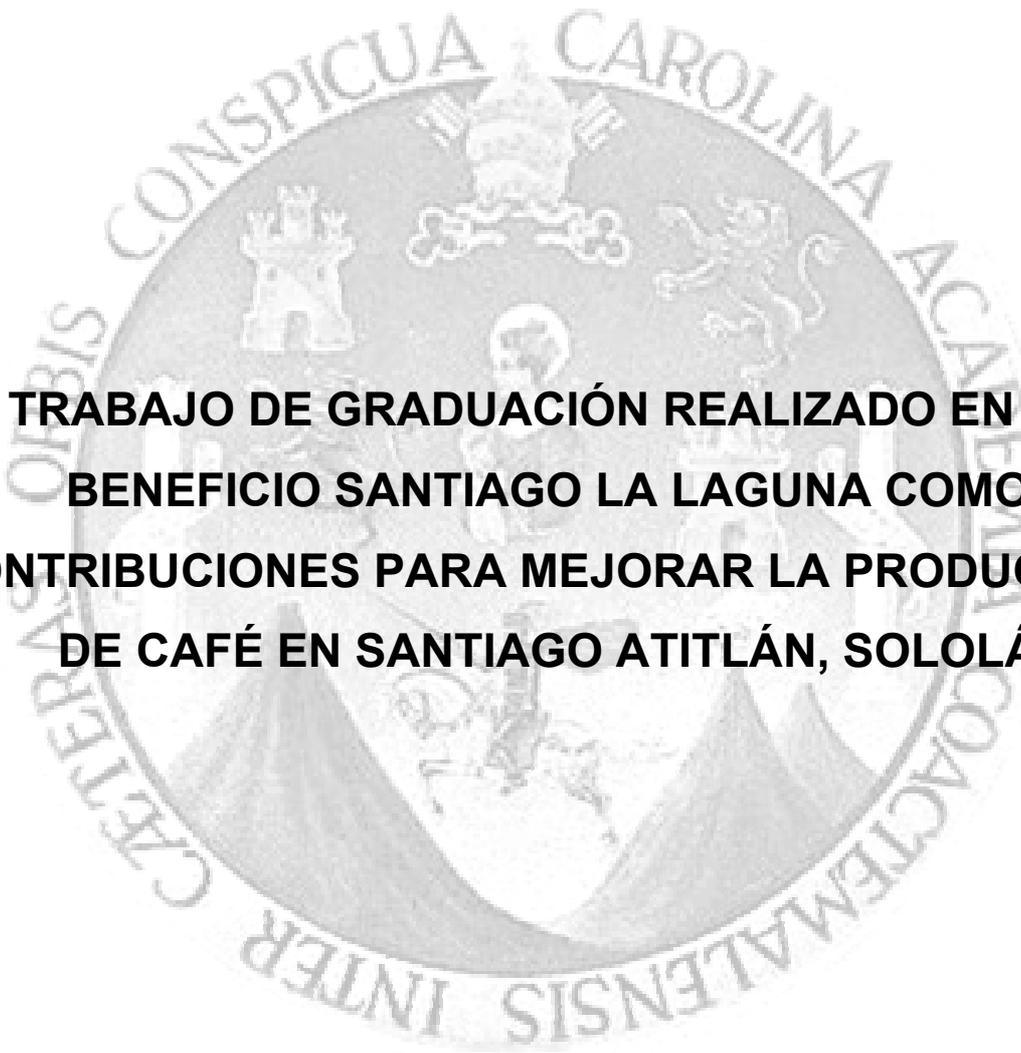


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL
BENEFICIO SANTIAGO LA LAGUNA COMO
CONTRIBUCIONES PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN
DE CAFÉ EN SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ**

JOSÉ ADOLFO RAMÍREZ COCHÉ

GUATEMALA, OCTUBRE 2,006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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



POR
JOSÉ ADOLFO RAMÍREZ COCHÉ
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE 2,006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GALVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Douglas Antonio Castillo Alvarez
VOCAL QUINTO	P. Agr. José Mauricio Franco Rosales
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes

Guatemala, octubre 2,006

Guatemala, octubre 2,006

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

Honorable 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 realizado en Granos del Sur S. A. en el beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

José Adolfo Ramírez Coché

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Padre Todo Poderoso, tu que siempre bendeciste mi camino y mi profesión, guíame Señor.

MIS PADRES

José Ramírez y María Coché, infinitamente agradecido por su incontable entendimiento, consejo y apoyo durante mi carrera.

MIS HERMANOS

Juana Mileybi, Ana Petronila y Germán Esteban, con muchísimo cariño, mil gracias por el apoyo que me brindaron. Dios les bendiga.

MIS ABUELOS

Esteban Coché y Nicolasa Sosof (ambos Q.E.P.D), José Ramírez y Juana Chavajay, con mucho cariño y eternamente gracias por los consejos y apoyo.

MIS TIOS

Ana, Candelaria, Gaspar (Q.E.P.D), Juan, Salvador, José, Antonio, Diego, Francisco y Esteban, con mucho aprecio.

MIS PRIMOS

José Manuel, Juanita, Luis, Diego, Tono, Betty, Carmen, Lola, Ever, Carlos, Juana Maria, Juan Pablo, Estuardo y Marcial, con mucho cariño.

MIS AMIGOS

Esteban, Don Osberto, Fam. Pineda Gomez, Doña Natalia, Don Julio, muchas gracias por el apoyo. Dios les recompense.

MIS COMPAÑEROS

Eliot Pineda, Gerardo Espinoza, José Luis Méndez, Nicté Morales, Jorge Mario, Osman Carrillo, Juan Pablo Noriega, Nelvin, Oscar Ajanel, Walfer Ramos; gracias por el apoyo y por los momentos alegres y difíciles que compartimos durante la carrera. Dios les bendiga.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

GRANOS DEL SUR S. A.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES

Ing. Agr. Adalberto Rodríguez y Dr. Edin Orozco Miranda, por su valiosa asesoría en el E.P.S.A y en la investigación de graduación.

BENEFICIO SANTIAGO LA LAGUNA, GRANOS DEL SUR S.A.

Especialmente al Ing. Juan Francisco Pira Murga, por el apoyo brindado durante el E.P.S.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
CAPÍTULO I. Diagnóstico de la Situación Actual de la Producción de Café (<i>Coffea arabica</i>) de Altura en Santiago Atitlán, Sololá.	
1.1 Presentación	1
1.2 Marco Referencial	1
1.2.1 Ubicación geográfica y condiciones agroecológicas de Santiago Atitlán	1
1.2.1.1 Clima y suelos	1
1.2.1.2 Tierras comunales y municipales	2
1.2.1.3 Población	2
1.2.2 Infraestructura económica, social y productiva	2
1.2.2.1 Educación	3
1.2.2.2 Salud	3
1.2.2.3 Vivienda	3
1.2.2.4 Turismo	3
1.2.2.5 Producción agrícola	3
1.2.2.6 Producción pecuaria	4
1.2.2.7 Producción artesanal	4
1.2.3 Aspectos generales del lugar (beneficio Santiago La Laguna)	4
1.2.3.1 Infraestructura del beneficio	5
1.3 Objetivos	5
1.4 Metodología	5
1.4.1 Proceso productivo	5
1.4.2 Comercialización	6
1.5 Resultados	6
1.5.1 Proceso de producción	6
1.5.2 Situación actual del cultivo de café en Santiago Atitlán	7
1.5.3 Proceso de comercialización	7
1.5.3.1 Época de cosecha	7
1.5.3.2 Corte	8
1.5.3.3 Venta de café maduro	8
1.5.3.4 Proceso de beneficiado	8
1.5.3.5 Recepción del producto (café maduro)	8
1.5.3.6 Despulpado	8
1.5.3.7 Fermentación	9
1.5.3.8 Lavado	9
1.5.3.9 Secado del grano	9
1.5.3.10 Almacenamiento	9
1.5.4 Manejo Ambiental	10
1.5.4.1 Pulpa de Café	10
1.5.4.2 Aguas Mieles	10
1.6 Conclusiones y Recomendaciones	10
1.7 Bibliografía	11
CAPÍTULO II. Determinación de Hongos Asociados al Grano de Café (<i>Coffea arabica</i>) para Exportación Provenientes del Beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá, 2004	12
2.1 Presentación	13
2.2 Marco Teórico	13
2.2.1 Fruto de café	13

2.2.2	Contaminación del grano	13
2.2.3	Micotoxinas	14
2.2.4	Aflatoxinas	14
2.2.5	Ocratoxina A	15
2.2.6	Origen de la ocratoxina en el café	15
2.2.7	Presencia de hongos en café; relación con ocratoxinas y aflatoxinas	15
2.2.8	Distribución de ocratoxina A y presencia de hongos ocratoxinogénicos potencialmente importantes en granos de café procesado.	16
2.2.9	Calidad sanitaria (inocuidad) y reglamentaciones	17
2.2.10	Etapas de riesgo y recomendaciones para prevenir la ocratoxina A	17
2.2.10.1	Campo y beneficiado	17
2.2.10.2	Almacenamiento	18
2.2.11	Características morfológicas del género <i>Aspergillus</i>	18
2.2.11.1	Colonia de <i>Aspergillus</i>	18
2.2.11.2	Grupo de <i>Aspergillus ochraceus</i>	18
2.2.11.3	Grupo de <i>Aspergillus niger</i>	19
2.2.12	Clasificación taxonómica de <i>Penicillium</i>	19
2.2.12.1	Características macroscópicas	19
2.2.12.2	Características microscópicas	19
2.3	Objetivos	20
2.4	Metodología	20
2.4.1	Origen de muestras de grano de café	20
2.4.2	Beneficiado húmedo	20
2.4.3	Condiciones de secado	20
2.4.4	Almacenamiento	21
2.4.5	Toma de muestras	21
2.4.6	Aislamiento de hongos	21
2.4.7	Lectura de incidencia	21
2.4.8	Determinación de los hongos	21
2.5	Resultados y Discusión	22
2.5.1	Hongos determinados y asociados a granos de café	22
2.5.1.1	Phylum: Ascomycota	22
2.5.1.2	Phylum Zygomycota	22
2.5.1.3	Hongos Anamórficos	23
2.5.1.4	Hongos micotóxicos	28
2.5.2	Incidencia de hongos en granos de café	31
2.5.3	Consideraciones sobre la incidencia de hongos en lotes de café	33
2.5.4	Incidencia en relación a beneficiado y almacenamiento	34
2.5.5	Hongos potencialmente considerados toxigénicos	35
2.6	Conclusiones y Recomendaciones	36
2.7	Bibliografía	37
CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS		40
3.1	Presentación	41
3.2	Visión del cultivo (sistema convencional, natural y orgánico)	41
3.2.1	Objetivo	41
3.2.2	Metodología	41
3.2.3	Resultados	42
3.2.4	Evaluación	42
3.3	Semilla, Semilleros e Injertación	42
3.3.1	Objetivos	42

