por lixiviados.

B. Etapa termófila

La temperatura continúa ascendiendo hasta llegar a valores de 75° C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren o permanecen en estado de dormancia, mientras que las bacterias termofílicas, actinomicetos y hongos termofílicos se optimizan, generando incluso más calor que los mesófilos.

La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior provoca el incremento del pH pasando desde 5.5 hasta 7.5 donde permanecerá casi constante hasta el final del

⁷ Esta sección fue tomada de Proyecto Panaca Sabana, 2009.

proceso. El color del compost se vuelve más oscuro paulatinamente y el olor original se comienza a sustituir por olor a tierra. Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo debido a las altas temperaturas, la mayoría de las semillas y patógenos mueren al estar sometidos durante días a temperaturas superiores a 55° C.

C. Etapa de mesófila II o de enfriamiento

Una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75° C hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de los anteriores y la reaparición de microorganismos mesofílicos al pasar por los 40°-45° C, dominaran el proceso hasta que toda la energía sea utilizada.

D. Etapa de maduración

La temperatura y pH se estabilizan. Si el pH es ácido nos indica que el compost no está aún maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación de ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los macroorganismos tales como nemátodos, rotíferos, escarabajos, lombrices, etc., incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales logrando de esta manera incrementar el área superficial de éstos para permitir el acceso de los microorganismos. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, además ya no debemos reconocer los residuos iniciales.

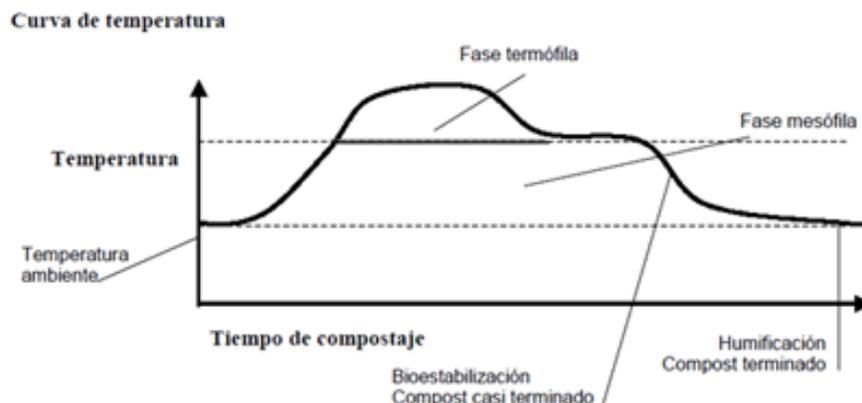


Figura 6. Etapas del compostaje.

2.3.1.H Microorganismos, temperatura y humedad de la pila⁸

Una pila de compost efectiva debe tener una humedad entre el 40% y el 60%. Ese grado de humedad es suficiente para que exista vida en la pila de compost y las bacterias puedan realizar su función. Las bacterias y otros microorganismos se clasifican en grupos de acuerdo a cuál es su temperatura ideal y cuánto calor generan en su metabolismo.

Las bacterias mesofílicas requieren temperaturas moderadas, entre 20° y 40° C. ya que conforme descomponen la materia orgánica generan calor. Lógicamente, es la zona interna de la pila la de temperatura más elevada. Las pilas de compost deben tener, al menos, un metro de ancho por un metro de alto y la longitud que sea posible. Así se consigue que el propio material aíse el calor generado.

Hay sistemas como Faber-Ambra que permiten pilas mucho más anchas y más altas. Así se puede hacer composta de una tonelada de residuos en un metro cuadrado. La aireación pasiva se ejecuta por medio de un piso falso. Tampoco necesita un volteo de material en degradación.

La temperatura ideal está alrededor de los 60° C. Así la mayoría de patógenos y semillas indeseadas mueren a la par que se genera un ambiente ideal para las bacterias

⁸ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009b.

termofílicas, que son los agentes más rápidos de la descomposición. De hecho, el centro de la pila debería estar caliente (tanto como para llegar a quemar al tocarlo con la mano), si esto no sucede, puede estar pasando alguna de las siguientes cosas:

- Hay demasiada humedad en la pila por lo que se reduce la cantidad de oxígeno disponible para las bacterias.
- La pila está muy seca y las bacterias no disponen de la humedad necesaria para vivir y reproducirse.
- No hay suficientes proteínas (material rico en nitrógeno)

La solución a esto, suele ser la adición de material o el volteo de la pila para que se airee. Dependiendo del ritmo de producción de compost deseado la pila puede ser volteada más veces para llevar a la zona interna el material de las capas externas y viceversa, a la vez que se airea la mezcla.

La adición de agua puede hacerse en ese mismo momento, contribuyendo a mantener un nivel correcto de humedad. Un indicador de que ha llegado el momento del volteo es el descenso de la temperatura debido a que las bacterias del centro de la pila (las más activas) han consumido toda su fuente de alimentación. Llega un momento en que la temperatura deja de subir incluso inmediatamente después de que la pila haya sido removida. Eso indica que ya no es necesario voltearla más.

Finalmente todo el material será homogéneo, de un color oscuro y sin ningún parecido con el producto inicial. Entonces está listo para ser usado. Hay quien prefiere alargar la maduración durante incluso un año más, ya que, aunque no está demostrado, puede que los beneficios del compost así producido sean más duraderos.

2.3.1.1 Agentes de la descomposición⁹

La pila de residuos a compostar va a formar un micro hábitat con características muy diferentes del entorno, lo que propicia la aparición de organismos especialmente

⁹ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009b.

adaptados a esas condiciones. Estos organismos serán clasificados según el nivel en el que se encuentren de la red trófica en:

A. **Descomponedores:** Son aquellos que consumen directamente materia orgánica muerta, tales como:

- **Bacterias:** son los organismos más pequeños, numerosos y los primeros en comenzar el trabajo, desempeñan el papel más destacado en la descomposición de la materia ya que poseen una amplia gama de enzimas capaces de romper químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos. Son organismos unicelulares con formas variadas, los cocos poseen forma de esfera, los bacilos de bastón y las espirillas y espiroquetas forma espiral.
- **Hongos:** menores en número que las bacterias o actinomicetos pero con mayor masa. Son responsables de descomponer polímeros vegetales complejos, demasiado secos, ácidos o pobres en nitrógeno para ser descompuestos por bacterias, permitiendo a estas continuar el proceso de descomposición una vez que la mayor parte de dichos polímeros han sido degradados. La mayoría viven en las capas externas del compost cuando la temperatura es alta, creciendo en forma de filamentos, formando colonias blancas o grises de textura aterciopelada en la superficie de la pila.
- **Actinomicetos:** van a dar el olor característico a tierra ya que son especialmente importantes en la formación del humus, son bacterias filamentosas, carecen de núcleo como las bacterias pero poseen filamentos multicelulares como los hongos lo que los hace muy similares. Sus enzimas les permiten romper químicamente residuos ricos en celulosa, lignina, quitina y proteínas. Con frecuencia producen antibióticos que inhiben el crecimiento bacteriano. Poseen forma alargada con filamentos que se extienden como telas de araña grises, suelen aparecer al final del proceso de descomposición en los primeros diez a quince centímetros de la superficie de la pila.
- **Protozoos:** son animales unicelulares que se encuentran en las gotas de agua presentes en el residuo a compostar, su importancia en la descomposición es muy escasa, obtienen su alimento de la materia orgánica de la misma manera

que las bacterias, aunque pueden actuar también como consumidores secundarios ingiriendo hongos y bacterias.

- **Macroorganismos fermentadores:** organismos visibles que consumen la materia orgánica directamente, tales como lombrices, moscas, ácaros de fermentación, cochinillas, caracoles, limacos etc. Son más activos en las etapas finales del compostaje.

B. **Consumidores secundarios:** macroorganismos que se alimentan de los anteriormente citados consumidores primarios. Dentro de este grupo podemos citar tijeretas, ácaros de molde, rotíferos, protozoos, escarabajos, nemátodos y gusanos planos de tierra.

C. **Consumidores terciarios:** van a alimentarse de materia orgánica viva, tanto de consumidores primarios como secundarios. En este grupo encontramos arañas, pseudoescorpiones, ácaros predadores, ciempiés, hormigas y escarabajos.

2.3.1.J Sistema trófico¹⁰

Dentro del sistema trófico se encuentran organismos autótrofos que son capaces de tomar la energía solar y transformarla en energía de enlace químico (plantas verdes), conocidos como organismos fotosintetizadores y también como productores; se encuentra también descomponedores que son microorganismos (bacterias y hongos) cuya labor es reciclar el material orgánico convirtiéndolo en materia inorgánica o mineral, la que es vuelta a utilizar por los vegetales.

2.3.1.K Cadena trófica¹¹

Cadena trófica, también llamada red trófica. Serie de cadenas alimenticias íntimamente relacionadas por las que circulan energía y materiales en un ecosistema. Se entiende por cadena alimenticia cada una de las relaciones que se establecen de forma lineal entre organismos que pertenecen a distintos niveles tróficos.

¹⁰ Esta sección fue tomada de Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente, 2009.

¹¹ Esta sección fue tomada de Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente, 2009.

La cadena trófica está dividida en dos grandes categorías: la cadena o red de pastoreo, que se inicia con las plantas verdes, algas o plancton que realiza la fotosíntesis, y la cadena o red de detritos que comienza con los detritos orgánicos. Estas redes están formadas por cadenas alimenticias independientes. En la red de pastoreo, los materiales pasan desde las plantas a los consumidores de plantas (herbívoros) y de éstos a los consumidores de carne (carnívoros). En la red de detritos, los materiales pasan desde las plantas y sustancias animales a las bacterias y a los hongos (descomponedores), y de éstos a los que se alimentan de detritos (detritívoros) y de ellos a sus depredadores (carnívoros).

Por lo general, entre las cadenas tróficas existen muchas interconexiones. Por ejemplo, los hongos que descomponen la materia en una red de detritos pueden dar origen a setas que son consumidas por ardillas, ratones y ciervos en una red de pastoreo. Los Petirrojos son omnívoros, es decir, consumen plantas y animales, y por esta razón están presentes en las redes de pastoreo y de detritos. Los Petirrojos se suelen alimentar de lombrices de tierra que son detritívoras, que se alimentan de hojas en estado de putrefacción.

2.3.1.L Niveles tróficos

La cadena trófica se puede contemplar no sólo como un entramado de cadenas sino también como un conjunto de niveles tróficos (nutricionales). Las plantas verdes, que son las primeras productoras de alimentos, pertenecen al primer nivel trófico. Los herbívoros, que son los consumidores de plantas verdes, corresponden al segundo nivel trófico. Los carnívoros, que son depredadores que se alimentan de los herbívoros, pertenecen al tercero. Los omnívoros, que son consumidores tanto de plantas como de animales, se integran en el segundo y tercero. Los carnívoros secundarios, que son depredadores que se alimentan de depredadores, pertenecen al cuarto nivel trófico. Según los niveles tróficos se elevan, el número de depredadores es menor y son más grandes, feroces y ágiles. En el segundo y tercer nivel, los que descomponen los materiales disponibles actúan como herbívoros o carnívoros dependiendo de si su alimento es vegetal o animal.

2.3.1.M Flujo de energía

En esta sucesión de etapas en las que un organismo se alimenta y es devorado, la energía fluye desde un nivel trófico a otro. Las plantas verdes u otros organismos que realizan la fotosíntesis utilizan la energía solar para elaborar hidratos de carbono para sus propias necesidades. La mayor parte de esta energía química se procesa en el metabolismo y se pierde en forma de calor en la respiración. Las plantas convierten la energía restante en biomasa, sobre el suelo como tejido leñoso y herbáceo y bajo éste como raíces. Por último, este material, que es energía almacenada, se transfiere al segundo nivel trófico que comprende los herbívoros que pastan, los descomponedores y los que se alimentan de detritos. Si bien, la mayor parte de la energía asimilada en el segundo nivel trófico se pierde de nuevo en forma de calor en la respiración, una porción se convierte en biomasa. En cada nivel trófico los organismos convierten menos energía en biomasa que la que reciben. Por lo tanto, cuantos más pasos se produzcan entre el productor y el consumidor final, la energía que queda disponible es menor. Rara vez existen más de cuatro eslabones, o cinco niveles, en una cadena trófica. Con el tiempo, toda la energía que fluye a través de los niveles tróficos se pierde en forma de calor. El proceso por medio del cual la energía pierde su capacidad de generar trabajo útil se denomina entropía.