3.3.2	Metodología	42
3.3.3	Resultados	43
3.3.4	Evaluación	43
3.4	Manejo de Sombra, Tejido Productivo y Repoblación de Cafetales	43
3.4.1	Objetivos	43
3.4.2	Metodología	44
3.4.3	Resultados	44
3.4.4	Evaluación	45
3.5	Conservación de Suelo	45
3.5.1	Objetivo	45
3.5.2	Metodología	45
3.5.3	Resultados	46
3.5.4	Evaluación	46
3.6	Broca del café (<i>Hypothenemus hampei</i>), manejo de enfermedades	46
3.6.1	Objetivos	46
3.6.2	Metodología	47
3.6.3	Resultados	47
3.6.4	Evaluación	48
3.7	Nutrición Vegetal y la elaboración de abono orgánico	48
3.7.1	Objetivos	48
3.7.2	Metodología	49
3.7.3	Resultados	49
3.7.4	Evaluación	50
3.8	Tratamiento de aguas mieles	50
3.8.1	Objetivo	50
3.8.2	Metodología	50
3.8.3	Resultados N	51
3.8.4	Evaluación	51
	Anexos	52

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 1: A-H, <i>Chaetomium</i> spp. A, colonia del hongo emergiendo de granos de café pergamino en medio PDA; B, vista dorsal de la caja petri; C, peritecios observados en estereoscopio 4X; D-E, ascomata 10X, 40X, respectivamente; F, flecha indica formato de ascosporas 40X; G, liberación de ascosporas 100X; H, flecha señala pelos ornamentados del peritecio 100X.	23
Figura 2: A-B, <i>Rhizopus</i> spp. A, micelio desarrollado encima de granos de café pergamino en medio PDA; B, flecha 1 indica esporangios y flecha 2 esporangióforo originado de estolones 10X.	24

- Figura 3: A-D, *Curvularia*. A, vista dorsal de la caja petri; B, a flecha muestra el conidióforo, 100X; C, conidios solitarios septados; 100X; D, conidios acropleurogenos, 40X. 24
- Figura 4: A-C, *Epicoccum* spp. A, Colonia del hongo en grano de café en medio PDA; B, vista dorsal de la de la caja petri; C, la flecha 1 señala el conidióforo, la flecha 2 la célula conidiogénica y la 3 el conidio globoso, 40X. 25
- Figura 5: A-D, *Pestalotiopsis* spp. A, vista dorsal de la caja petri; B, acérvulo, 1.5X; C-D, conidios solitarios con 4 euseptos y apéndices, 40X, 100X, respectivamente. 25
- Figura 6: A-D, *Sphaerosporium* spp. A, vista dorsal de la caja petri; B, cadenas apicales de conidios, 45X. C, esporoquio amarillento del hongo, 45X; D, flechas muestran células conidiogénicas. 26
- Figura 7: A-D, *Nigrospora* spp. A, micelio del hongo surgiendo en granos de café. B, vista dorsal; C, conjunto de conidios solitarios, 20X; D, célula conidiogénica monoblástica, 40X. 27
- Figura 8: A-C, *Verticillium* spp. A, centro de origen de la colonia del hongo en granos de café; B, Vista dorsal de la colonia; C, la flecha muestra la célula conidiogénica, 40X. 27
- Figura 9: A-D, *Aspergillus carbonarius*. A, vista frontal de la colonia; B, vista dorsal de la caja petri. C, cabezas conidiales observadas en estereoscopio, 3X; D, flecha 1 muestra la vesícula y 2 muestra el conidióforo, 20X. 28
- Figura 10: A-D, *Aspergillus niger*; A, colonia del hongo; C, vista dorsal; D, la flecha señala el esterigmata del hongo 100X; E, flecha 1 indica la vesícula y la 2 el conidióforo 10X. 29
- Figura 11: A-F, *Aspergillus ochraceus*; A, vista frontal de la colonia con anillos concéntricos; B, vista dorsal; C, formación de esclerocios, 4X; D, cabezas conidiales de 2 columnas, 4.5X; E, flecha 1 indica conidióforo y 2 la vesícula, 20X; F, flecha indica el esterigmata primario y secundario, 100X. 30
- Figura 12: A-C, *Penicillium* spp.; A, colonia del hongo en grano de café; B, color y forma de colonias. C, conidios y conidióforo: flecha 1 indica el conidióforo, flecha 2 métulas, flecha 3 fiálides y 4 señala cadenas de conidios, 45X. 31

ÍNDICE DE CUADROS

	CONTENIDO	Pág.
Cuadro 1:	Días de almacenamiento de café pergamino en bodega del Beneficio Santiago La Laguna.	52
Cuadro 2:	Porcentaje de incidencia de hongos asociados a granos de café pergamino y oro en 20 diferentes lotes provenientes del Beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá.	52
Cuadro 3:	Rendimiento y tratamiento de café pergamino en proceso húmedo y secado de lotes de café pergamino en el beneficio Santiago La Laguna.	54
Cuadro 4:	Tipos de sistema de producción de café realizada en S. Atitlán, Sololá, 2004.	54
Cuadro 5:	Resultado de podas realizadas en café en la región de Santiago Atitlán.	55
Cuadro 6:	Resultado de sistemas de podas en café en Santiago Atitlán, Sololá, 2004.	55
Cuadro 7:	Resultado de manejo de sombras en café en Santiago Atitlán, Sololá, 2004.	56
Cuadro 8:	Resultado de control de la broca del café en Santiago Atitlán, Sololá, 2004.	56

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Granos del Sur S. A., Beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá

RESUMEN GENERAL

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPSA), se compone de tres fases. La fase inicial consistió en realizar un diagnóstico de la situación actual de la producción de café (*Coffea arabica*) de altura en Santiago Atitlán, Sololá. En el que se realizaron visitas en cafetales en diferentes áreas de la región, donde se detectaron los problemas de producciones bajas por unidad de área. Estos problemas fueron analizados por la observación e información histórica de cada plantación de café, información proporcionada por el caficultor. Así mismo, se analizaron estos problemas conjuntamente con el administrador del beneficio Santiago La Laguna, donde se procesa la producción anual. El análisis de cada plantación comprende las características generales del cafetal, disponibilidad de inversión y las condiciones ambientales del lugar; fueron herramientas fundamentales que ayudaron a elaborar un plan de servicios a ejecutar. La segunda fase consistió en la investigación titulada “Determinación de hongos asociados a granos de café (*Coffea arabica*) para exportación provenientes del beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá”. La importancia de esta investigación fue la determinación y cuantificación de hongos asociados a granos de café. Los granos de café fueron obtenidos de la cosecha 2003-2004 de diferentes lotes. En el laboratorio se utilizaron 200 granos de café pergamino y 200 en oro por lote. El aislamiento de hongos se realizó en medio de cultivo PDA (papa, dextrosa, agar), utilizando dos tratamientos: sin y con desinfección de hipoclorito de sodio al 1%. Para determinar hongos se utilizaron claves específicas y la cuantificación se realizó después del periodo de incubación en la totalidad de los granos, expresados en %. Se concluyó que los géneros *Chaetomiun*, *Rhizopus*, *Epicoccum*, *Pestalotiopsis*, *Sphaerosporium*, *Monilia*, *Curvularia*, *Verticillium*, *Nigrospora*, *Penicillium* y *Aspergillus* son hongos asociados a granos de café. Siendo *Aspergillus ochraceus* un hongo con potencial micotoxigénico. La última parte consistió en la ejecución de los servicios que consistieron en lo siguiente: a partir de la **visión del cultivo**, los caficultores trabajan en sistemas de producción natural y convencional es urgente orientarlos en convertir éstas en sistema orgánico, que resultó beneficiosa por las ventajas y fácil manejo. Participaron 12 caficultores y manejo de 6.15 ha por este sistema. De la situación de **semilla, semilleros e injertación**, se inició con el establecimiento de nuevas plantaciones, que se principió con la selección de semillas, hechura de semilleros considerando factores necesarios y utilizar materiales injertados para suelos con problemas de nemátodos. Los

caficultores seleccionaron semillas de café de var. Bourbon y Caturra. También realizaron un semillero para 2000 semillas y para control de nematodos, el injerto Reyna. En el **manejo de la sombra, tejidos reproductivos y restablecimientos**, los caficultores realizan mal manejo de sombra, tejidos reproductivos y restablecimiento de cafetales que resulta baja producción y rentabilidad. Las únicas actividades que realizan es cosechar y limpiar. Se realizaron manejo de sombra y tejidos reproductivos en 14.9 ha, y de reestablecimiento en 0.7 ha. En el **control de la broca del café y de enfermedades**, los métodos de control utilizados en la broca del café fueron repena, pepena y trampas etológicas, que redujeron el nivel de daño en café pergamino aproximadamente 10%, según control de calidad. Las enfermedades están relacionadas con factores ambientales y nutricionales, algunos fitopatógenos se desarrollan en ambiente húmedo y poco ventilado; y otros en lugares de poca sombra y suelos infértiles. Los caficultores realizaron manejo de sombra, de tejidos y ejecutaron plan de fertilización según muestreo de suelo. Respecto a la **conservación de suelos**, el suelo se puede destruir por fenómenos naturales. Los cafetales de la región son afectados por la erosión natural y humana. La conciencia de los caficultores en la conservación de suelos ha crecido por medio de capacitación teórica y práctica. Referente a la **nutrición vegetal y elaboración de abono orgánico**, la planta para mayor producción necesita 16 elementos nutricionales para cumplir la actividad fisiológica y completar su ciclo de vida. Con capacitaciones y asistencias técnicas, los caficultores entendieron la importancia del muestreo de suelo, fertilización y abonado en diferentes etapas del desarrollo del café. Por el alto costo de fertilizantes, los caficultores buscan otras alternativas para la nutrición. Se aprovechó la pulpa de café, en abono orgánico. Finalmente en el **tratamiento de agua miel**, para eliminar el mucílago, el café pasa por el proceso de lavado, utilizando desmucilagadoras y agua, luego de la fermentación. Los residuos de mucílago obtenidos fueron tratados con microorganismos efectivos en periodo de 5 meses. Al concluir el proceso, los caficultores utilizaron para fertilización foliar y de suelo.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ (*Coffea arabica*) DE ALTURA EN SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ.