2.3.1.N La descomposición como proceso ecosistémico

“La descomposición constituye un proceso ecosistémico de importancia comparable a la producción primaria” (Moorhead *et al.* 1996).

“De hecho, un ecosistema necesita básicamente sólo productores y descomponedores para existir indefinidamente. Así, la descomposición completa los ciclos biogeoquímicos iniciados por los procesos fotosintéticos o quimiosintéticos.

Por otro lado, la visión más o menos clásica del proceso de descomposición como etapa final en las cadenas tróficas, liberando nutrientes inorgánicos, se ha visto modificada en los últimos años a raíz de los descubrimientos sobre el papel que los microorganismos heterotróficos (hongos y bacterias) desempeñan en el reciclado de la materia orgánica e

inorgánica. Los estudios en Ecología Microbiana en las últimas décadas han llevado a la idea del llamado 'loop microbiano' que presupone que una gran cantidad de la producción primaria no es consumida directamente por herbívoros sino que es aprovechada por los microorganismos heterotróficos convirtiéndose en biomasa microbiana" (Brock, 1984).

"Los microorganismos actúan de vínculo de unión entre los procesos de producción primaria y secundaria, propician la reintroducción de compuestos inorgánicos en el sistema y producen biomasa microbiana susceptible de servir como alimento a organismos detritívoros. Con esta nueva concepción, el proceso de descomposición deja de tener un carácter terminal para adquirir uno central en el control del sistema, regulando la dinámica de nutrientes del sistema y actuando de vía de redistribución de la energía. Todo esto hace que tenga también importantes efectos en la estabilidad del ecosistema" (Wetzel, 1984).

2.3.1.0 Fertilidad del suelo¹²

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales -fertilidad química- pero que no está provisto de buenas condiciones físicas y viceversa. Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por ejemplo, se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces es un suelo fértil, no productivo. Respecto a su constitución, en general y en promedio, en VOLUMEN, una proporción ideal está dada por 45-48% de partículas minerales, 5-2% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua.

¹² Esta sección fue tomada de Sánchez V., 2011.

2.3.1.P Propiedades físicas del suelo

- A. **Textura:** El término textura, se refiere la proporción de arena, limo y arcilla expresados en porcentaje.

- B. **Estructura:** Es la manera como se agrupan las partículas de arena, limo y arcilla, para formar agregados, NO debe confundirse “agregado” con “terron”. El terrón es el resultado de las operaciones de labranza y no guarda la estabilidad que corresponde a un agregado.

- C. **Densidad aparente:** depende del grado de soltura o porosidad del suelo, es un valor muy variable que depende además de la textura, el contenido de materia orgánica y la estructura.

- D. **Densidad real:** mide el grado de compactación de un determinado suelo cuando éste ha sido sometido a trabajos constantes de maquinaria pesada sobre la capa arable, pudiendo mostrarse esa compactación en esa misma capa o en la subyacente.

- E. **Porosidad:** La porosidad, no es otra cosa que el porcentaje de espacios vacíos (o poros) con respecto del volumen total del suelo (volumen de sólidos + volumen de poros). A su vez, la porosidad incluye macroporosidad (poros grandes donde se ubica el aire) y la microporosidad (poros pequeños, que definen los capilares donde se retiene el agua).

2.3.1.Q Propiedades químicas del suelo

- A. **Reacción del suelo (pH):** Es una propiedad que tiene influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y actividad microbiana. Es definido como el logaritmo inverso de la actividad de iones hidrógeno en la solución suelo. Normalmente el rango de pH de los suelos varía entre 3.5 a 9.0, la razón por la que no se alcanza valores extremos de 0 ó 14 se debe a que la solución de los suelos no es una solución verdadera, sino una solución coloidal. A la mayoría de especies cultivadas, les favorece pH entre

valores de 5.5 a 7.5, pero cada especie y variedad tiene un rango específico donde se desarrolla mejor. Normalmente entre pH 6.5 y 7.0 es el rango que se maneja especialmente para cultivos bajo técnicas de fertirrigación.

- B. **Las Arcillas del suelo:** La fracción mineral de los suelos lo constituyen las arcillas. Si bien desde el punto de vista de su tamaño, adoptan ese nombre las partículas < 2 mm de diámetro, es mucho más trascendente el comportamiento coloidal que exhiben, es decir la capacidad de mostrar cargas negativas en donde se absorben los cationes que constituyen la posibilidad de reserva de nutrientes.
- C. **El Complejo arcillo-húmico:** El comportamiento coloidal no es exclusivo de las arcillas. Esta propiedad es compartida con el humus. Las arcillas y el humus, forman un todo único, por lo que se denomina Complejo Arcillo Húmico, Complejo de Cambio, etc.
- D. **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Es una propiedad química que designa los procesos de: (a) Adsorción de cationes por el complejo de cambio desde la solución suelo y (b) Liberación de cationes desde el complejo de cambio hacia la solución suelo. Esta propiedad es atribuida a la arcilla (coloide mineral) y al humus (coloide orgánico), de manera que la CIC, está influenciada por:
- La cantidad y tipo de arcilla
 - La cantidad de humus
 - El pH o reacción del suelo

2.3.1.R Propiedades biológicas del suelo

La cantidad de materia orgánica (MO), está ligada a la cantidad, tipo y actividad microbiana. De este modo el mantenimiento de la “fertilidad biológica” sugiere inalterabilidad del ambiente sobre todo microbiológico del suelo. Son variadas las ventajas y actividades de los microorganismos del suelo, participando en:

- Procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica.
- Procesos de fijación biológica de N (simbiótica y libre).
- Solubilización de componentes minerales del suelo (asociación micorrítica).

- Reducción de Nitratos y Sulfatos. Hidrólisis de la urea.

2.3.1.S Coeficientes hídricos

Los suelos tienen diferente capacidad de retener y habilitar agua para las plantas. Estos valores se expresan a través de los coeficientes hídricos: Capacidad de campo y Punto de marchitez.

- **La Capacidad de campo:** es la máxima capacidad de agua que el suelo puede retener, es decir el agua que está retenida a $1/3$ de atm de tensión y que no está sujeta a la acción de la gravedad.
- **El Punto de marchitez:** Es más bien un término fisiológico, que corresponde al contenido de humedad del suelo, donde la mayoría de las plantas, no compensan la absorción radicular con la evapotranspiración, mostrando síntomas de marchitez permanente. En este punto, el agua es retenida por el suelo a una tensión de 15 atm.
- **Agua disponible y agua aprovechable:** Agua disponible es la cantidad de agua que existe como diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitez; mientras que, agua aprovechable es aproximadamente el 75% del agua disponible.

2.3.1.T Elementos esenciales

A. Criterios de esencialidad

- La deficiencia del elemento M, en donde M representa a un elemento cualquiera, impide que la planta complete sus ciclo vital.
- El elemento M debe participar directamente en el metabolismo de la planta.
- El elemento M, no debe ser reemplazado por otro que tiene propiedades similares.

Cuadro 1. Elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, símbolo, formas de absorción y composición aproximada en las plantas (Sánchez V., 2011).

<i>Elemento</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Forma de Absorción</i>	<i>% en la Planta</i>
Carbono	C	CO ₂	40 – 50
Oxígeno	O	O ₂ y H ₂ O	42 – 44
Hidrógeno	H	H ₂ y H ₂ O	6 – 7
Nitrógeno	N	NO ₃ -y NH ₄ +	1 – 3
Fósforo	P	H ₂ PO ₄ -y HPO ₄	0.05 -1
Potasio	K	K ⁺	0.3 – 3
Calcio	Ca	Ca ²⁺	0.5 – 3.5
Magnesio	Mg	Mg ²⁺	0.03 – 0.8
Azufre	S	SO ₄	0.1 – 0.5
Hierro	Fe	Fe ²⁺	100 – 1000ppm
Manganeso	Mn	Mn ²⁺	50 – 300ppm
Cobre	Cu	Cu ²⁺	10 – 40ppm
Zinc	Zn	Zn ²⁺	10 – 20
Boro	B	H ₂ BO ₃ -	50 – 300ppm
Molibdeno	Mo	MoO ₄	10 – 40 ppm
Cloro	Cl	Cl ⁻	
Sodio	Na	Na ⁺	

2.3.1.U Movimiento de los iones del suelo a la raíz

- **Flujo de masas:** Consiste en el movimiento del elemento de una fase acuosa (solución) de una región más húmeda, distante de la raíz, hacia otra más seca (próxima a la superficie radicular).
- **Difusión:** El elemento camina distancias cortas en una fase acuosa estacionaria, yendo de una mayor concentración a una menor concentración en la superficie de la raíz.
- **Intercepción radicular:** Las raíces interceptan a los iones al crecer en la zona donde están los nutrientes en la solución y luego son absorbidos.

2.3.1.V Beneficiado del café¹³

Dos métodos distintos se emplean en el beneficio del café, la vía húmeda y la vía seca.

2.3.1.V.1 Beneficio húmedo

Mediante el método de beneficiado húmedo se obtiene un café de alta calidad física y de bebida. Este proceso es fundamental para que el grano presente una buena apariencia y una calidad adecuada para su exportación.

Este método se emplea en cafetales extensos. Su empleo requiere grandes cantidades de agua y los consiguientes equipos de bombeo. Las principales etapas son la recolección selección, despulpe, secado (Figura 2).

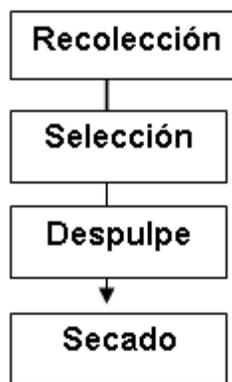


Figura 7. Etapas principales en el beneficio húmedo del café (9).

A. Recolección

La recolección de café se le denomina corte. El café cereza es cortado a mano y luego transportado en sacos hasta los beneficios húmedos. Para garantizar la calidad del producto, se hace una selección final de los frutos de café. Con esta labor se desechan frutos todavía verdes, y así se asegura que sólo sean procesados los frutos que tienen el punto óptimo de maduración.

¹³ Esta sección fue tomada de Monroig Inglés, 2009.

B. *Despulpe*

En esta etapa los frutos cereza de café son despojados de la pulpa o epicarpio (Figura 3). A fin de optimizar tanto el uso del agua como de energía, así como para mejorar el tratamiento de las aguas residuales y los subproductos orgánicos del café, hoy día se está promoviendo la conversión de beneficios tradicionales a beneficios húmedos ecológicos. Ello cumple el doble propósito de ayudar a la preservación del medio ambiente, y de no degenerar las cualidades intrínsecas del café.

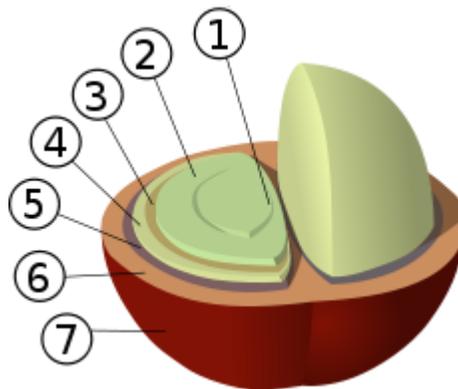


Figura 8. Estructura del fruto de Café (Monroig Inglés, 2009).

1. Corte central.
2. Grano de café (endosperma).
3. Piel plateada (tegumento).
4. Pergamino (endocarpio).
5. Capa de Pectina.
6. Mesocarpio.
7. Pulpa (epicarpio).

C. **Secado**

Esta operación se lleva a cabo en extensos patios, aprovechando la energía solar y generalmente termina el proceso en las llamadas máquinas secadoras.

2.3.1.V.2 Beneficio seco

El beneficiado seco del café consiste básicamente en la limpieza del café pergamino, mediante la separación de palos, piedras, ramas, hojas, basuras, etc., para proceder al morteo o trilla o trillado y una serie de procesos de selección de los granos de café, por su forma, tamaño, peso, densidad y color. Esta selección es realizada mediante maquinaria especializada: maquinaria de pre limpia, morteadoras o trilladoras de café, máquinas seleccionadoras de café, maquinas catadoras de café, maquinas vibradoras o vibro neumáticas y equipos o máquinas electrónicas seleccionadoras por color.

2.3.1.W La Pulpa de café

“La pulpa del café está compuesta por el epicarpio y parte del mesocarpio del fruto. La misma cuando es llevada a los depósitos, posee cerca de un 85% de humedad. La pulpa de café contiene entre otras cosas cantidades importantes de cafeína la que representa cerca del 0.8% de su peso seco.

La pulpa de café es el principal producto que se obtiene del método usado para el procesamiento del grano de café y representa alrededor del 29% del peso del fruto entero” (Monroig Inglés, 2009).

2.3.1.W.1 Abono orgánico a partir de pulpa

“La eventual conversión de las toneladas de pulpa supondría una producción de toneladas de compost, pudiéndose de esa forma devolver cantidades de abono orgánico a las plantaciones. La producción de compost de pulpa de café es sin lugar a dudas la forma más sencilla y por lo tanto más asequible que tenemos para disponer racionalmente de

este subproducto para ser utilizado en el abonamiento del mismo cultivo” (Noriega *et al.*, 2008).

2.3.1.W.2 Pulpa para alimento animal

“De acuerdo con la disponibilidad y composición química de la pulpa de café se han propuesto varias formas de utilizarla, entre los cuales se destaca el ensilaje destinado a la alimentación animal.

Durante el manejo intensivo del ganado bovino de carne en los países tropicales, el uso de la pulpa del café puede alcanzar entre 20 y 30% en las raciones. En vacas lecheras, la pulpa de café ensilada puede ser incorporada a niveles entre 20 a 40% del concentrado y de 10 a 20% de la materia seca de la ración completa, sin disminuir la producción de leche” (Noriega *et al.*, 2008).

2.3.1.W.3 Pulpa como combustible

“Estudios previos, establecen que la pulpa deshidratada se comporta como un muy buen combustible capaz de proveer hasta 4200 kilocalorías por kilogramo de peso.

Se ha planteado como necesario el prensado de la pulpa por medios mecánicos para retirar parte de su 85% de su humedad de tal forma que se facilite el secado final de la misma y permitir así su posterior uso como combustible. Ese prensado previo significa entre otras cosas que se van a generar cantidades muy grandes de líquidos, líquidos que poseen un nivel muy elevado de contaminación que en términos de demanda química de oxígeno, la cual puede ir desde 60 000 hasta 120 000 mg/l. Estas concentraciones son doce o veinticuatro veces mayor que las del agua del beneficiado.

El despulpado en seco genera una pulpa más rica y menos húmeda lo que viene a favorecer el secado de la misma y su posible uso como combustible, asiendo menos necesario el prensado de esta” (Noriega *et al.*, 2008).

2.3.1.X Contaminación por procesos del café

“Se establece que la pulpa del café puede perder hasta un 26% de su peso seco mientras es transportado fuera del beneficio. Esta pérdida de peso no solo es una importante fuente de contaminación sino que también representa un gran empobrecimiento de la misma, lo que limita seriamente su uso futuro, han determinado que las aguas de despulpado en el beneficiado húmedo convencional aportan una carga contaminante de 160 gramos de Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O) por kilogramo de café verde.

Otra de las fuentes de contaminación es el lavado de las mieles que rodean la semilla del café operación que debe ser realizada previo al secado. Las aguas de lavado aportan 170 gramos de Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O).

El beneficiado húmedo de un kilogramo de café verde provoca, mediante la generación de las aguas de despulpado y de lavado, una contaminación equivalente a la generada por 5.6 personas adultas por día.

La tercera forma de contaminación puede ser causada por el vertido de la pulpa o de fracciones de ellas a las fuentes de agua y de producirse sería la más importante.

La toma de conciencia creciente, la generación de nuevas tecnologías y la voluntad de nuestra sociedad está determinando que abandonemos la concepción negativa de manejo de desechos del café y visualicemos los mismos como valiosos subproductos. Esta forma de visualizar el problema es de gran importancia en la solución del mismo” (Monroig Inglés, 2009).

2.4 MARCO REFERENCIAL

2.4.1.A Ubicación¹⁴

La investigación se llevó a cabo en Finca Colombia, localizada en el municipio de La Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez.

El departamento de Sacatepéquez está situado en la región Central de Guatemala. Limita al Norte, con el departamento de Chimaltenango; al Sur, con el departamento de Escuintla; al Este, con el departamento de Guatemala; y al Oeste, con el departamento de Chimaltenango. La cabecera departamental se encuentra a cincuenta y cuatro kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

El municipio de La Antigua Guatemala se encuentra dentro de la Latitud Norte de 14°34', y una Longitud oeste de 90°44'. La Antigua Guatemala se encuentra a una altura de 1,500 metros sobre el nivel del mar. La temperatura máxima es de veinticinco y la mínima de trece grados centígrados.



Figura 9. Ubicación Finca Colombia, municipio de La Antigua Guatemala.

¹⁴ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009c.

2.4.1.B Hidrografía

En el departamento de Sacatepéquez se encuentran varios ríos como el Guacalate, Los Encuentros, Las Cañas, Sumpango y Pensativo. Este último río atraviesa Finca Colombia y en época lluviosa causa algunos estragos dentro de la finca. El río Pensativo se encuentra dentro de la subcuenca del río Pensativo-Alto Guacalate que está conformada por 16 municipios, de los cuales 12 pertenecen al departamento de Sacatepéquez y 4 al departamento de Chimaltenango. La subcuenca posee un área de 39,351 ha equivalente a 0.4 % de la superficie total del país e integra una población de 195,939 habitantes (véase MAGA, 2011)

Entre los principales ríos que drenan la subcuenca del río Pensativo están: Santa María, Manzano, San Miguel, Las Cañas, El Sauce, Joya del Chilacayote y Zanjón Santa María. El río Pensativo nace con el nombre de río Las Cañas y en sólo 7.79 kilómetros de longitud, distancia que recorre desde su nacimiento hasta el puente de ingreso a La Antigua, desciende 592.50 metros. La longitud total del río hasta su desembocadura en el río Guacalate es de 13.29 kilómetros y su pendiente media es del 6% (véase CEPREDENAC, 2011).

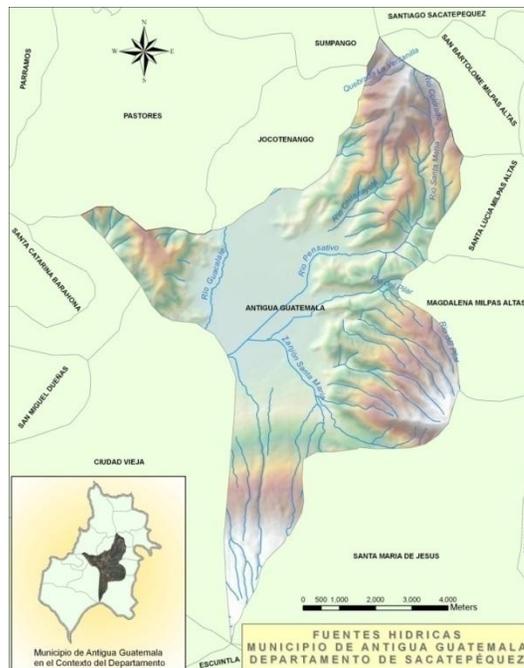


Figura 10. Fuentes hídricas del municipio de La Antigua Guatemala.

2.4.1.C Orografía¹⁵

El departamento de Sacatepéquez pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm, con un clima templado y semi frío.

Aunque su topografía es montañosa y volcánica, existen algunas mesetas muy fértiles. En su territorio se encuentra el volcán de Agua, con una altura de 3.753 msnm, el volcán de Fuego con 3.835 msnm, y el de Acatenango con 3.976 msnm.

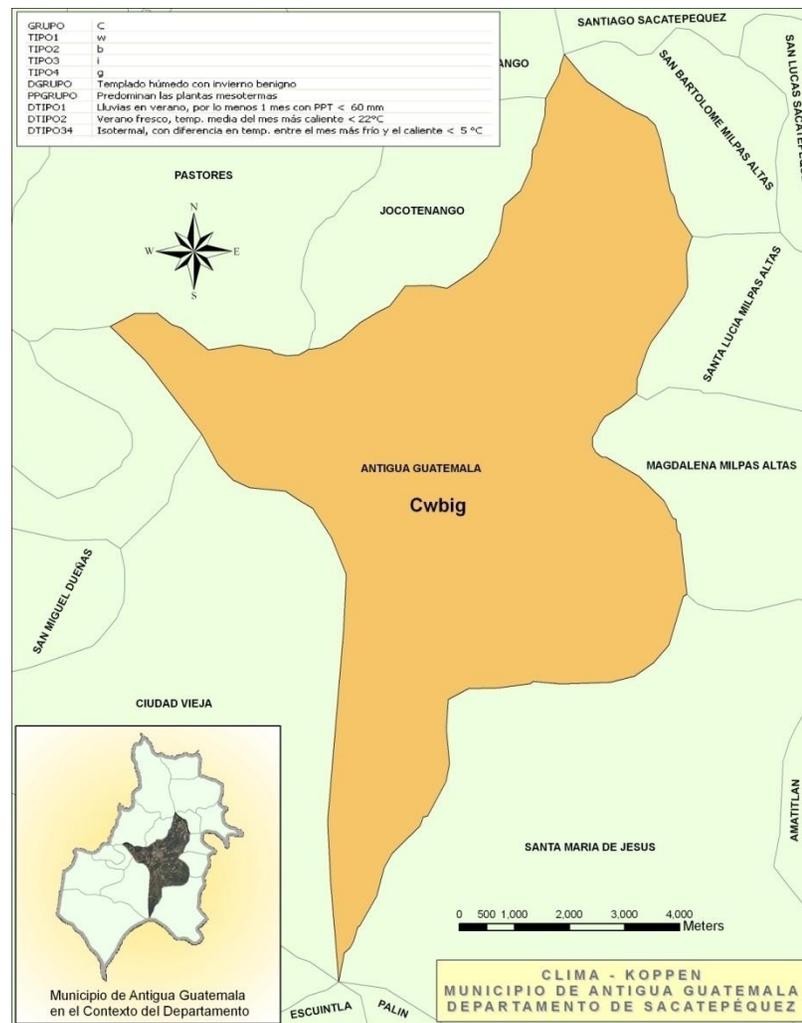


Figura 11. Clima del municipio de La Antigua Guatemala.

¹⁵ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009c.

2.4.1.D Zona de vida¹⁶

El municipio de La Antigua Guatemala pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical bh-MB.

En esta zona de vida se encuentra una precipitación pluvial de 1057 - 1580 mm, la biotemperatura es de 15 - 23 °C, la altura sobre el nivel del mar es de 1500 – 2400 msnm.

Entre la vegetación que existe en el área se pueden mencionar: *Quercus sp.*, Pino Lacio (*Pinus pseudostrobus*), Pino Ocote (*Pinus montezumae*), *Pinus jorulensis*, *Ostrya sp.*, *Carpinus sp.* y *Arbustus xalapensis*.

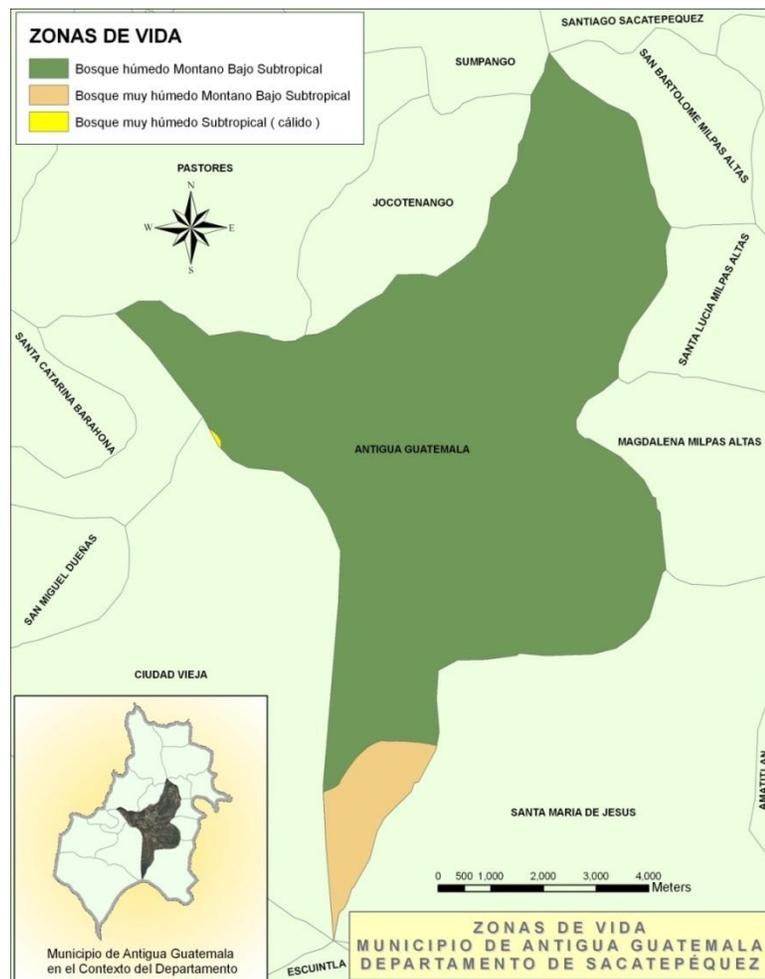


Figura 12. Zonas de vida del municipio de La Antigua Guatemala.