1.1 PRESENTACIÓN

Dentro de las diferentes actividades que se realizan en el Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (EPSA), de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se hizo un diagnóstico de la empresa donde se realizó la práctica. Este consistió en la observación y la recopilación de datos, para luego de analizados, encontrar los problemas presentes, y que por sus detalles especiales, fue posible ejecutar servicios en la duración del EPS, de acuerdo a la urgencia e importancia que estos presentaron.

El beneficio Santiago La Laguna”, de Granos del Sur S. A., es una empresa privada lucrativa que se dedica a la compra de café maduro en el municipio de Santiago Atitlán y lo procesa (beneficiado húmedo) hasta llegar a la presentación de café pergamino; Se encontraron algunas limitaciones en el campo que se reflejan en la calidad del café y se constituyen en problemas. Las limitaciones encontradas fueron analizadas conjuntamente con el administrador del beneficio, y generaron un plan de servicios que incluyó sistemas de producción; selección de semillas, hechura de semilleros e injerto Reyna; manejo de sombra, tejidos reproductivos y restablecimientos; control de la broca del café y de enfermedades; conservación de suelos; nutrición vegetal; elaboración de abono orgánico y tratamiento de agua miel. Así mismo, fué fuente de información para la ejecución de la investigación sobre los hongos asociados a granos de café pergamino en etapa de almacenamiento.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica y condiciones agroecológicas de Santiago Atitlán

Santiago Atitlán se encuentra en el departamento de Sololá que pertenece a la Región IV, Sur-Occidente. Posee extensión territorial de 36 km², con altitud de 1592 msnm, latitud norte de 14°38'15" y longitud oeste de 91°13'48". Colinda con el lago de Atitlán al norte, con San Lucas Tolimán al este, con Santa Bárbara (Suchitepéquez) al sur y con San Pedro La Laguna (Sololá) y Chicacao (Suchitepéquez) al oeste.

1.2.1.1 Clima y suelos

El territorio de este municipio se encuentra en las tierras altas de la cadena volcánica que son predominio de montañas, colinas y conos. Las unidades bioclimáticas y los suelos

poseen diversas características: a) Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (BMHSC): Altitud de 80 a 1600 msnm, precipitación pluvial anual de 2000 a 4000 mm anual, temperatura media anual en parte baja 24 a 30°C y parte alta 18 a 24°C. El suelo se divide entre subtropicales y profundos, textura mediana, moderadamente bien drenados. Predomina 60% el rango de pendientes del 12% al 32%. El potencial es para cultivos permanentes (café, hule y cardamomo) y bosques latifoliados (maderas finas: cedro, palo blanco y matiliguete), y b) Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (BHMBBS): Altitud de 1500 a 2400 msnm, precipitación pluvial anual de 1000 a 2000 mm anual, temperatura media anual de 18 a 24°C. Suelos profundos a moderadamente profundos, subsuelo rocoso, textura liviana a mediana, moderada a imperfectamente bien drenados, tiende a ser grisáceo. Pendientes en la orilla del lago inician en plano hasta 45% en las montañas circundantes. Las actividades agrícolas son hortalizas, maíz, café, aguacate, durazno y bosques mixtos.

1.2.1.2 Tierras comunales y municipales

La municipalidad estima entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{5}$ del territorio de Santiago Atitlán (55 a 80 caballerías) es tierra comunal ubicada en las faldas de volcanes Atitlán y San Pedro.

1.2.1.3 Población

En 1997, Santiago Atitlán poseía 34,996 habitantes. El 75% es de población Urbana y el resto de población rural. La tasa de crecimiento es de 2.3% anual.

1.2.2 Infraestructura económica, social y productiva

- a) **Sistema vial;** 12 poblados reportan tener caminos de terracería. De la cabecera departamental se llega a Santiago Atitlán por carretera asfaltada de 55 km vía Panajachel-Godínez-San Lucas Tolimán. En la costa sur vía Cocales-Patulul-San Lucas Tolimán con carretera asfaltada. Puede ingresarse también en el km 148 vía San Juan-San Pedro La Laguna. Existe entrada por vía lacustre.
- b) **Energía eléctrica:** 4,563 viviendas (67%) disponen de energía eléctrica domiciliar. El alumbrado público no se cuenta en las aldeas de San Antonio Chacayá, Cerro de Oro.
- c) **Agua entubada:** 3,179 viviendas (47%) cuentan con este servicio.

1.2.2.1 Educación

Según Censo 1994, el índice de analfabetismo es del 71%. En el municipio funcionan 12 grupos de alfabetización.

1.2.2.2 Salud

Existe un Centro de Salud Tipo "B" ubicado en la cabecera municipal. También funciona la Asociación de Salud Rixiin Tinamit que brinda servicios integrados de salud materno infantil, preventivo y curativo a través de una clínica comunitaria. Ofrece servicios de consulta externa, emergencias, farmacia, odontología y laboratorio clínico.

1.2.2.3 Vivienda

El tipo de vivienda que predomina es de piedra y block, piso de cemento, techo de lámina, con 1 a 3 divisiones internas. El crecimiento del área urbana es de forma horizontal, y la construcción de pequeñas viviendas de varios pisos (crecimiento vertical).

1.2.2.4 Turismo

Lugares con atractivo turístico son: Lago de Atitlán, Playa del Criadero, Xetuc y el Bosque Santuario de las aves en las faldas del Volcán de Atitlán. Atractivas ventas de artesanías y la iglesia Parroquial construida en el siglo XVI.

1.2.2.5 Producción agrícola

Las técnicas de producción de maíz son tradicionales, los rendimientos por área cultivada es baja (0.6-2.6 TM/ha) y se produce 4,090.9 TM/año de maíz en el municipio. En frijol se producen aprox. 572.9 TM/año (0.3-0.6 TM/ha). El café es el principal cultivo del municipio de excelente calidad. Anualmente se produce aprox. 1,467.3 TM de café pergamino. El rendimiento es de 0.6-2.6 TM/ha de café maduro. Los principales productos hortícolas son tomate, zanahoria, repollo, entre otros. Al año se producen aprox. 104 TM de tomate, 7,149 bultos de repollo (18 repollo por bulto) y 15,298 bultos de zanahoria. (25 docenas de zanahorias por bulto). La producción de aguacate se estima 181 TM/año (produciendo hasta 1,000 frutos por árbol). La pitahaya es el segundo rubro frutícola, siendo Santiago Atitlán una de las principales áreas productoras. Difícil de cuantificar

rendimiento ya que se extienden sobre piedras y no por área, la producción anual es aprox. 400 mil pitahayas.

La tenencia de la tierra según FUNCEDE (1), el tamaño promedio de fincas en Santiago Atitlán es de 0.7 ha. De acuerdo datos del III Censo Nacional Agropecuario (1979), se registraron 1,568 fincas con extensión de 3,734 ha. De ese total, el 21% de la tierra correspondía 1,304 fincas con extensión de 1 cuerda hasta 1.4 ha; el 15% a fincas mayores de 1.4 ha y menores de 7; y el 64% a 18 fincas mayores de 7 ha, de las cuales únicamente 8 fincas tienen más de 45.13 ha de extensión. En 5 centros poblados (29%) reportan el uso de fertilizantes químicos en cafetales, frutales, hortalizas y cultivos tradicionales; en 5 (29%) uso de semillas mejoradas en maíz, frijol y hortalizas; en 5 (29%) hacen control de plagas en cultivos tradicionales y hortalizas.

1.2.2.6 Producción pecuaria

Por condiciones ecológicas del municipio y el tamaño de las fincas, no existe crianza de ganado bovino. La producción de porcinos y aves de corral se da en pequeña escala. Se estima 600 personas que se dedican a la pesca, entre mayo a diciembre, con promedio de 1.4 Kg/pescador al día.

1.2.2.7 Producción artesanal

Actividades de producción de textiles, tallados en madera, pintura primitivista, tul, carpintería y talabartería.

1.2.3 Aspectos generales del lugar (beneficio Santiago La Laguna)

El beneficio de café "Santiago La Laguna" se ubica en el cantón Tzanchaj, a 2 km del pueblo de Santiago Atitlán vía San Pedro La Laguna. Vías de acceso terrestre y lacustre. Posee una altitud de 1570 msnm, la precipitación pluvial anual en el área es 2200 mm, temperatura mínima 14°C, temperatura máxima 27°C y temperatura promedio 21°C. Las condiciones de suelo es ceniza volcánica, arenosa y arcilloso liviano.

1.2.3.1 Infraestructura del Beneficio

El área total del beneficio consta de 2.04 ha. Posee 2 patios de cemento (0.26 ha) y un área de 0.7 ha utilizado para secado de café en plástico polietileno negro. Posee 2 bodegas: una de 264 m² y la otra de 40 m², ambas con capacidad de 127 TM de pergamino. Un cuarto para primeros auxilios. Una cocina/comedor y un departamento de administración. Depósito de agua con capacidad de 10.8 m³. Una báscula digital con capacidad de 1.36 Tm. Dos depósitos para café cerezo con capacidades de 4.54 TM c/uno que poseen planchas grandes de metal con aberturas, tienen el objetivo de evitar la entrada de piedras, frutas, y otros productos que puedan dañar a los pulperos.

En el área de maquinaria se encuentran 2 sifones que alimentan a 7 pulperos. Otro pulpero es utilizado para despulpar café de baja calidad (subproducto), 2 cribas de polietileno, 2 ejes helicoidales de metal que expulsan la pulpa de café y traslado de café "subproducto" al pulpero de repaso. Posee 8 depósitos para fermentación, varios tubos de diferente diámetro (2, 3, 4, 5 hasta 6 pulgadas), canales, 4 bombas de agua, varios motores de diferentes capacidades (Hp), y 3 desmucilagadoras.

1.3 OBJETIVOS

A. GENERAL

Evaluar la problemática actual de la producción y calidad de café de Santiago Atitlán, Sololá; que procesa el beneficio Santiago La Laguna.

B. ESPECÍFICOS

- a) Determinar los problemas agronómicos de la caficultura en la región.
- b) Conocer la situación actual del Beneficio Santiago La Laguna, en el proceso de café.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Proceso productivo

Se realizaron visitas en cultivos de café de pequeños, medianos y grandes caficultores. Se realizaron entrevistas y a través de la observación se recopilaban datos para ser analizados. Fueron visitados cultivos viejos, plantaciones en producción, y recién sembrados; con sistemas de producción diferentes. Los caficultores fueron entrevistados

sobre aspectos de colección y selección de semillas, hechura de semilleros y almácigos, uso de injerto Reyna en plantaciones recientes. Se hicieron muestreos de suelos para diagnosticar plagas y fertilidad del suelo en diferentes zonas. Se diagnosticaron manejo de sombra, manejo de tejidos y repoblación de cafetales y se realizaron muestreos de plagas y enfermedades. En las visitas realizadas se observó la conservación de suelo en terrenos con pendientes pronunciadas hasta cafetales en planicies y cultivos descubiertos.

1.4.2 Comercialización

En el proceso de beneficiado húmedo de café se realizaron entrevistas a los caficultores en la época de cosecha y la comercialización de café maduro. Se realizaron observaciones en el beneficio Santiago La Laguna y entrevistas al personal administrativo y de campo, en secciones de recepción del producto, despulpado y pilas de fermentación, lavado del café pergamino húmedo después del punto de fermento, tipos de secado de café pergamino y manejo de almacenamiento en la etapa final. Se observaron y se realizaron muestras de productos de desechos (pulpa de café y aguas mieles).

1.5 RESULTADOS

1.5 1 Proceso de producción

La tenencia de tierra en Santiago Atitlán es latifundio y minifundio. Las dimensiones son desde pocas cuerdas hasta ha. En los 80's, el café tomó importancia económica en el país desde entonces la mayoría de agricultores se dedicaron a éste, reemplazando cultivos de maíz, frijol, etc. Actualmente, el rendimiento del café en cerezo oscila entre 4.5 -13.7 TM/ha en sistema de producción natural, mientras que convencionalmente se puede obtener hasta 45.7 TM/ha. La calidad del café depende de las variedades y procedencia. Los caficultores cultivan variedades de Bourbon, Caturra, Catuaí, Catimor, Pache, otros. Alrededor del 95% de los caficultores no conoce el manejo adecuado de producción orgánica de café.

En época lluviosa los caficultores aprovechan establecer nuevas plantaciones, algunos utilizan almácigos de apenas 9 meses y otros hasta de 2 años de edad. Muchos obtienen pilones de café en la costa sur de Guatemala y otros en la zona. Después de 2 años transcurridos en su crecimiento y desarrollo, entran en producción intensiva. Las

plantaciones de café aprovechan las precipitaciones y la humedad de la región. Los caficultores no conocen el injerto Reyna.

El 40% de los caficultores practica manejo de sombra de forma empírica, lo cual hace que la producción sea baja. Nadie de ellos realiza manejo de tejidos y repoblación de los cafetales. La mayoría de plantaciones de café son cultivos muy viejos (aprox. 25 años de edad). El 20% son cultivos de 7 u 8 años de edad.

La diferencia de la posición económica hace que algunos caficultores suplen los nutrimentos necesarios para obtener rendimientos altos, mientras que otros por falta de inversión y conocimiento técnico se conforman con el rendimiento bajo, sin control de plagas, enfermedades y malezas. Los caficultores desconocen la broca del café. En la cosecha 2003-2004 los granos de café fueron de baja calidad, aprox. el 20% de daño. Nadie realiza control de enfermedades en plantaciones de café. En la zona cafetalera no se realiza la conservación de suelos, realizando control de malezas con azadón y sin terrazas continuas o individuales en pendientes pronunciados.

1.5.2 Situación actual del cultivo de café en Santiago Atitlán

La sobreoferta de café en el mercado mundial, tuvo como consecuencia precios bajos, por lo que los caficultores abandonaron sus cultivos. Posteriormente estos cultivos se manejan en sistema de producción natural que comprende realizar limpiezas y cosechas. El uso de este sistema incide en la proliferación de plagas y enfermedades. La calidad de granos de café se ha reducido por enfermedades fungosas en forma directa, falta de sombra y daños causados por la broca del café específicamente. La fertilidad de los suelos no es balanceada por falta de conocimiento de los caficultores, además de no existir la conservación de suelos. La erosión hídrica en la zona cafetalera es alta y ha causado la eutroficación (produce y aumenta la contaminación) en el lago de Atitlán.

1.5.3 Proceso de comercialización

1.5.3.1 Época de Cosecha

En octubre aparecen los primeros granos maduros, tomando auge en noviembre, diciembre y enero. Los caficultores no utilizan madurante, por eso realizan desde 4 hasta 6 o 7 cortes durante la cosecha según la frecuencia de maduración de los frutos.

1.5.3.2 Corte

El corte de café cerezo se pagaba por jornal, pero cuando el producto tomo importancia en el mercado internacional los cafetaleros pagan por quintal de café cosechado. En la cosecha 2003-2004 el costo fue de Q.1.5/Kg en época de máxima producción. Al inicio y al final de la cosecha se paga Q.25.00/jornal.

1.5.3.3 Venta de café cerezo

La venta de café cerezo cosechado se realiza al finalizar la jornada de corte del día a través de intermediarios. Las irregularidades de precios de café en la bolsa de valores diarios, afecta también el precio en la región, creando competencia de compra. Algunos intermediarios utilizan estrategias de peso inexacto para competir en precio.

1.5.3.4 Proceso de beneficiado

Los intermediarios compran café durante la tarde (de 3:00 a 5:00 p.m). Después lo trasladan al beneficio de café. La mayoría de los intermediarios entregan el producto en los beneficios locales, mientras que otros lo transportan a la costa sur del país. Se estima que el 40% de la cosecha de café de la región se procesa fuera del municipio y el 60% se procesa en los 5 beneficios de café locales. Se estima que el 83% de la producción procesada a nivel local, es procesado por el beneficio Santiago La Laguna. En la cosecha anterior se estima que procesó el 85%.

1.5.3.5 Recepción del producto (café maduro)

Durante la noche se recibe el café maduro para ser procesado. Las normas de recepción del producto establecidas por el beneficio Santiago La Laguna son: maduración óptima, no poseer granos verdes, no granos secos, no granos pequeños, no granos fermentados, y que no contenga hojas, ramas, piedras o cualquier otro objeto.

1.5.3.6 Despulpado

El proceso de despulpado es por acción gravitacional mediante corrientes de agua. En los sifones llenos de agua se realiza la selección del café por método de densidad, el café de poco peso flota, se traslada por un eje helicoidal, luego es despulpado y

depositado en la pila de fermentación como subproducto. El café maduro de alta calidad se traslada en el tren de pulperos divididos en dos secciones. En la parte inferior de los pulperos se conecta un eje helicoidal que traslada la pulpa de café a un camión de volteo y éste la deposita en un lugar específico para ser tratada. El café despulpado pasa por las cribas realizando la segunda selección de calidad. Éstas cribas separan el café de baja calidad y conduce al pulpero repasador; mientras que el café pergamino especial se conduce hasta las pilas de fermentación.

1.5.3.7 Fermentación

El tiempo de fermentación es de 17 h en condiciones óptimas. Las altas temperaturas y ventilación aceleran el proceso de fermentación.

1.5.3.8 Lavado

Se procede a eliminar el mucílago del café pergamino utilizando bombas de agua y a través de tuberías se transporta el café hacia las desmucilagadoras y siguiendo la secuencia, pasa por un canal o correteo y se dispersa en patio de cemento. El agua que drena en las desmucilagadoras se deposita en la laguna anaeróbica de aguas mieles.

1.5.3.9 Secado del grano

El pergamino húmedo se coloca en patios de cemento por 24 h, disponiéndose en capas muy delgadas para perder agua entre los granos. Luego se traslada sobre plástico negro de polietileno. Este proceso es ideal para conservar la calidad del café pergamino. El tiempo promedio de secado dura de 5 hasta 7 días, según las condiciones climáticas.

1.5.3.10 Almacenamiento

El punto óptimo de secado es cuando el café pergamino posee 12% de humedad. Se recoge y se coloca en sacos plásticos, sellados con máquina de coser. Se pesa y se almacena en bodegas con buenas condiciones de ventilación y sin fuentes de humedad, roedores, y otros; que afectan la calidad del producto. El almacenamiento del producto es temporal. Se recomienda almacenar el café pergamino no menos de 10 días para conseguir el equilibrio de humedad del grano, que puede afectar la catación.

1.5.4 Manejo Ambiental

1.5.4.1 Pulpa de Café

Se considera que el 40% del peso de café maduro es pulpa. La meta anual del beneficio es comprar 3181.8 TM de café maduro, entonces se obtiene 1,272.7 TM de pulpa de café. Con camiones de volteo se traslada este desecho a un lugar específico fuera del beneficio a 200 m y lejos del lago de Atitlán a 400 m. En el tratamiento se incluye encalado para evitar proliferaciones de hongos, insectos y mal olor. Los caficultores no realizan tratamiento o descomposición de la pulpa de café previo a utilizarla. Este subproducto presenta problemas en descomposición y aumento de temperatura en la zona radicular de los cultivos. Se estima que el 5% de los caficultores realizan proceso de descomposición parcial en período de 15 días. Nadie posee conocimiento en la elaboración de abonos orgánicos.

1.5.4.2 Aguas Mieles

En el lavado del café pergamino húmedo produce agua con alto contenido de mucílago que se deposita en una laguna anaeróbica con capacidad de 1,875 m³. La laguna anaeróbica posee capacidad de almacenar aguas mieles durante la cosecha y se vacía antes del inicio de la época lluviosa. Durante el almacenamiento de aguas mieles se colocan especies de bacterias autótrofas. Finalmente este producto se utiliza como abonos foliares en cultivos hortícolas y perennes. Los caficultores desconocen las propiedades físicas y químicas que posee este producto como abono foliar y las desventajas perjudiciales que posee al no ser tratado.

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los caficultores de Santiago Atitlán poseen bajo conocimiento en el cultivo del café, falta de asistencia técnica y apoyo crediticio. La tecnología en la caficultura no ha tenido avance significativo.

La zona caficultora se encuentra en la cuenca del lago de Atitlán, por lo que es importante reducir el uso de químicos instruyendo a caficultores en caficultura orgánica.

Por el bajo conocimiento de los caficultores en la caficultura, las plagas y enfermedades se han expandido considerablemente, como la broca del café, antracnosis y

la mancha de hierro que dañan directamente al grano. Existen otros agentes causales de plagas y enfermedades que atacan el área foliar, troncos y otras partes de la planta que afectan la fisiología vegetal. Debido a la alza de precios de café en los últimos años, podría hacer que los caficultores mostraran interés en el manejo y cuidado fitosanitarios del cultivo.

Según la fisiología y la ecología de la planta de café, los caficultores necesitan conocer y practicar el manejo de tejidos y manejo de sombra, así como las especies mas recomendadas en plantaciones de café y árboles de sombra. Los caficultores han realizado algunas prácticas culturales que ayudan a la conservación de suelos.

La cantidad, calidad y rendimiento del café ha bajado considerablemente, se debe principalmente al mal manejo de plantaciones en el campo definitivo y algunas fases durante el proceso de beneficiado.