¹⁶ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009c.

2.4.1.E Vías de comunicación¹⁷

La principal vía de comunicación terrestre hacia La Antigua Guatemala es la Carretera Interamericana CA-1; a la altura de San Lucas Sacatepéquez se desvía para llegar a La Antigua Guatemala.

2.4.1.F Suelos¹⁸

Según clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala realizada por Simmons, Tarano y Pinto, el municipio de La Antigua Guatemala, se encuentran dentro de cuatro diferentes series de suelos, Alotenango (Al), Cimas volcánicas (Cv), Cauqué (Cq) y suelos de los Valles (SV).

- Descripción de la serie de suelos:
 - Alotenango (Al): Suelos profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica reciente y suelta, de color oscuro con pendientes que van de suaves a inclinadas. Son de textura franco arenosa, con un pH de 6.5 el cual va de ligeramente ácido a neutro, el suelo de la superficie está entre 25-40 cm de espesor, es franco arenoso de color café oscuro a muy oscuro, con estructura granular poco manifiesta. El subsuelo tiene 75 cm de espesor, es suelto de color café a café grisáceo oscuro, franco arenoso, no tiene estructura, más profundo a 110 cm es ceniza volcánica suelta. Como recomendación para el manejo se debe tener cuidado con la erosión y es necesario hacer conservación de suelos.
 - Suelos de los Valles” (SV), la serie de los suelos “suelos de los Valles” no tiene descripción.
 - Cauqué (Cq): suelos profundos, bien drenados, desarrollados en un clima húmedo seco, sobre ceniza volcánica pomácea firme y gruesa. Ocupan relieves que van de ondulados a inclinados alcanzando altitudes de 1,500 m en la meseta central de Guatemala. Los suelos Cauqué están asociados a

¹⁷ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009c.

¹⁸ Esta sección fue tomada de Wikipedia, 2009c.

los de Guatemala y Tecpán, pero con un relieve más ondulado que éstos, de textura menos pesada que los de Guatemala, pero sí más pesada que los de Tecpán. La vegetación natural consiste en pino, encino y malezas.

- Cimas Volcánicas (Cv): Las cimas volcánicas constituyen la clase de terreno que define a los conos de los volcanes. La mayoría de estos suelos consiste en ceniza volcánica o escoria mafica típica, sin modificar y suelta, ocupan pendientes inclinadas, siendo el ángulo de reposo de este material alrededor de 65%. Todas las áreas están cortadas por barrancos profundos y laderas muy inclinadas. Están desprovistos de vegetación y no tienen uso agrícola.

Los cultivos principales de esta zona son: maíz, frijol, trigo, hortalizas de zonas templadas, café, durazno, pera, manzana y aguacate.

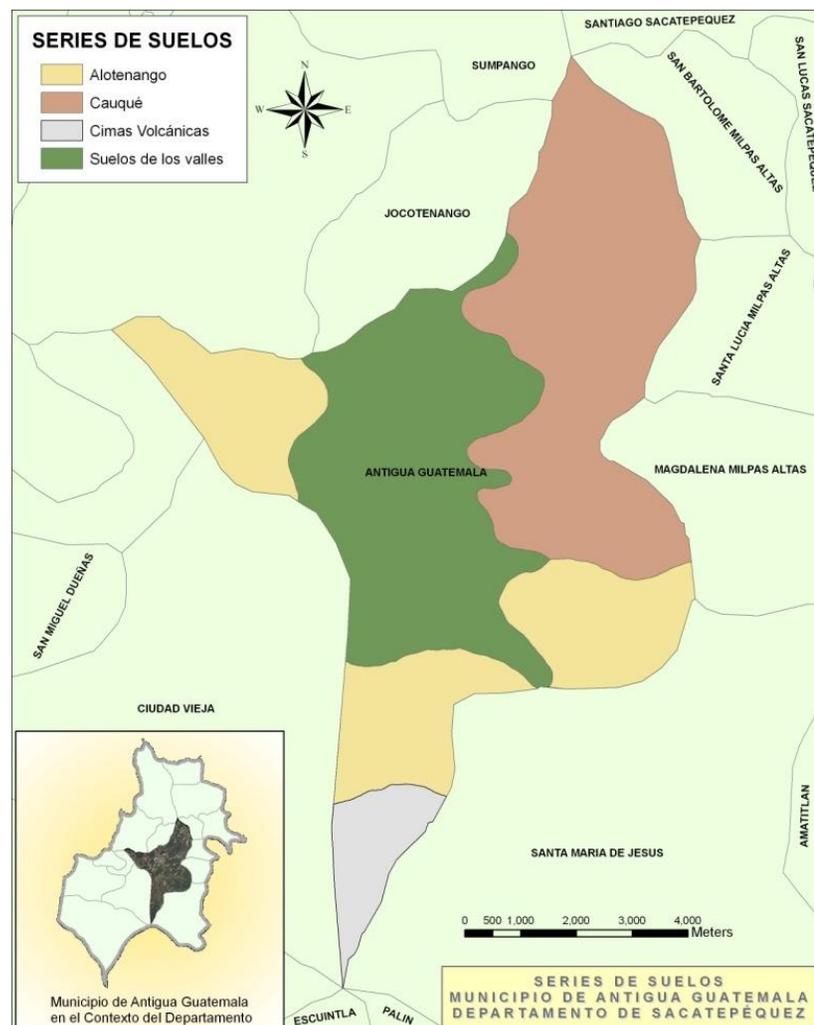


Figura 13. Suelos del municipio de La Antigua Guatemala.

2.5 OBJETIVOS

General

Evaluar la temperatura y su comportamiento en el proceso de compostaje de pulpa de café con cuatro tratamientos de microorganismos de degradación, para la determinación de la madurez del compost.

Específicos

1. Determinar la temperatura máxima alcanzada en el proceso de compostaje para la obtención de un material inocuo.
2. Determinar si el compost obtenido con los microorganismos evaluados llego a la etapa de madurez.
3. Determinar si existe disminución en el tiempo del compostaje al inocular microorganismos degradadores.

2.6 HIPÓTESIS

El producto cuyo nombre comercial es Bacter-Compost realizará el proceso de compostaje a una mayor velocidad reduciendo con esto el tiempo de compostaje en un 80% por unidad de volumen de pulpa, alcanzando la temperatura máxima requerida en la fase termófila del proceso, en Finca Colombia, La Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez.

2.7 METODOLOGIA

2.7.1 Tratamientos

En la presente investigación se evaluó el efecto de cuatro tratamientos con microorganismos de degradación sobre la velocidad de compostaje de la pulpa o cáscara de café y la calidad del compost obtenido. Los tratamientos consistieron en la aplicación de productos iniciadores del proceso de compostaje de materia orgánica. El primero de los tratamientos fue la aplicación de Bacter - Compost, producto que contiene activadores biológicos. El segundo tratamiento consistió en SCD EM que contiene microorganismos beneficiosos naturales. El tercer producto evaluado, Agri-Gro que contiene microorganismos de degradación, y por último el cuarto tratamiento consistió en la aplicación de Alga - Enzims, producto a base de extractos de algas marinas.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos utilizados en las pruebas.

No. Tratamiento	Descripción
1.	Bacter – Compost
2.	SCD EM
3.	Agri-Gro
4.	Alga Enzim
Test.	Testigo Absoluto, sin aplicación de producto

La preparación de las mezclas a aplicar consistió en:

Cuadro 3. Preparación de las mezclas para el montaje de la prueba.

No.	Tratamiento	Preparación
1.	Bacter-Compost	La mezcla consistió en 5cc de producto comercial en 1000cc de agua agregándole 1 onza de azúcar
2.	SCD EM	La mezcla consistió en 5cc de producto comercial en 1000cc de agua agregándole 1 onza de azúcar
3.	Agri-Gro	La mezcla consistió en 5cc de producto comercial en 1000cc de agua agregándole 1 onza de azúcar
4.	Alga-Enzims	La mezcla consistió en 5cc de producto comercial en 1000cc de agua.
5.	Testigo Absoluto	1000cc de agua sin ningún producto

Los tratamientos fueron aplicados de la siguiente manera:

Cuadro 4. Aplicación de los tratamientos al momento del montaje de la prueba.

No.	Tratamiento	Aplicación
1.	Bacter - Compost	Al momento del montaje de la investigación se hizo una aplicación de 1000cc de mezcla distribuyendo dicho volumen en capas al ir colocando la pulpa en la unidad experimental.
2.	SCD EM	Al momento del montaje de la investigación se hizo una aplicación de 1000cc de mezcla distribuyendo dicho volumen en capas al ir colocando la pulpa en la unidad experimental.
3.	Agri-gro	Al momento del montaje de la investigación se hizo una aplicación de 1000cc de mezcla distribuyendo dicho volumen en capas al ir colocando la pulpa en la unidad experimental.

4.	Alga Enzims	Al momento del montaje de la investigación se hizo una aplicación de 1000cc de mezcla distribuyendo dicho volumen en capas al ir colocando la pulpa en la unidad experimental.
5.	Test	Al momento del montaje de la investigación se hizo una aplicación de 1000cc de agua sin producto en capas al ir colocando la pulpa en la unidad experimental. Esto se hizo con un atomizador manual nuevo para evitar contaminaciones.

2.7.2 *Características del material experimental*

En la presente investigación se propuso bajar el tiempo de compostaje de la pulpa de café. Para dicha disminución de tiempo se evaluaron cuatro productos que contienen microorganismos iniciadores del proceso de descomposición los cuales se describen a continuación:

- A. **Bacter - Compost:** Es una combinación concentrada y balanceada de bacterias aeróbicas y anaeróbicas y/o facultativas, no patógenas generadoras de enzimas hidrolíticas. La formulación del producto consiste en células micro-encapsuladas de microorganismos no patógenos y enzimas inmovilizadas suspendidas en un biopolímero 100% natural, no tóxico y certificado como orgánico.
- B. **SCD EM:** Cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros, que al entrar en contacto con la materia orgánica agregan diferentes sustancias tales como vitaminas, ácidos orgánicos, y antioxidantes que aceleran el proceso de descomposición y previenen el deterioro o la corrosión por oxidación, creando un ambiente benéfico para los seres vivos. Contiene 3 géneros principalmente, levaduras, bacterias ácido lácticas y bacterias fototróficas.

- C. **Agri-gro:** La formulación de este producto consiste en la mezcla de extractos de plantas, poblaciones de bacterias y de hongos naturales. Es una mezcla 100% natural que no contiene microorganismos patógenos.
- D. **Alga-Enzims:** Es un producto a base de macro algas marinas y un complejo de microorganismos que en forma natural viven asociados con las algas, especialmente las algas cianófitas y microorganismos halófilos.

2.7.3 Unidad experimental

Se establecieron diez unidades experimentales (cuatro tratamientos y un testigo con dos repeticiones). La unidad experimental está constituida por un volumen de cinco quintales de pulpa de café acopiados en capas.