Según el diagnóstico de la situación actual de la caficultura de Santiago Atitlán se recomiendan capacitar y realizar asistencia técnica en selección y colección de semillas, hechura de semilleros y el método de injerto Reyna; manejo de sombra, manejo de tejidos y repoblación de cafetales; manejo integrado de la broca del café y las enfermedades fungosas; conservación de suelos; elaboración de abono orgánico y aprovechamiento de aguas mieles; cosecha en maduración óptima; estudio sobre costo de producción; analizar la depreciación de la maquinaria del beneficio y considerar las condiciones climáticas del lugar para mejorar la calidad y rendimiento de cosechas.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. FUNCEDE (Fundación Centroamericana de Desarrollo, GT); OIM (Organización Internacional para las Migraciones, GT). 1997. Diagnóstico del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá, Guatemala, Centro América. Guatemala. 33 p.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

**DETERMINACIÓN DE HONGOS ASOCIADOS AL GRANO DE CAFÉ
(*Coffea arabica*) PARA EXPORTACIÓN PROVENIENTES DEL BENEFICIO
SANTIAGO LA LAGUNA, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, 2004**

**DETERMINATION OF ASSOCIATED FUNGI ON COFFEE GRAIN (*Coffea
arabica*) FOR EXPORTATION COMING FROM SANTIAGO LA LAGUNA
COFFEE MILLING, SANTIAGO ATITLÁN, SOLOLÁ, 2004**

2.1 PRESENTACIÓN

La producción de café en Guatemala aún es fuente de empleo e ingreso económico para la población. La cosecha 2002-03, exportó 234,340 TM de café pergamino de diferente calidad, que generó US\$ 308.4 millones de divisas al país (3).

Respecto a la sanidad del grano de café que se exporta de Guatemala, no existe información. Según FAO (16), en etapa de almacenamiento de cosechas, se reporta hongos (*Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*), que producen toxinas (aflatoxinas, zearalenona y ocratoxinas) y provocan enfermedades en humanos y animales.

En la presente investigación se determinaron hongos asociados a granos de café provenientes del Beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá. Los géneros de hongos determinados en granos de café fueron *Chaetomiun*, *Rhizopus*, *Epicocum*, *Pestalotiopsis*, *Sphaerosporium*, *Monilia*, *Curvularia*, *Verticillium*, *Nigrospora*. De los hongos reportados en la literatura como micotóxicos fueron determinados *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus níger* y *Penicillium* spp. Todos los lotes de grano de café pergamino presentaron contaminación superficial e interna. La incidencia cuantificada fue variable y no sobrepasa el 2%. Se observó que la presencia de los hongos micotóxicos asociados a granos de café podría depender del manejo de cosecha, beneficiado, secado, transporte y almacenado, y también las condiciones ambientales.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Fruto de café

El fruto de café está constituido por epidermis, pulpa, pergamino y semilla. La mayor parte de la semilla la constituye el endospermo de consistencia dura y verdoso. El embrión se localiza dentro de la semilla en la base con apariencia de pequeña paleta de aproximadamente 4 mm de largo y tonalidad cremosa que trasluce dentro de la semilla (7).

2.2.2 Contaminación del grano

Asociado al grano de café existen microorganismos como levaduras, hongos, bacterias, producto de contaminación o transmitidos por la semilla. Durante el desarrollo de estos microorganismos producen enzimas que actúan sobre los componentes químicos del mucílago sobre los azúcares, fermentándolos y produciendo alcohol. Cuando la

fermentación es prolongada, la infección por microorganismos se torna acentuada y comienza la producción de compuestos que causa sabores indeseables (14).

La presencia de algunos microorganismos durante el almacenamiento pueden depreciar la calidad de las semillas, por pérdida de poder germinativo, decoloración, empobrecimiento de la viabilidad, valor comercial y nutritivo, rancificación, calentamiento de la masa de semilla aumentando la tasa respiratoria y la producción de micotoxinas, que pueden ser letales al humano y a los animales. Los hongos micotóxicos en granos de almacenamiento pueden ser: *Aspergillus flavus* (aflatoxina), *A. candidus*, *A. fumigatus*, *A. ochraceus* (ocratoxina), *A. niger*, *A. parasiticus*, *Penicillium islandicus*, *P. citrinus*, *P. rubrum*, *P. viridicatum*, *P. puberulum*, entre otros (21). Hongos como *Aspergillus* y *Penicillium* producen grandes cantidades de esporas como medio de reproducción que les permite estar presentes en casi todos los lugares de la tierra (8).

2.2.3 Micotoxinas

Micotoxinas son metabolitos secundarios de hongos que tienen propiedades tóxicas, carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas y Estrogénicas. Se deriva de las palabras griegas: mykes (hongos) y toksikon (veneno) (16, 22). Poseen propiedades químicas diversas, poco soluble en agua, muy resistentes a su desactivación (destrucción) por medios físicos, químicos y biológicos. Existen varias micotoxinas pero solamente unas doce han sido documentadas nocivas para la salud humana y animales (8). Los factores más importantes para el crecimiento y la producción de micotoxinas son nutrientes, oxígeno, temperatura y contenido de humedad (16).

2.2.4 Aflatoxinas

Las aflatoxinas son muy dañinas en humanos y animales domésticos por extrema toxicidad en dosis altas como carcinogénicas. Epidemiológicamente, la alta incidencia de tumores de hígado humano son de quienes ingieren comida contaminada con aflatoxinas (16). Las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ son metabolitos de *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, altamente tóxicas en mamíferos y afecta el hígado, son teratogénicas y mutagénicas. La aflatoxina B₁ es el compuesto carcinogénico más potente conocido, clasificado como carcinogénico humano por la Agencia Internacional de Investigación para el Cáncer (29).

2.2.5 Ocratoxina A

La ocratoxina A es metabolito de *Aspergillus* y *Penicillium*, infestan principalmente maíz, sorgo, cebada, trigo, avena, soya, cacao y café. Estos hongos prefieren temperaturas mayores de 22°C y humedad mínima de 16% en los granos. La contaminación ocurre en el almacenamiento o transporte de los granos (8). En medios sintéticos, *A. ochraceus* a 25 °C presenta óptima producción de la toxina, el intervalo ocurre entre 12-37°C (29).

En Europa, la nefropatía ocurre entre humanos y animales domésticos, es enfermedad renal de posible asociación con el consumo de ocratoxina A en alimentos (16). El Código Internacional de Alimentos ha discutido límites para la ocratoxina A en café. En Italia, 1996, se adoptó el límite de 4 ng/kg para café verde. La Agencia Internacional de Investigación para el Cáncer la clasificó en el grupo 2B de sustancias. En Europa y América del norte hay indicios que los alimentos mas contaminados con ocratoxina A son algunos cereales y carne de cerdo. El vino, cerveza y café están siendo examinados como posible fuente de contaminación (29).

2.2.6 Origen de la ocratoxina en el café

El café maduro y pergamino están sujetos a contaminación por microorganismos durante diferentes etapas de desarrollo, cosecha, preparación, transporte y almacenamiento, que dependen de las condiciones ambientales en la producción y el manejo (10). La molécula de ocratoxina, luego de su formación, es absorbida por la superficie del grano y permanecerá fija durante todo su proceso, incluido el tueste, ya que es resistente a altas temperaturas (8). La termoestabilidad de ocratoxina A estudiada en trigo seco a diferentes temperaturas, a 200°C hubo destrucción de 50% en 12 minutos y en trigo seco molido a 250°C, se eliminó 50% de la toxina en 6 minutos (29).

2.2.7 Presencia de hongos en café y su relación con ocratoxinas y aflatoxinas

Granos de *Coffea arabica* en Brasil fueron examinados para establecer el potencial de Aflatoxigénico, Ocratoxigénico y el nivel de Ochratoxina A por la presencia de *Aspergillus* y *Penicillium*, ambos antes y después de la esterilización de superficies del grano. La contaminación de *Aspergillus* y *Penicillium* fue encontrada en 96% y 42%,

respectivamente, a partir de 45 muestras de 11 regiones. Después de la desinfección con hipoclorito de sodio (1%) los niveles disminuyeron a 47% y 24% respectivamente. De 180 aislamientos, fueron determinados especies de *Aspergillus*, sección *Circumdati* (10 spp.), *Flavi* (3), *Nigri* (3), *Versicolores* (4), dos fueron teleomórficos. 8 sp. de *Penicillium* fueron aisladas. En la sección *Circumdati*, 75% aislados producen Ocratoxina A. 1/3 de 18 aislamientos de *A. flavus* produjeron Aflatoxina B₁ y B₂. De 40 muestras evaluadas, 58% fueron infectadas con el potencial Ocratoxigénico pero solo 22% fueron contaminados con Ocratoxina A en niveles de 0.47 a 4.82 ng/g con media de 2.45 ng/g (10).

Los 155 aislamientos de *Aspergillus* (y sus teleomorfos) fueron distribuidos sobre 20 especies con solo 5 especies (*A. ochraceus*, *A. sulphureus*, *A. tamarii*, *A. níger* y *A. flavus*) comprenden el 71% del total y 25 aislamientos de *Penicillium* incluyen 8 especies. De acuerdo a distribución de Ocratoxina A en muestras contaminadas naturalmente de 40 muestras analizadas, 5 fueron contaminados con Ocratoxina A en concentraciones que variaron de 0.64 a 4.14 ng/g, con una media en muestras positivas de 2.45 ng/g (7).

2.2.8 Distribución de ocratoxina A y presencia de hongos ocratoxinogénicos potencialmente importantes en granos de café procesado

El potencial de hongos de la sección *Circumdati* que producen Ocratoxina A fue detectado en 23 de 40 muestras analizadas. La presencia de Ocratoxina A no correlacionó con la presencia de hongos ocratoxinogénico en el grano (10).

Carvalho et al. estudiaron al tenor de los diversos constituyentes químicos, actividad enzimática y microflora de 80 muestras de café beneficiado, provenientes de Sao Sebastiao do Paraíso–MG, clasificados según prueba de tasa (bebida blanda, dura, ácida y muy ácida). Las muestras clasificadas como bebida blanda y dura presentaron infección de *Fusarium roseum*, *A. ochraceus* y *A. flavus* acentuadamente menores que en cafés de bebida ácida y muy ácida (13).

Mislivec et al. estudiaron incidencia de hongos toxigénicos en granos de 31 países productores de café, antes y después de la desinfección con NaClO (5%), observaron ocurrencia de hongos variables de 93.4% a 100% antes de la desinfección. Había diferencia entre países asiáticos y africanos (80.5%), en relación a las muestras de centro

y sur América (49.4%); indica mayor invasión interna en los primeros. *A. flavus* y *A. tamarri* prevalecieron en los granos de América Central y del Sur (23).