2.7.4 Descripción de las variables

2.7.4.A Variables cuantitativas continuas

Temperatura: Las mediciones se efectuaron por medio de un termómetro de mercurio. Dicha acción se llevó a cabo introduciendo el termómetro en la parte central de cada una de las unidades experimentales, ya que, en dicha parte se tendrá la temperatura más elevada del sistema. Estas mediciones se realizaron a las catorce horas de cada día.

Con los resultados obtenidos se procedió a realizar una gráfica del comportamiento de la temperatura en el tiempo para cada uno de los tratamientos y el testigo.

2.7.4.B Variables discretas

- A. **Velocidad de compostaje:** esta variable hace referencia al tiempo que transcurrió desde la colocación de la pulpa junto con el tratamiento hasta la neutralización del pH y por consiguiente la obtención del compost. En otras palabras, esta variable es el tiempo de compostaje o descomposición de la pulpa de café.
- B. **Calidad del compost:** una vez obtenido el compost, se realizó un análisis químico en el laboratorio Salvador Castillo de la Universidad de San Carlos de todos y cada uno de los materiales obtenidos con los cuatro tratamientos y el testigo. Entre los factores que se analizarán están, P, K, Ca, Mg, pH y NT.

2.7.4.C Toma de datos

Se tomaron datos de la temperatura interna de la abonera cada día en el horario de las catorce horas, para evaluar el comportamiento de la misma en relación al grado de compostaje de la pulpa de café.

Al finalizar el proceso de compostaje se tomaron muestras representativas de cada tratamiento, analizándolos en el laboratorio de Suelo-Planta-Agua "Salvador Castillo Orellana" de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.7.4.D Manejo de la investigación

El insumo para cada unidad experimental consistió en cinco quintales de pulpa de café con una relación carbono / nitrógeno de 18:1

El manejo del experimento se llevó a cabo por parte de Finca Colombia y fue el mismo para cada una de las repeticiones de cada tratamiento y el testigo.

2.7.4.E Preparación de las estructuras

Se realizó la limpieza de la estructura para compostaje de la finca que consiste en una excavación de cinco metros de ancho, siete metros de largo, por un metro de profundidad.



Figura 14. Instalación de muestras para evaluación de compostaje Finca Colombia.

2.7.4.F Montaje de la investigación

En el momento del montaje de la investigación se aplicó la pulpa dentro de la estructura correspondiente y se hicieron las aplicaciones antes mencionadas (Cuadro 4).

2.7.4.G Análisis de la información

Se elaboraron gráficas con los resultados obtenidos de las mediciones realizadas durante el tiempo del experimento. Éstas se trazaron y se compararon con gráficas de la bibliografía para ver el comportamiento de la temperatura en relación a la velocidad del compostaje.

2.8 RESULTADOS Y DISCUSION

2.8.1 Temperaturas registradas en el tiempo

Se registró la temperatura de cada tratamiento todos los días, exceptuando domingos, durante los cuarenta y ocho días que duró el experimento. Dicha temperatura se tomó en el horario de las catorce horas (Cuadro 17).

Cuadro 5. Temperaturas registradas durante el desarrollo del estudio.

Día	Test. 1 °C	Test. 2 °C	T1 R1 °C	T1 R2 °C	T2 R1 °C	T2 R2 °C	T3 R1 °C	T3 R2 °C	T4 R1 °C	T4 R2 °C
1	31	30	29	29	31	30	29	29	30	30
2	33	30	38	29	30	31	39	33	41	36
3	32	33	37	30	32	32	33	35	47	38
4	30	31	32	31	33	31	33	33	43	39
5	33	31	31	29	34	30	36	35	39	39
6	29	30	29	30	36	34	37	37	33	38
7										
8	30	33	30	30	35	37	40	40	34	36
9	30	32	29	31	39	40	39	40	40	39
10	31	34	33	34	40	40	40	40	42	42
11	33	32	36	33	41	39	45	45	43	43
12	35	33	36	36	45	42	43	45	41	42
13	38	33	39	36	46	47	47	46	39	42
14										
15	37	35	41	39	49	47	48	48	41	39
16	39	35	39	39	50	46	49	46	42	40
17	38	36	40	39	48	49	50	49	43	41
18	38	35	41	39	50	50	51	50	44	39
19	38	37	40	41	51	50	53	50	42	40
20	39	38	40	43	53	52	55	52	41	41

21										
22	41	39	45	45	52	51	56	53	43	40
23	40	41	44	47	53	52	51	56	42	41
24	40	42	47	48	52	53	50	54	42	40
25	40	41	50	47	53	53	49	55	39	38
26	38	43	53	50	49	52	47	56	42	40
27	39	42	55	52	52	52	48	48	41	39
28										
29	39	43	57	53	51	52	47	50	43	40
30	40	44	56	53	49	51	44	48	42	42
31	41	45	56	54	48	47	39	47	41	41
32	40	46	55	55	40	42	40	46	42	39
33	43	46	54	54	38	40	40	39	43	38
34	44	46	53	56	39	37	38	40	38	41
35										
36	45	46	54	55	38	36	40	40	40	39
37	48	47	50	53	33	37	39	37	41	40
38	50	51	49	54	34	36	36	38	40	42
39	48	51	49	54	31	37	39	41	39	40
40	52	55	43	48	33	32	44	42	40	39
41	51	55	39	41	33	30	46	39	41	40
42										
43	50	55	38	38	32	29	50	43	40	39
44	52	54	39	37	31	29	51	43	42	39
45	50	55	38	36	33	29	52	47	43	40
46	53	55	39	34	32	30	53	49	41	41
47	52	54	38	33	30	30	54	51	42	43
48	53	55	39	32	31	29	53	52	42	43

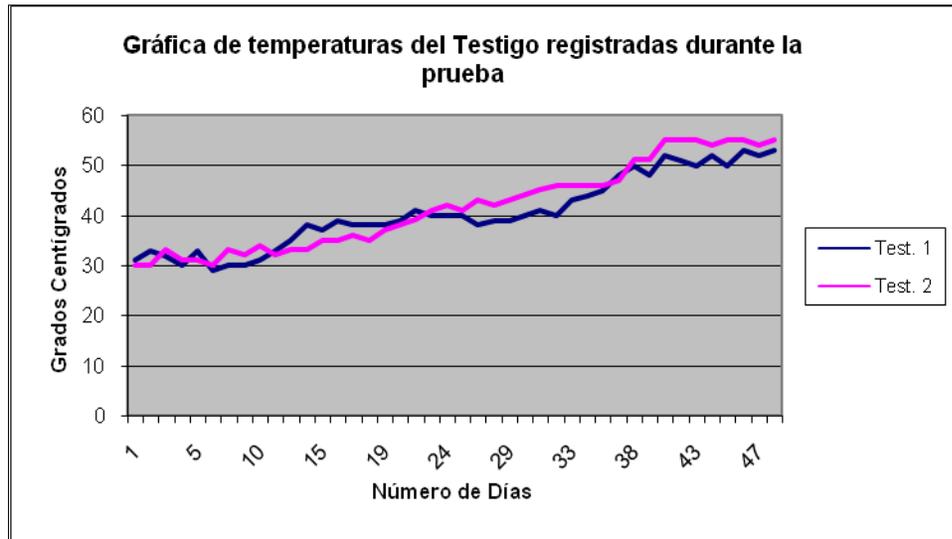


Figura 15. Temperaturas del Testigo absoluto durante el ensayo.

De acuerdo a la gráfica ocho la temperatura más baja se registró en el inicio de la investigación, siendo esta de treinta grados centígrados y la temperatura más alta se registró en el momento de toma de muestras siendo esta de cincuenta y cinco grados centígrados. La tendencia al aumento de la temperatura que se obtuvo desde el inicio de la investigación en el testigo absoluto fue sinónimo del aumento en el tiempo de compostaje sin la inoculación de los microorganismos iniciadores del proceso. El proceso de compostaje no llegó a finalizar la etapa termófila y por esta razón el testigo absoluto no concluyó dicho proceso.

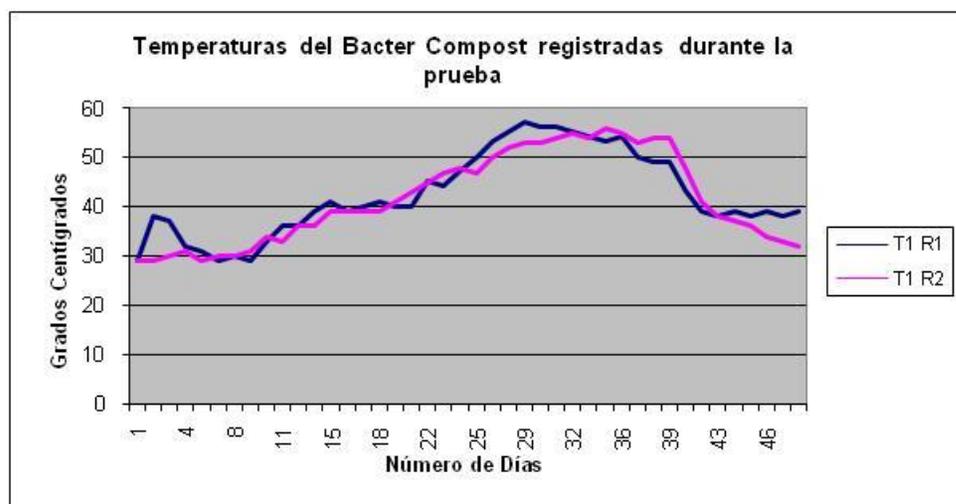


Figura 16. Temperaturas del tratamiento con Bacter-Compost durante el ensayo.

La temperatura más baja se registró al momento del montaje de la investigación siendo esta de veintinueve grados centígrados y la mayor temperatura fue de cincuenta y siete grados centígrados a los veintinueve días de iniciada la investigación. El comportamiento de esta gráfica se asemeja, en buena medida, al descrito por la gráfica teórica del proceso de compostaje. Considerando la similitud entre ambas gráficas se determinó que dicho tratamiento se encuentra en fase de maduración al concluir la investigación.

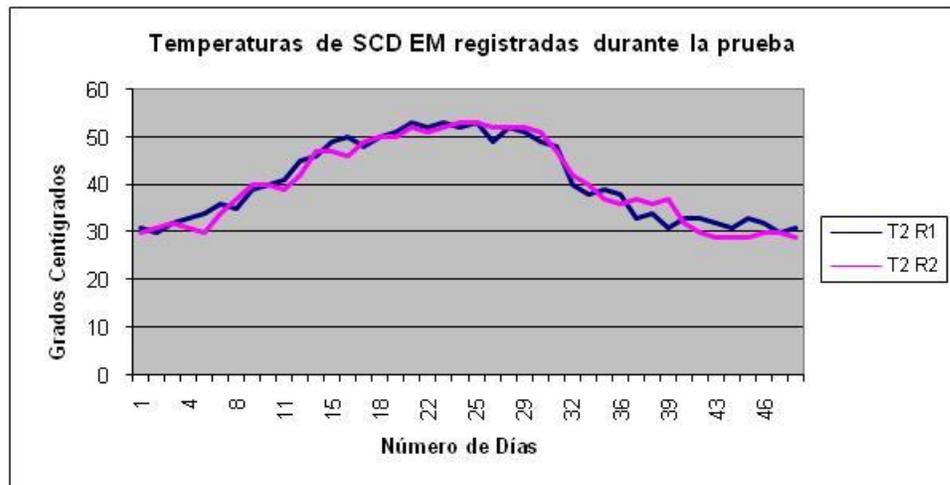


Figura 17. Temperaturas del tratamiento SCD EM durante el ensayo.

En la gráfica diez tenemos el comportamiento de la temperatura del tratamiento con SCD EM, en la cual podemos observar que a los veintitrés días de establecida la investigación alcanza su temperatura más alta, siendo ésta de cincuenta y tres grados centígrados, considerando dicha temperatura relativamente baja para la fase termófila del compostaje, ya que esta temperatura sería insuficiente para la eliminación de patógenos presentes en el material inicial. La temperatura menor se registro al momento de la toma de muestras al concluir la investigación siendo esta de veintinueve grados centígrados. El descenso de temperatura nos demuestra que el tratamiento llegó a su fase de maduración.

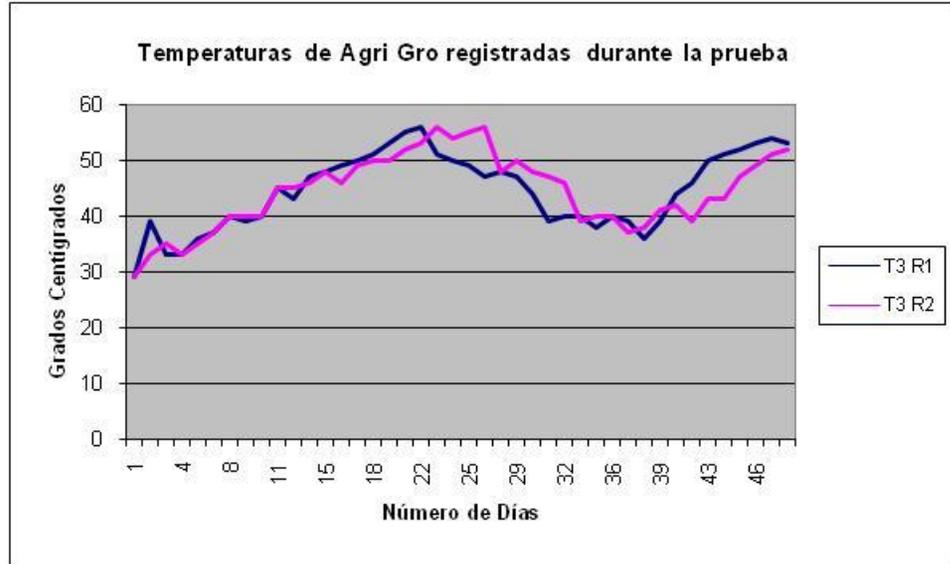


Figura 18. Temperaturas del tratamiento con Agri-Gro durante el ensayo.

En la gráfica once nos muestra una temperatura máxima alcanzada de cincuenta y seis grados centígrados a los veinticinco días de establecida la investigación, luego nos muestra un descenso de temperatura e inmediatamente un aumento. Por el comportamiento de esta gráfica determinamos que el proceso de compostaje no concluyó en el tratamiento con Agri-Gro.

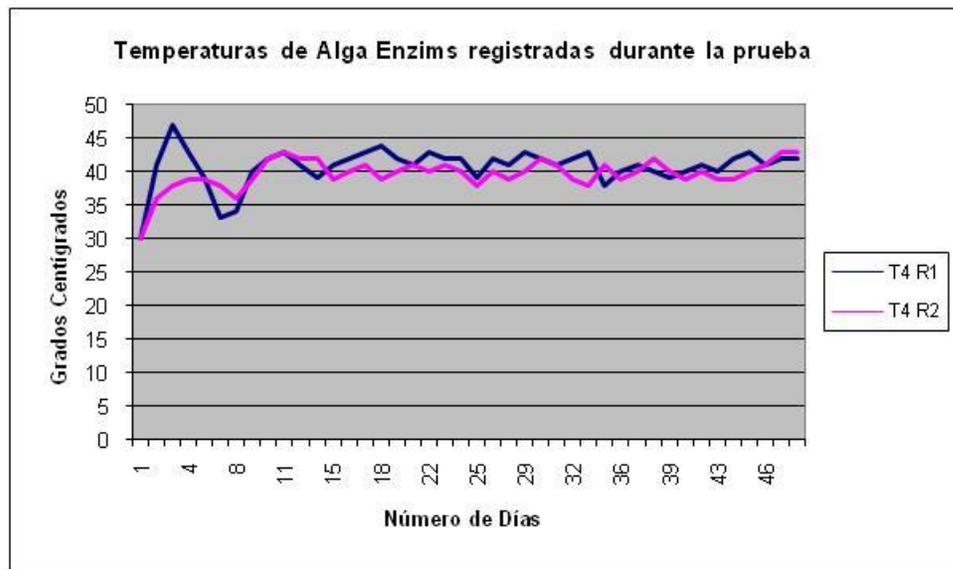


Figura 19. Temperaturas del tratamiento con Alga Enzims durante el ensayo.

En la gráfica doce tenemos la temperatura más alta registrada de cuarenta y siete grados centígrados y luego un comportamiento que tiende levemente al alza en la temperatura. El tratamiento con Alga Enzims no concluyó el proceso de compostaje.

2.8.2 Análisis de laboratorio

Se obtuvieron muestras representativas de ambas repeticiones de cada uno de los tratamientos y el testigo para analizarlas en el laboratorio "Salvador Castillo Orellana" de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniendo así, los porcentajes de los elementos de cada muestra y su pH (Cuadro 5).

Cuadro 6. Resultados del Laboratorio.

IDENTIFICACIÓN	pH	% P	% K	% Ca	% Mg	% NT
Test. R1	7.6	0.16	0.81	1.69	0.38	2.10
Test. R2	7.6	0.17	0.81	1.69	0.40	2.00
T1 R1 (Bacter-Compost)	7.9	0.18	1.13	1.69	0.44	1.69
T1 R2 (Bacter-Compost)	7.6	0.17	1.05	1.70	0.40	1.69
T2 R1 (SCD EM)	8.0	0.13	0.75	1.13	0.27	1.36
T2 R2 (SCD EM)	7.9	0.10	0.70	1.15	0.30	1.40
T3 R1 (Agri-Gro)	7.4	0.12	0.50	1.50	0.31	2.19
T3 R2 (Agri-Gro)	7.6	0.10	0.55	1.56	0.30	2.10
T4 R1 (Alga-Enzims)	8.3	0.13	0.50	1.00	0.20	0.93

T4 R2 (Alga-Enzims)	8.0	0.13	0.49	1.14	0.16	0.97
--------------------------------------	-----	------	------	------	------	------

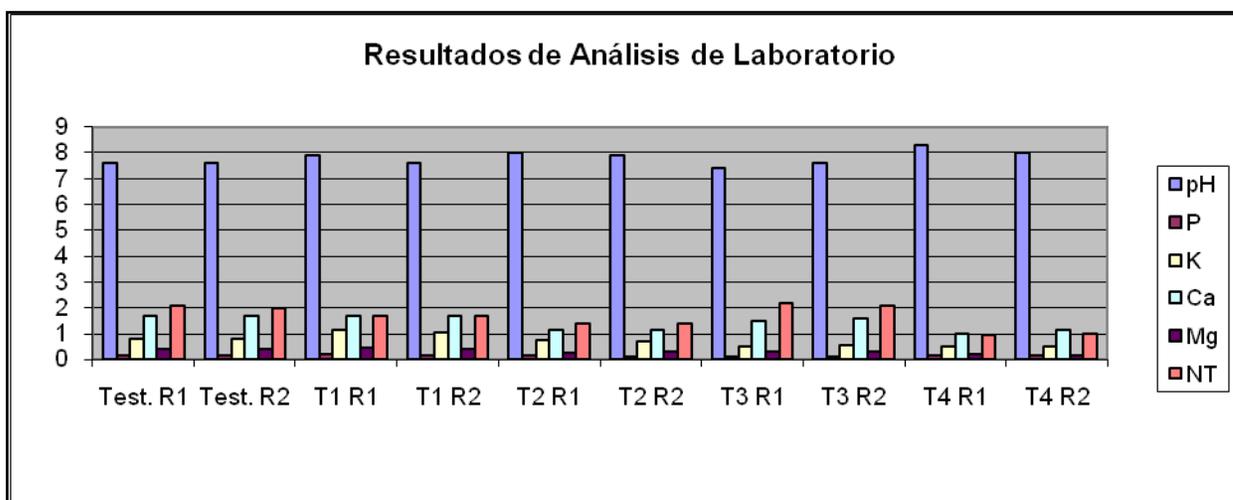


Figura 20. Resultados Análisis Laboratorio.

De acuerdo a la gráfica siete el pH máximo obtenido fue de 8.3 en el tratamiento con Alga Enzims y el mínimo de 7.4 en el tratamiento con Agri-Gro; teniendo como media un valor de 7.8.

En cuanto a los porcentajes de nutrientes contenidos en los tratamientos tenemos la mayor cantidad de Fósforo en el tratamiento con Bacter – Compost y el menor porcentaje con los tratamientos SCD EM y Agri-Gro. Para el nutriente Potasio se obtuvo el mayor porcentaje en el tratamiento con Bacter – Compost y el porcentaje más bajo con el tratamiento de Alga Enzims.

Para el Calcio el mayor porcentaje lo tenemos en el tratamiento con Bacter – Compost y el testigo absoluto, el menor porcentaje lo encontramos en el tratamiento con Alga Enzim.

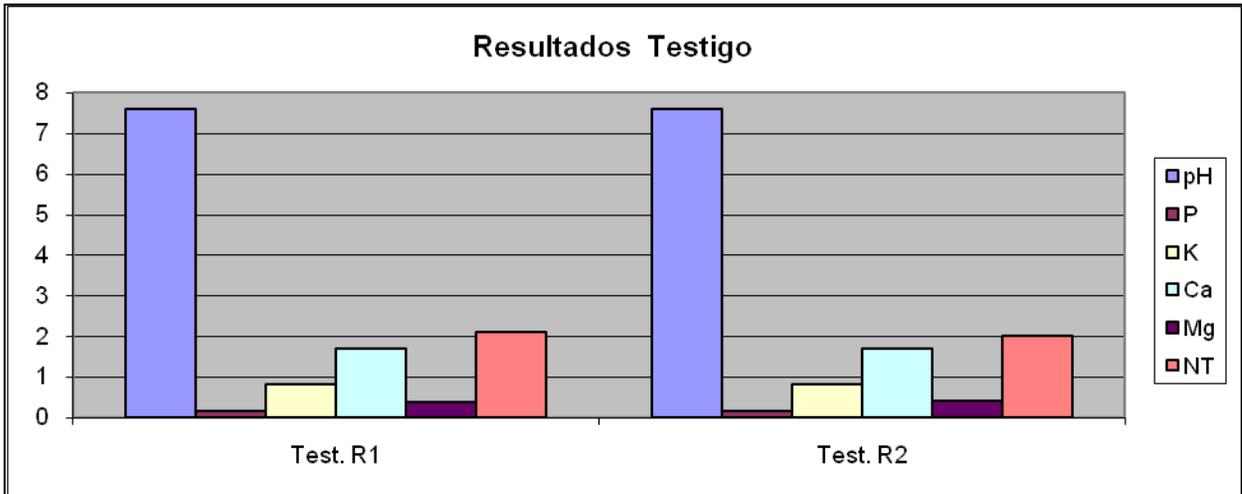


Figura 21. Resultados de las repeticiones del testigo.

En la gráfica dos se presentan los resultados de las dos repeticiones del testigo absoluto. En ella se puede observar que no existen diferencias concluyentes entre ambas repeticiones. Los valores medios registrados para el testigo absoluto fueron, pH 7.6, Fósforo (P) 0.165%, Potasio (K) 0.81%, Calcio (Ca) 1.69%, Magnesio (Mg) 0.39%, y Nitrógeno total (NT) 2.05%.

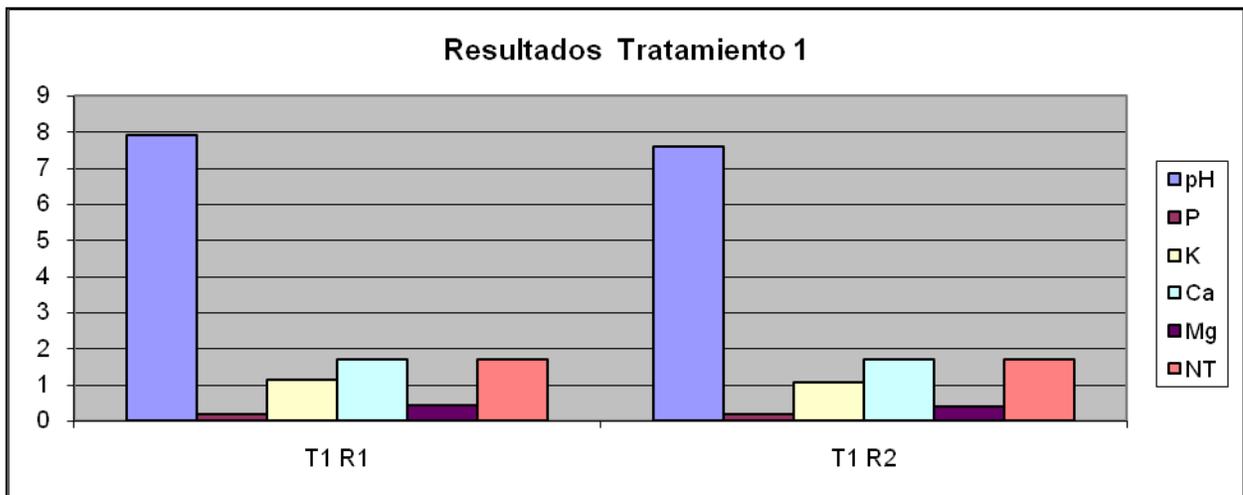


Figura 22. Resultados de las repeticiones del tratamiento con Bacter – Compost.