En muestras colectadas en 10 campos en las fases verde, cereza, pasas, seco en pie, en suelo y beneficiado; los hongos *Colletotrichum* y *Phoma* fueron encontrados en las fases de verde y cereza, *Cercospora* en la fase verde. Los géneros *Fusarium*, *Cladosporium* y *Penicillium* encontrados en todas las fases de pre y post-cosecha. *Penicillium* en la fase beneficiado. *A. niger* y *A. ochraceus* observados a partir de la fase de pasas con mayor incidencia en cafés beneficiados (5).

Bitancourt determinó hongos en café cerezo en diferentes fases de preparación, en cafetal, en terrenos de secado; observó abundantes hongos de *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* y *Penicillium*. También identificó *A. niger* en café seco de terreno; *Cladosporium* spp. que se desarrolló aun en pie y no en terreno durante el secado, como ocurre con *Rhizopus*, *Phomopsis*. y *Epicoccum* (11).

Según Agrios, los hongos *Cercospora*, *Septoria*, *Mycosphaerella*, *Glomerella*, *Colletotrichum*, *Helminthosporium*, *Alternaria* y *Botrytis* y bacterias como *Pseudomonas* y *Xanthomonas* cuando están sobre las semillas (o en su interior) causan ahogamiento y muerte de las plántulas. *Alternaria* inverna en esporas o micelios en las semillas (2).

2.2.9 Calidad sanitaria (inocuidad) y reglamentaciones

En Europa, 2002, se fijaron límites de ocratoxina en cereales, frutos secos y verduras deshidratadas, y en espera para vino, cerveza, cacao, jugo de frutas, especias y café. Se utilizan normas nacionales que varían entre 4 y 5 ppb (8). En muchos países, los niveles tolerantes de aflatoxina en alimento humano están en rango de 5–25 µg/kg. Aflatoxina B₁ es el más tóxico seguido por G₁, B₂ y G₂ en orden de potencia decreciente (16). En 1996, Italia estableció 4 µg/kg límite para ocratoxina A y Grecia 20 µg/kg, ambos para café verde; Republica Checa en 20 µg/kg y Rumania, 5 µg/kg para ocratoxina A (29).

2.2.10 Etapas de riesgo y recomendaciones para prevenir la ocratoxina A en café

2.2.10.1 Campo y beneficiado

A. ochraceus rara vez ocurre en frutos maduros. Los granos afectados por la broca del café muestran mayor frecuencia de infección alta de *Aspergillus*. En la fermentación se

reduce el *Aspergillus* a favor de levaduras. En secado mecánico y en patio no existen riesgos, reduce la humedad del grano hasta 18–20% durante 3 ó 4 días (8).

2.2.10.2 Almacenamiento

Mantener temperaturas máximas de 20°C y H°R entre 55 y 65% para conservar la humedad del café entre 10 y 11% por tiempo indefinido (8). En laboratorio, con H°R de 85% es el límite más bajo para *A. flavus* y la producción de aflatoxina, en rango de temperatura de 12–40°C (17). Según Galvão (18), *Cladosporium* spp. ha sido reportado en café de buena calidad en Brasil con alta capacidad de crecimiento y esporulación. Puede ser agente potencial de control biológico de *Aspergillus*, *Fusarium* y *Penicillium* por las alteraciones organolépticas.

2.2.11 Características morfológicas del género *Aspergillus*

El género *Aspergillus* es hongo anamórfico que produce conidióforos, sobre ellos se encuentran células conidiogénicas donde se originan los conidios. El conidióforo posee tres partes: vesícula (extremo apical), estipe (sección cilíndrica) y célula pie. Sobre la vesícula se disponen las células conidiogénicas (fiálides). En muchas especies, entre la vesícula y las fiálides se encuentran células métuladas. Las cabezas conidiales que sólo presentan fiálides son uniseriadas, y las que presentan ambas, biseriadas. Algunas especies de *Aspergillus* se reproducen sexualmente en los géneros *Chaetosartorya*, *Dichlaena*, *Emericella*, *Eurotium*, *Fennellia*, *Hemicarpenales*, *Neosartorya*, *Petromyces*, *Sclerocleista* y *Warcupiella*, pertenecientes al phylum *Ascomycota* (1).

2.2.11.1 Colonia de *Aspergillus*

El color de las partes aéreas de la colonia de *Aspergillus* incluye el micelio vegetativo, cabezas conidiales, cleistotecios y esclerotios si presenta, son características más usadas y la pigmentación es universal usada en la caracterización de las especies.

2.2.11.2 Grupo de *Aspergillus ochraceus*

Presenta cabezas conidiales globosas cuando son jóvenes, partiéndose en columnas divergentes compactas, en amarillo puro pálido, amarillo-naranja, color cuero, o

color ocre oscura. Conidióforos variables pigmentado en amarillo a cafés oscuro y suave granular a áspero. Vesículas globosas. Conidios globosos a ovalados, hialino o coloreado, suave a áspero. Esclerotios varía en forma y color en las especies. Cleistotecios desarrollados en esclerotios. Ascas evanescentes. Ascosporas no son ornamentados (25).

2.2.11.3 Grupo de *Aspergillus niger*

Presenta cabezas conidiales oscuras, globosas, radiales en cadenas de conidios. Conidióforos hialinos a cafés, suaves, pared gruesas, frágiles. Vesículas globosas, hialinas a cafés oscuro. Esterigmata en uno o dos series depende de la especie, pigmentado. Conidios globosos, subglobosos o aplanados; suaves, equinulados y verruculosos. Esclerotios globosos a subglobosos, crema cuando es joven, después es color cuero a rosado, grisáceo o cafés (25).

2.2.12 Clasificación taxonómica de *Penicillium*

Pertenece al Reino Fungi, phylum Ascomycota, clase Euascomycetes, orden Eurotiales, familia Trichomaceae y género *Penicillium* (24).

2.2.12.1 Características macroscópicas

Las colonias de *Penicillium* son de crecimiento rápido, plano, filamentoso, y terciopelado, maderable, o algodonoso en textura. Las colonias son inicialmente blancos y se convierte en verde azules, verde grisáceo, gris olivo, amarillo o rosado. Atrás del plato es usualmente pálido a amarillento (24).

2.2.12.2 Características microscópicas

Los hongos *Penicillium* spp, son septados, hifas hialinos (1.5 a 5 μm en diámetro), simple o ramificados, conidióforos, metulados, fiálides, y conidios son observados. Metulados son ramificaciones secundarias que forma conidióforos. Los metulados cargan fiálides. La organización de los fiálides en el extremo de los conidióforos es muy típico. Ellos forman como racimo de cepillo los cuales son referidos a las penicilli. Conidios (2.5-5 μm en diámetro) redondos, unicelulares (24).

2.3 OBJETIVOS

A. GENERAL

Determinar los hongos asociados al grano de café para exportación proveniente del beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá.

B. ESPECÍFICOS

- a) Determinar géneros de hongos presentes en los granos de café para exportación en Santiago Atitlán, Sololá.
- b) Determinar hongos relatados como micotóxicos asociados a granos de café para exportación provenientes de Santiago Atitlán.
- c) Cuantificar la incidencia de cada hongo presente en el grano de café para exportación.

2.4 METODOLOGÍA

2.4.1 Origen de las muestras de grano de café

Los lotes de café analizados fueron obtenidos de la cosecha 2003-2004 de Santiago Atitlán, Sololá. La muestra de cada lote representa el café de la región cosechado en un mismo día. Proviene de diferentes métodos de manejo (natural, convencional y orgánico), de áreas secas, áreas muy húmedas e intermedio; altitudes variables; diferentes variedades y edades; y otros factores que afectan la calidad.

2.4.2 Beneficiado húmedo

Cada muestra de lote de café pergamino depende de las condiciones descritas anteriormente, fue despulpado y depositado en pilas de fermentación durante 17 h. Posteriormente, fue lavado con desmucilagadoras.

2.4.3 Condiciones de secado

Después del lavado, el café fue reposado 36 h en patios de cemento y luego, sobre plásticos polietileno negro hasta que el grano alcanzó humedad de 12.5%. El secado natural fue realizado en condiciones climáticas de esa región, prevalecientes en los meses de enero-abril del 2004.

2.4.4 Almacenamiento

El grano de café pergamino fue almacenado a 12.5% de humedad en bodega con permanencia de 22 días y temperatura que osciló entre 8 a 29 °C, (Cuadro 1A).

2.4.5 Toma de muestras

Las muestras de granos de café pergamino fueron 20 lotes de la cosecha 2003-2004. Se tomó 100 g por saco y luego homogenizado se tomó 454 g (2,000 granos) por lote. Fueron llevadas al laboratorio para fines de análisis; utilizándose 200 granos de café pergamino y 200 granos de café oro por lote.

2.4.6 Aislamiento de hongos

El aislamiento de hongos se hizo en medio de cultivo PDA (papa dextrosa agar). Se realizó con dos tratamientos: primero con desinfestación con hipoclorito de sodio al 1% y el segundo consistió en lavado con agua destilada esterilizada. Las cajas fueron incubadas por 7 días a 25°C en condiciones controladas, posterior a ello se hizo la purificación de los hongos.

2.4.7 Lectura de incidencia

La cuantificación de hongos asociados a granos infestados se realizó posterior al periodo de incubación (7 días) en la totalidad de los granos. Considerada en % (cuadro 2A).

2.4.8 Determinación de los hongos

Se extrajeron estructuras reproductivas para la identificación de hongos. Para determinar especies de hongos anamórficos se utilizaron claves taxonómicas específicas de Barnett, H. L. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (1972); Von Arx, J. A. *The Genera of Fungi Sporulating in Pure Culture* (1981); Sutton, B. C. *The Coelomycetes* (1980); Ellis M. B. *Dematiaceous Hyphomycetes* (1971); Carmichael, J. W., *et al.* *Genera of Hyphomycetes*, (1980); y Ainsworth, G. C. *The Fungi: A Taxonomic Review with Keys, Basidiomycetes and Lower Fungi* (1973). Para ascomicetes se utilizaron claves de Sivanesan, A. *The Bitunicate Ascomycetes and their Anamorphs* (1984); Hanlin, R. T.

Illustrated Genera of Ascomycetes (1992) y Ainsworth, The Fungi, A Taxonomic Review with Keys, Ascomycetes and Fungi Imperfect (1973). En *Aspergillus* se utilizó clave taxonómica específica de Fanell & Raper, K. *et al.* The genus *Aspergillus* (1965).

2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1 Hongos determinados y asociados a granos de café

A continuación se describen los hongos que fueron determinados en los lotes de café analizados. La determinación se realizó únicamente a aquellos donde fueron observadas estructuras reproductivas que permitieron la identificación del hongo.