En la gráfica tres se presentan los resultados de las dos repeticiones del tratamiento con Bacter - Compost. En ella se puede observar que no existen diferencias concluyentes entre ambas repeticiones. Los valores medios registrados para el tratamiento fueron, pH

7.75, Fósforo (P) 0.175%, Potasio (K) 1.09%, Calcio (Ca) 1.695%, Magnesio (Mg) 0.42%, y Nitrógeno total (NT) 1.69%.

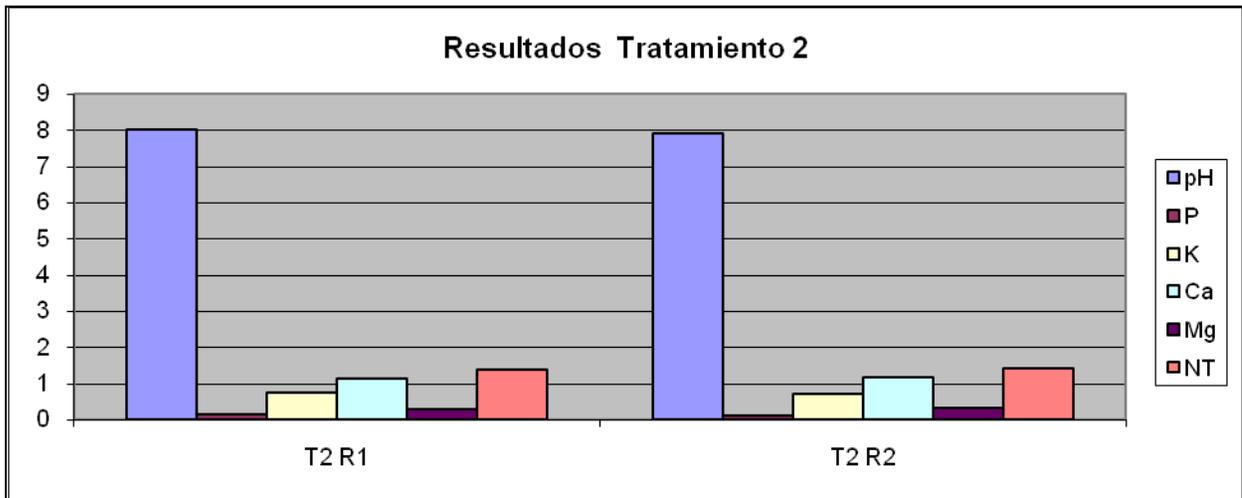


Figura 23. Resultados de las repeticiones del tratamiento con SCD EM.

En la gráfica cuatro se puede observar que no existen diferencias concluyentes entre ambas repeticiones del tratamiento con SCD EM. Los valores medios registrados para el tratamiento fueron, pH 7.95, Fósforo (P) 0.115%, Potasio (K) 0.725%, Calcio (Ca) 1.14%, Magnesio (Mg) 0.285%, y Nitrógeno total (NT) 1.38%.

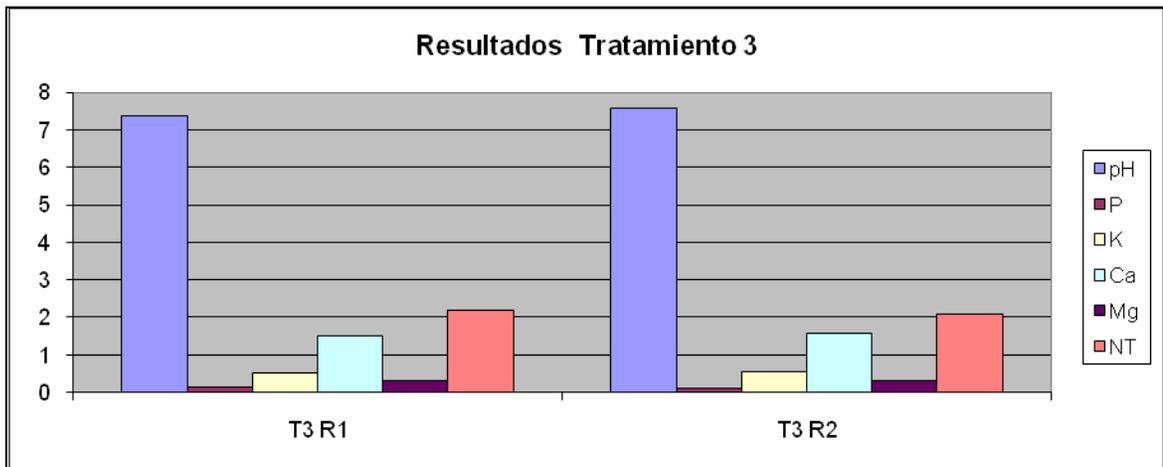


Figura 24. Resultados de las repeticiones del tratamiento con Agri Gro.

En la gráfica cinco se presentan los resultados de las dos repeticiones del tratamiento con Agri Gro. En ella se puede observar que no existen diferencias concluyentes entre ambas

repeticiones. Los valores medios registrados para el tratamiento fueron, pH 7.5, Fósforo (P) 0.11%, Potasio (K) 0.525%, Calcio (Ca) 1.53%, Magnesio (Mg) 0.305%, y Nitrógeno total (NT) 2.145%.

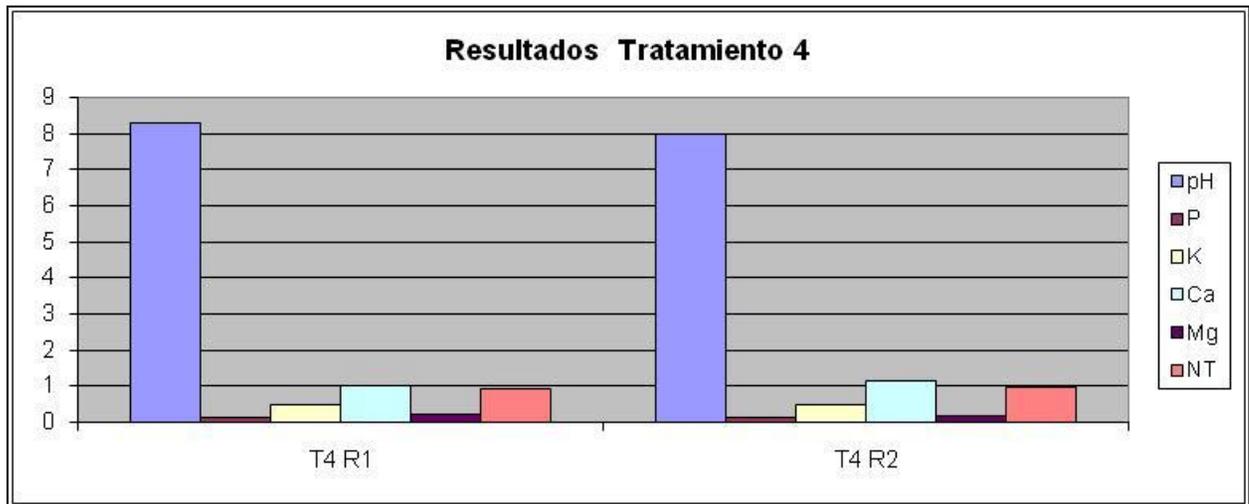


Figura 25. Resultados de las repeticiones del tratamiento con Alga Enzims.

En la gráfica seis se puede observar que no existen diferencias concluyentes entre ambas repeticiones del tratamiento con Alga Enzims. Los valores medios registrados para el tratamiento fueron, pH 8.15, Fósforo (P) 0.13%, Potasio (K) 0.495%, Calcio (Ca) 1.07%, Magnesio (Mg) 0.18%, y Nitrógeno total (NT) 0.95%.

2.9 CONCLUSIONES

1. La aplicación del producto Bacter-Compost desarrolló una temperatura de cincuenta y siete grados centígrados; siendo ésta la más alta y la que determina que el compost es de alto grado de inocuidad.
2. Los productos SCD EM y Bacter-Compost desarrollaron el compost con alto grado de madurez en un tiempo de cuarenta y ocho días.
3. La aplicación de dos de los cuatro productos iniciadores de la descomposición, Bacter – Compost y SCD EM, aceleraron el proceso de compostaje en un 83% en relación al testigo absoluto.
4. El SCD EM alcanzó la menor temperatura al finalizar la investigación; así mismo, desarrolló la temperatura máxima de cincuenta y tres grados centígrados la cual es insuficiente para eliminar patógenos y semillas.
5. El tratamiento con el producto iniciador del proceso de compostaje, Agri-Gro, presentó un pH de 7.5; siendo éste, el más cercano al pH neutral.
6. El producto Bacter-Compost logró el mayor porcentaje de nutrientes (Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio y Nitrógeno total).

2.10 RECOMENDACIONES

1. Para la transformación del material inicial en Finca Colombia, se recomienda el producto Bacter-Compost ya que se considera el mejor tratamiento para la obtención del compost de la pulpa de café, con el más alto grado de inocuidad ya que presenta las máximas temperaturas recomendables para la fase termófila.
2. Se pueden usar los productos SCD EM y Bacter-Compost, ya que ambos aumentaron la velocidad del proceso y disminuyeron en un 83% el tiempo de compostaje pasivo.
3. Evaluar la factibilidad de colocar un mecanismo que asperje algunos de los productos recomendados, de manera automática, a la pulpa de café al momento de salir del beneficio por el tornillo sin fin que la transporta o al estar acopiada esperando ser trasladada al área de compostaje.

2.11 BIBLIOGRAFÍA

6. Álvarez, S. 2002. Descomposición de materia orgánica en lagunas someras del manto eólico litoral de Doñana (en línea). Tesis PhD. Madrid, España, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología. Consultado 20 mayo 2010. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/118.pdf>
7. Álvarez, S; Guerrero, MC. 2000. Enzymatic activities associated with decomposition of particulate organic matter in two shallow ponds. *Soil Biology and Biochemistry* 32(13):1941-1951.
8. Álvarez, S; Rico, E; Guerrero, MC; Montes, C. 2001. Decomposition of *Juncus maritimus* in two shallow lakes of Doñana national park. *International Review of Hydrobiology* 86(4-5):541-554.
9. Azam, F; Cho, BC. 1987. Bacterial utilization of organic matter in the sea. In Fletcher, M; Gray, TRG; Jones, JG eds. *Ecology of microbial communities*. Cambridge, UK, Cambridge University Press. p. 261-281.
10. Brock, TCM. 1984. Aspects of the decomposition of *Nymphoides peltata* (Gmel). *Aquatic Botany* 19:131-156.
11. Castillo Ramos, RM. 2009. Beneficio del café (en línea). Pinar del Río, Cuba, s.e. Consultado 12 set 2009. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos43/pulpa-de-cafe/pulpa-de-cafe2.shtml>.
12. CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central, GT). 2011. Proyecto de inundaciones: mapa preliminar de amenaza de inundación, sub-cuenca río Pensativo (en línea). Guatemala. Consultado 4 mar 2011. Disponible en <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc12272/doc12272-contenido.pdf>
13. Fuentes, PL. 2003. Evaluación de 5 frecuencias de volteo para la producción de compost en la finca Se-Chaj, municipio de Tactic, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 74 p. <http://panacasabanamarguis85.blogspot.com/2006/11/que-es-el-compostaje.html>
http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2604/pdf/noriega_a.pdf
14. Infoagro.com. 2009. El compostaje (en línea). Madrid, España. Consultado 13 set 2009. Disponible en <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
15. Ingeniería Ambiental y Medio Ambiente, ES. 2009. Ecología: sistema trófico (en línea). España. Consultado 22 oct 2009. Disponible en <http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/ecologia.html>