2.5.1.1 Phylum: Ascomycota

A. Género: *Chaetomium*

a. **Características macroscópicas:** Colonia semicircular, aplanada, micelio blanco amarillento oscuro, presentan estructuras verdes oscuras esparcidas en grupos (Fig. 1). Colonia alcanza 5.6 cm de diámetro después de 7 días a 25°C. El borde de la colonia se observó micelio ramificado blanco e irregular. En el dorso de la caja petrí, beige, cremoso, marfil, blanco hueso. Coinciden con Von Arx (1981) (30).

b. **Características microscópicas:** Ascomata peritecial ostiolado, redondo u ovalado de pared delgada, con pelos ornamentados ramificados o simples, enrollados, curvados, ondulados. Ascas cilíndricas o clavadas. Ascosporas pigmentadas, cafés, biapiculado con simple poro basal germinativo hendido suave o rugoso (Fig. 1D-H), características que concuerdan con Von Arx (1981) (30).

2.5.1.2 Phylum Zygomycota

A. Género: *Rhizopus*

a. **Características macroscópicas:** Micelio de crecimiento rápido, voluminoso, transparente hialino a semiclaro. Esporangios oscuros (Fig. 2). En el dorso coloración blanco cremoso con puntos negros. Concuerda con Barnett (1972). Hongo saprofita o parásito facultativo de plantas, animales y al hombre, Ainsworth et al. 1973 (4). Contaminante de semilla.

b. **Características microscópicas:** Hifas cenocíticas. Esporangióforo opuesto al rizoide, no ramificado, en estolones y rizoide abundante, formato globoso, esférico u obovado-clavado, columelado, con apófisis de forma de embudo. Pared esporangial delgada. Esporas hialinas. Concuerda con Ainsworth et al. (1973) (4) y Barnett (1972) (9).

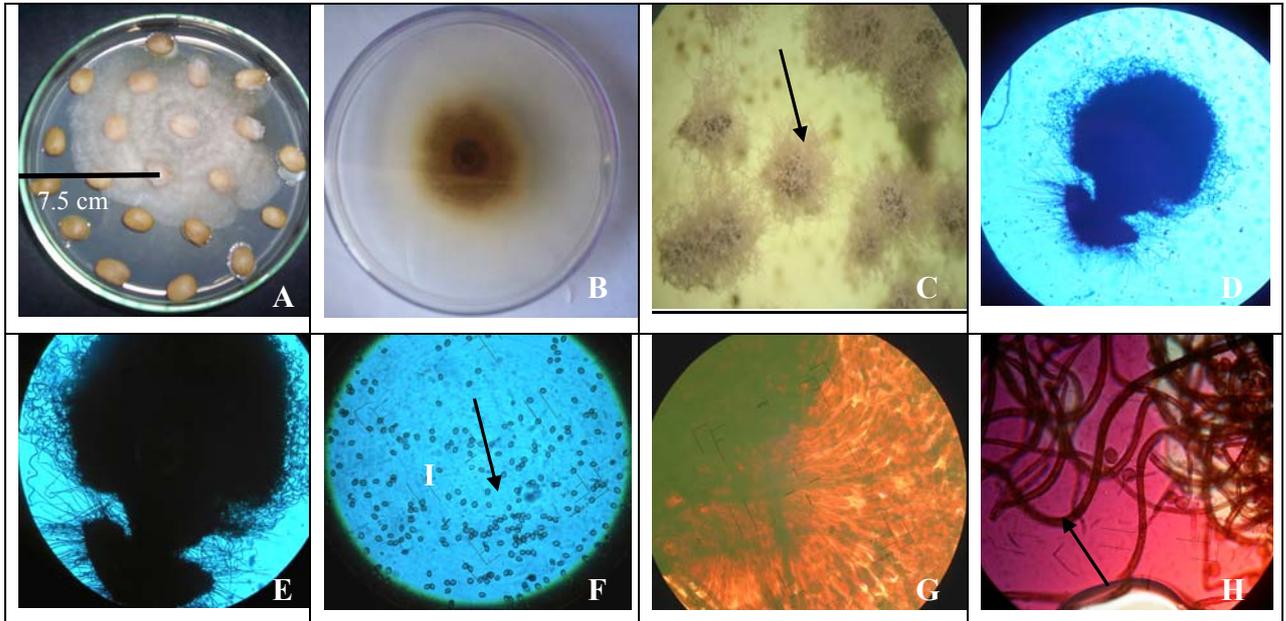


Figura 1: A-H, *Chaetomium* spp. A, colonia del hongo emergiendo de granos de café pergamino en medio PDA; B, vista dorsal de la caja petri; C, peritecios observados en estereoscopio 4X; D-E, ascomata 10X, 40X, respectivamente; F, flecha indica formato de ascosporas 40X; G, liberación de ascosporas 100X; H, flecha señala pelos ornamentados del peritecio 100X.

2.5.1.3 Hongos Anamórficos

A. Género: *Curvularia*

a. **Características macroscópicas:** Colonia circular con borde liso, crecimiento micelial lento, plano, forma de rayos en laterales o anillos concéntricos. Micelio ramificado, oscuro en el centro y café en el contorno. Crecimiento micelial 6.1 cm de diámetro en 7 días (Fig. 3). En el dorso, el centro es negro a café oscuro. Ellis (1971)(15) describe características semejantes. Hongo asociado a semillas de cereales y otros cultivos (Barnett, 1972) (9).

b. **Características microscópicas:** Estromata largo, erecto, negro, cilíndrico, algunas veces ramificado. Conidióforos macronematosos, mononematosos rectos o flexibles, geniculados o nodosos, de color café claro. Célula conidiógena simpodial. Conidios

solitarios, acropleurogenes, simples a curvados, clavados, elipsoidales, con 3 o más septos transversales, café claro a oscuro, a veces con bandas negras en el septo, suaves o verrucosos (Fig. 3C). Según estas características, pertenece a *C. borrieriae* (Viégas), citado por Ellis (15) sobre *Borreria*; Brasil (20-32 x 8-15). Conidios con hilum protuberante distinto, no sigmoide, 3 septos, recto o curvado, ligeramente clavados, miden 15 x 6 μm .



Figura 2: A-B, *Rhizopus* spp. A, micelio en granos de café pergamino en medio PDA; B, flecha 1 indica esporangios y flecha 2 esporangi6foro originado de estolones 10X.



Figura 3: A-D, *Curvularia*. A, vista dorsal de la caja petri; B, a flecha muestra el conidi6foro, 100X; C, conidios solitarios septados; 100X; D, conidios acropleurogenes, 40X.

B. Género: *Epicoccum*

a. **Características macroscópicas:** Colonia poco voluminosa, en el centro oscuro y se torna café, crecimiento micelial lento, alcanza hasta 3 cm de diámetro a los 7 días a 25°C. En el dorso es oscuro (fig. 4). Ellis (1971) (15) describe características similares. Según Bitancourt (2001) (2), es hongo contaminante de café y raramente en almacenamiento.

b. **Características microscópicas:** Esporodoquios pulvinados, negros no curvados, oscuros en forma de colch6n, tama1o variable. Conidi6foros macronematosos, mononematosos cubre la superficie del estroma, sin ramificaci6n, corto, recto, sin color a

café pálido, suave o verrucoso. Célula conidiogénica monoblástica, terminal integrada, determinada, cilíndrica, mide de $5 \times 15 \mu\text{m}$ de largo y $3 \times 6 \mu\text{m}$ de ancho. Conidios solitarios, unicelulares a muchas células, septados, secos, acrogénicos, sub-esféricos, pigmentados, café oscuro, con célula pie basal protuberante pálida, muriforme con septo oscurecido en la madurez, pared opaca áspera, ciliados cuando son hialinos, verrucosos, globosos, tamaño variable $15\text{-}30 \mu\text{m}$. Características análogas con lo descrito por Ellis (1971) (15).

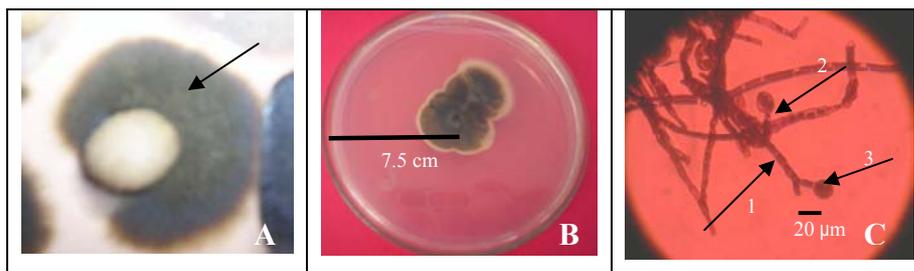


Figura 4: A-C, *Epicoccum* spp. A, Colonia del hongo en grano de café en medio PDA; B, vista dorsal de la de la caja petri; C, la flecha 1 señala el conidióforo, la flecha 2 la célula conidiogénica y la 3 el conidio globoso, 40X.

C. Género: *Pestalotiopsis*

a. **Características macroscópicas:** Colonia en anillos concéntricos, crecimiento micelial lento, alcanza diámetro de 4.5 cm. Micelio ramificado, hialino a café claro (Fig. 5). En el dorso es café oscuro a café amarillento. Según Barnett (1972), es un hongo fitopatógeno y puede transmitirse en frutos.

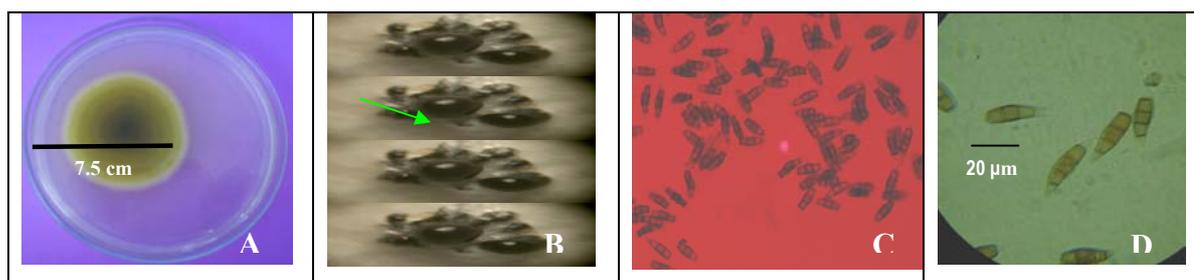


Figura 5: A-D, *Pestalotiopsis* spp. A, vista dorsal de la caja petri; B, acérvulo, 1.5X; C-D, conidios solitarios con 4 euseptos y apéndices, 40X, 100X, respectivamente.

b. **Características microscópicas:** Conidioma acervular, negro, pared delgada de textura angular (Fig. 5), dehiscencia irregular. Conidios fusiformes, rectos o curvados, 4 euseptos; célula basal hialina, truncada, con apéndices ramificados; célula apical cónica, hialina, 2 o

más apéndices, simples. Células medianas café a versicoloreadas, pared gruesa, suave o verruculosa. Descripción congruente por lo descrito por Sutton (28).