16. Lowell, CR; Konopka, A. 1985. Primary and bacterial production in two dimictic indiana lakes. *Applied and Environmental Microbiology* 49:485-492.
17. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2011. Plan de manejo subcuenca del río Pensativo - alto Guacalate, Guatemala (en línea). Consultado 4 mar 2011. Disponible en http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uee_cuencas/documentos/Guacalate.pdf
18. Mason, CF. 1976. Relative importance of fungi and bacteria in the decomposition of phragmites leaves. *Hydrobiología* 51:65-69.
19. Monroig, MF. 2009. El beneficiado de café convencional y el ecológico (en línea). PR. Consultado 14 set 2009. Disponible en <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id59.htm>
20. Moorhead, DL; Sinsabaugh, RL; Linkins, AE; Reynolds, JF. 1996. Decomposition processes: modeling approaches and applications. *The Science of the Total Environment* 183:137-149.
21. Noriega, A; Silva, R; García, M. 2008. Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal (en línea). *Zootecnia Trop.* 26(4):411-419. Consultado 12 set 2009. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/zootecniatropical/zt2604/pdf/noriaga_a.pdf
22. Proyecto Panaca Sabana, CO. 2009. ¿Qué es el compostaje? (en línea). Consultado 13 set 2009. Disponible en: <http://panacasabanamarquis85.blogspot.com/2006/11/que-es-el-compostaje.html>
23. Sánchez V, J. 2011. Fertilidad de suelos y nutrición mineral de plantas: conceptos básicos (en línea). Perú. Consultado 4 mar 2011. Disponible en <http://www.agronegociosperu.org/downloads/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>
24. Wetzel, RG. 1984. Detrital dissolved and particulate organic carbon functions in aquatic ecosystems. *Bulletin of Marine Science* 35:503-509.
25. Wikipedia.com. 2009a. Café (en línea). España. Consultado 14 set 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Café>
26. _____. 2009b. Compost (en línea). España. Consultado 13 set 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Compost>
27. _____. 2009c. Sacatepéquez (en línea). España. Consultado 15 set 2009. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Sacatepéquez>.

CAPITULO III

SERVICIOS REALIZADOS DURANTE EL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE AGRONOMÍA (EPSA) EN FINCA COLOMBIA

3.1 PRESENTACIÓN

Este informe de servicios se presenta como parte del trabajo de graduación, el cuál fue ejecutado durante el Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El desarrollo del E.P.S se llevó a cabo en las instalaciones de Finca Colombia ubicada en La Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Dicha finca cuenta con una extensión de 15.37 Ha, suelos fértiles de origen volcánicos, topografía plana, manto acuífero superficial, 5,000 pies sobre el nivel del mar y en su gran mayoría cultivada con café (*Coffea arabica*).

En este informe se incluyen cuatro servicios que consistieron en brindar asistencia técnica implementando tecnologías, como lo son, el injerto Reyna, el manejo de Gallina Ciega, la aplicación y dosificación de fungicidas e insecticidas y el cultivo hidropónico.

Cada uno de los servicios fue enfocado en el mejoramiento de las técnicas de prevención y control de plagas y enfermedades; así como también la implementación de técnicas de injerto de las variedades que se han utilizando a través de los años en la Finca Colombia.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El Departamento de Sacatepéquez está situado en la región Central de Guatemala. Limita al Norte, con el departamento de Chimaltenango; al Sur, con el departamento de Escuintla; al Este, con el departamento de Guatemala; y al Oeste, con el departamento de Chimaltenango. La cabecera departamental se encuentra a cincuenta y cuatro kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

El municipio de La Antigua Guatemala se encuentra dentro de la Latitud Norte de 14°34', y una Longitud oeste de 90°44'. La Antigua Guatemala se encuentra a una altura de mil quinientos metros sobre el nivel del mar. La temperatura máxima es de veinticinco y la mínima de trece grados centígrados.

3.2.1 Orografía

El departamento de Sacatepéquez pertenece al Complejo Montañoso del Altiplano Central. Su precipitación pluvial anual acumulada es de 952,50 mm, con un clima templado y semi frío. Aunque su topografía es montañosa y volcánica, existen algunas mesetas muy fértiles.

3.2.2 Zona de vida

El municipio de La Antigua Guatemala pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical bh-MB. En este municipio se encuentra una precipitación pluvial de 1057 mm, la biotemperatura es de 15 - 23 °C, la altura sobre el nivel del mar es de 1500 msnm.

3.2.3 Suelos

Según clasificación de reconocimiento de suelos de Guatemala realizada por Simmons, Tarano y Pinto, el municipio de La Antigua Guatemala, se encuentran dentro de cuatro diferentes series de suelos, Alotenango (Al), Cimas volcánicas (Cv), Cauqué (Cq) y Suelos de los Valles (SV).

3.3 OBJETIVOS

General

Implementación de las propuestas para la solución a problemas encontrados en el manejo de Finca Colombia, Antigua Guatemala, Sacatepéquez.

Específicos

1. Implementar la aplicación de la técnica del injerto “Reyna o soldadito” para la elaboración del almácigo de la finca.
2. Elaborar un plan de acción en base a muestreos para el manejo de la Gallina Ciega (*Phyllophaga spp*) en las plantaciones de la finca.
3. Elaborar el plan de aplicación y dosificación de fungicidas e insecticidas dentro de la finca.
4. Implementar la tecnología de cultivo semihidropónico en el invernadero de la finca.

3.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Injerto Reyna

1. Se seleccionó la variedad Nemaya como porta injerto, por contar con la semilla, y la variedad Caturra amarillo como injerto, por ser la variedad que se está utilizando actualmente en la finca.
2. Se procedió a la siembra de la variedad Nemaya quince días antes de colocar la semilla Caturra en el germinador.
3. A los sesenta días se procedió a realizar el injerto con personas experimentadas en la elaboración de injertos.
 - Extraer la variedad Nemaya (porta injerto) del germinador, realizarle un corte horizontal por debajo del primer par de hojas. Luego se realiza un corte vertical al centro del tallo.
 - Extraer la variedad Caturra (injerto) del geminador, realizarle un corte horizontal al medio de la plántula. Luego se realiza dos cortes verticales a manera de formar un triángulo invertido.
 - Se insertó el injerto (Caturra) en el porta injerto (Nemaya), se aseguró con papel parafilm.
 - Se sembró nuevamente en el germinador y se le aplicó riego tres veces al día durante los quince días que permaneció el injerto en el germinador.
4. Luego se procedió a la siembra del injerto en bolsas de almácigo en donde se le dieron los cuidados de rigor.

3.4.2 Manejo Gallina Ciega

1. Se realizó muestreo de 10 plantas afectadas y se hallaron en promedio cinco Gallinas Ciegas por planta.
2. El método seleccionado para el control de Gallina Ciega fue el método químico. Este método consistió en la aplicación inyectada en cinco puntos (cuatro puntos en zona de goteo y uno en zona central) de 75 cc por punto de inyección (375cc por planta).
3. El producto comercial que se utilizó fue Diazinón en una dosificación de 3.5cc por litro de agua.
4. Como un agregado a esta aplicación se agregó a la mezcla 50cc de enraizador.

3.4.3 Aplicación y Dosificación de fungicidas e insecticidas

1. Se realizó una tabla con los productos utilizados en el almácigo de café, ya que, es el único sitio de la finca en que se utilizan agroquímicos para las plantas de café.

3.4.4 Cultivo Semihidropónico

1. Se realizó una evaluación sobre la problemática que se tenía dentro del invernadero.
2. Se llevó a cabo las mezclas de arena, suelo y materia orgánica con una relación de 75 – 20 – 5 respectivamente
3. Se procedió al llenado de sacos de segunda calidad con una cantidad de cincuenta libras del sustrato antes mencionado.
4. Se regó hasta llegar al punto de saturación del sustrato contenido en los sacos.
5. Posteriormente se sembraron los pilones de Chile Pimiento (*Capsicum annum*) variedad Natalie.

3.5 RESULTADOS

<p>Noviembre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Almácigo: Seguimiento del injerto de Nemaya con la variedad Caturra amarillo. • Plagas: Monitoreo de ataques de Gallina Ciega. • Cosecha: Supervisión del inicio de la cosecha dentro de las plantaciones de la finca. • Beneficiado: Supervisión del proceso de beneficiado. • Almacenamiento: Separación de partidas de café según día de corte, área cosechada y fecha de beneficiado. • Invernadero: Seguimiento de la plantación semi hidropónica de Chile Pimiento.
<p>Diciembre</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cosecha: Supervisión de la cosecha formal dentro de la finca. • Beneficiado: Supervisión del proceso de beneficiado. • Almacenamiento: Separación de partidas de café según día de corte, área cosechada y fecha de corte.

	<ul style="list-style-type: none"> • Invernadero: Seguimiento de la plantación e inicio de cosecha de Pimiento. Establecimiento de la segunda fase de siembra de Pimiento.
Enero	<ul style="list-style-type: none"> • Cosecha: Supervisión de la cosecha formal dentro de la finca. • Beneficiado: Supervisión del proceso de beneficiado. • Almacenamiento: Separación de partidas de café según día de corte, área cosechada y fecha de corte. • Invernadero: Seguimiento de las plantaciones y la cosecha de Pimiento.
Febrero	<ul style="list-style-type: none"> • Cosecha: Supervisión de la cosecha formal dentro de la finca. • Beneficiado: Supervisión del proceso de beneficiado. • Almacenamiento: Separación de partidas de café según día de corte, área cosechada y fecha de corte. • Invernadero: Seguimiento de la

	<p>plantación y la cosecha de Pimiento.</p> <ul style="list-style-type: none">• Investigación: Montaje de la investigación dentro de las instalaciones de la finca.
--	---

3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Al momento del injerto se recomienda el uso de una solución fungicida para evitar el ingreso de hongos, y con esto, disminuir índice de mortalidad por necrosis en la herida.
2. Para el control de Gallina Ciega, se recomienda realizar capturas del adulto para bajar la población y con esto disminuir los costos de aplicación de productos para su control.
3. El cultivo semihidropónico en el invernadero de la finca resultó ser una práctica no rentable por el costo de manejo del mismo, llegando a la conclusión que se deben de realizar prácticas enfocadas a enmendar los problemas del suelo.

3.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AgrícolaElSol.com. s.f. Manejo integrado de plagas (en línea). Guatemala. Consultado 19 ene 2010. Disponible en <http://www.agricolaelsol.com/mip.htm>
2. Bayer CropScience, MX. 2007. Gallina ciega (en línea). México. Consultado 19 ene 2010. Disponible en http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/id/GallinaPests_BCS
3. Cisneros V, FH. 1995a. Control de plagas agrícolas: control cultural (en línea). Lima, Perú, s.e. Consultado 20 ene 2010. Disponible en http://www.avocadosource.com/books/CisnerosFausto1995/CPA_7_PG_89-101.pdf
4. _____. 1995b. Control de plagas agrícolas: control de plagas agrícolas, control físico (en línea). Lima, Perú, s.e. Consultado 20 ene 2010. Disponible en http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_6_PG_84-88.pdf
5. _____. 1995c. Control de plagas agrícolas: control etológico (en línea). Lima, Perú, s.e. Consultado 20 ene 2010. Disponible en http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_10_PG_248-257.pdf
6. _____. 1995d. Control de plagas agrícolas: control legal (en línea). Lima, Perú, s.e. Consultado 20 ene 2010. Disponible en http://www.avocadosource.com/books/cisnerosfausto1995/CPA_12_PG_265-271.pdf
7. JardineríaDigital.com. 2008. Cultivo hidropónico (en línea). Argentina. Consultado 10 abr 2010. Disponible en <http://www.jardineriadigital.com/capacitacion/cultivo-hidroponico.php>
8. Melgar, R. 2007. Manejo de la fertilización en maíz (en línea). Buenos Aires, Argentina. INTA. Consultado 19 ene 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/cereales/maiz06.pdf>
9. FAO, IT. 2010. Injerto en el cultivo de café (en línea). Roma, Italia, FAO, Technologies and Practices for Small Agricultural Producers –TECA-. Consultado 17 ene 2010. Disponible en <http://193.43.36.125/teca/read/3725>
10. Wikipedia.com. 2010. Control biológico (en línea). Consultado 19 ene 2010. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Control_biol%C3%B3gico