D. Género: *Sphaerosporium*

a. **Características macroscópicas:** Micelio blanco, algodonoso, crecimiento micelial 8.5 cm, con hundiciones que crea forma estrellada (Fig. 6). En el dorso es blanco a cremoso. Según Charmichael (1980) (12), éste hongo es contaminante en cualquier ambiente.

b. **Características microscópicas:** Esporodoquio amarillento cuando fresco, forma de colchón a hemisférico. Conidióforos cortos, compactos, hialinos, origina cadenas apicales de conidios. Conidios unicelulares, globosos a ovoides, largos, prominentes cicatrices de atadura, hialino o amarillento. Características concuerdan con Charmichael (1980) (12).

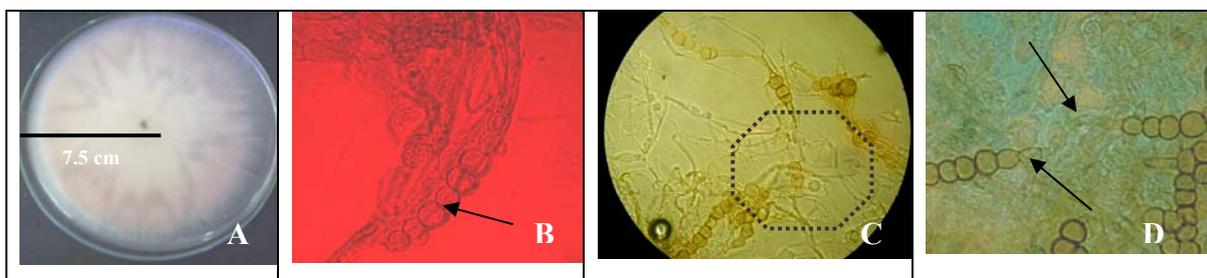


Figura 6: A-D, *Sphaerosporium* spp. A, vista dorsal de la caja petri; B, cadenas apicales de conidios, 45X. C, esporodoquio amarillento del hongo, 45X; D, flechas muestran células conidiogénicas.

E. Género: *Nigrospora*

a. **Características macroscópicas:** Colonia de crecimiento rápido, micelio blanco, superficial, borde hialino, ramificado, semeja polvo blanco fino. En el dorso en color marfil o blanco hueso. Crecimiento de aspecto de rayos. Según Ellis (1971) (15), es hongo cosmopolita, distribuido en países tropicales, aislados en aire, alimentos y suelo.

b. **Características microscópicas:** Conidióforos micronematosos a semi-macronematosos, ramificados, flexibles, hialino a café suave. Células conidiogénicas monoblásticas, solitarias, determinadas, sub-esféricas hialinos. Conidios negros cuando la esporulación es abundante, solitarios, se desarrollan en el ápice (acrogenes), simples, esféricos, comprimido dorsi-ventralmente, negros, luminosos, suaves, sin septos, de 10-30 μm (Fig. 7). Características similares a las descritas por Ellis, 1971 (15).

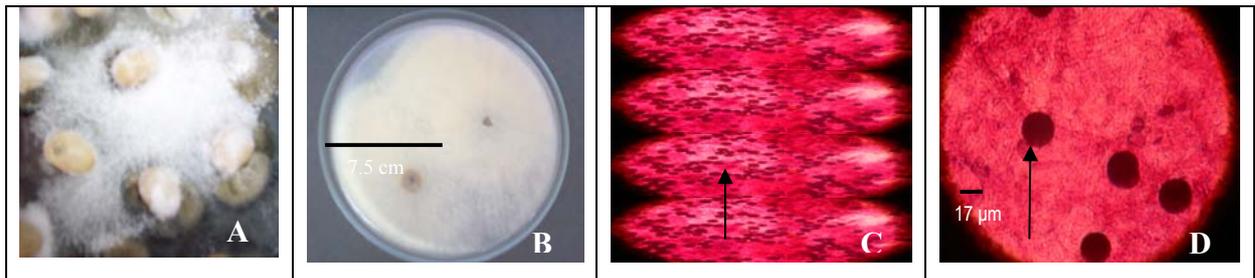


Figura 7: A-D, *Nigrospora* spp. A, micelio del hongo surgiendo en granos de café. B, vista dorsal; C, conjunto de conidios solitarios, 20X; D, célula conidiogénica monoblástica, 40X.

F. Género: *Monilia*

a. **Características macroscópicas:** Micelio blanco a gris algodonoso, esporulación rosado anaranjado en masas abultadas, compactas con el tiempo. Micelio ramificado, ralo, aplanado. En el lugar de origen el micelio es hialino. El centro del dorso es hialino a amarillo claro. Hongo saprofito causa manchas café en frutas (Barnett, 1972); Carmichael (1980), reporta como hongo contaminante. Se encuentra en suelo, aire, planta y alimento.

b. **Características microscópicas:** Conidióforos ramificados, acroauxicos, conidios diferenciados y fragmentados del micelio (artroconidios). Conidios (blastosporas) en masa rosada, grises, unicelulares, cilíndricos a redondos cortos, se desarrollan en cadenas acropetales, catenados. Características identificas que reporta Von Arx (1981) (30).

G. Género: *Verticillium*

a. **Características macroscópicas:** Micelio blanco algodonosa, crecimiento rápido (Fig. 8). En el dorso es hialino a amarillo claro y se extiende en rayos blancos a cremoso amarillo. Ellis (1971) (15), describe características similares. Barnett (1972) (9) reporta que puede encontrar en cereales y otros productos almacenados.

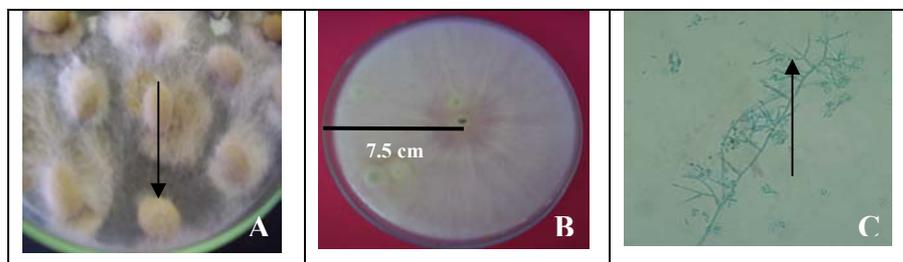


Figura 8: A-C, *Verticillium* spp. A, centro de origen de la colonia del hongo en granos de café; B, Vista dorsal de la colonia; C, la flecha muestra la célula conidiogénica, 40X.

b. **Características microscópicas:** Conidióforo macro-mononematoso, disperso, cada uno con tallo erecto, hialino a café oscuro, suave con ramas y fiálides en verticilos debajo del septo más cercano de la punta, delgados, ramificados. Célula conidiogénica monofialídica, arreglado verticiladamente. Conidio simple, elipsoidal o cilíndrico, redondo al final, hialino, unicelular. Características similares descritas por Ellis (1971) (15).

2.5.1.4 Hongos micotóxicos

A. Especie: *Aspergillus carbonarius*

a. **Características macroscópicas:** Colonia de crecimiento irregular y circular, diámetro 5.5 cm, colonia presenta puntos negros como suelo, áspera (Fig. 9). Micelio hialino, sumergido, crecimiento aplanado. En el dorso es blanco a crema. Estructuras negras bien intensas en el centro y ralas en la periferia, crecimiento en forma de rayos y borde verrucoso. Las características descrita concuerda con Raper & Farell (1965) (25).

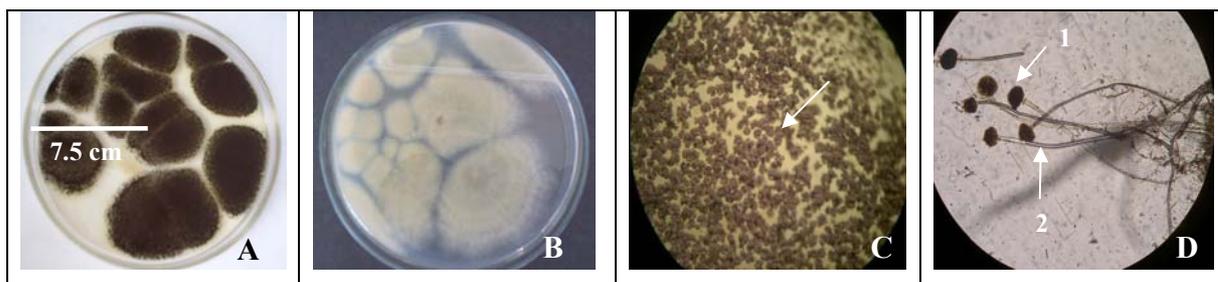


Figura 9: A-D, *Aspergillus carbonarius*. A, vista frontal de la colonia; B, vista dorsal de la caja petri. C, cabezas conidiales observadas en estereoscopio, 3X; D, flecha 1 muestra la vesícula y 2 muestra el conidióforo, 20X.

b **Características microscópicas:** Cabeza conidial globosa de 490 a 580 μm en diámetro, radiado y partido en columnas no definidas, puede alcanzar 2 mm. Conidióforo mide 5 mm de longitud y 38 μm en diámetro, hialino y coloreado hasta la vesícula, frágil y partido en longitud al madurar. Vesícula globosa, 70 μm de ancho, con cicatrices donde el esterigmata es separado, lleno de material granular cafés (fig. 9D). Esterigmata de dos series, cafésáceo; esterigmata primario de 31x9 μm , mientras el secundario mide 12x7 μm . Conidios globosos, con espinas hialinas, ligero verrugoso a verrugoso, mide 6 μm . Sin esclerotios. Raper & Fanell (1965) mencionan que esta especie se encuentra en el grupo de *A. niger*, y según Batista *et al.* (2002) ninguno de las especies fue potencial toxigénico.

B. Especie: *Aspergillus niger* Van Tieghem

a. **Características macroscópicas:** Colonia café oscuro como suelo arcilloso, áspero. Mide 6.1 cm de diámetro (Fig. 10). En el dorso en color amarillento en el centro y luego cremoso o blanco hueso en la periferia, a veces negro y verduzco entre amarillo y cremoso. Raper & Fenell (1965), concuerdan con éstas características.

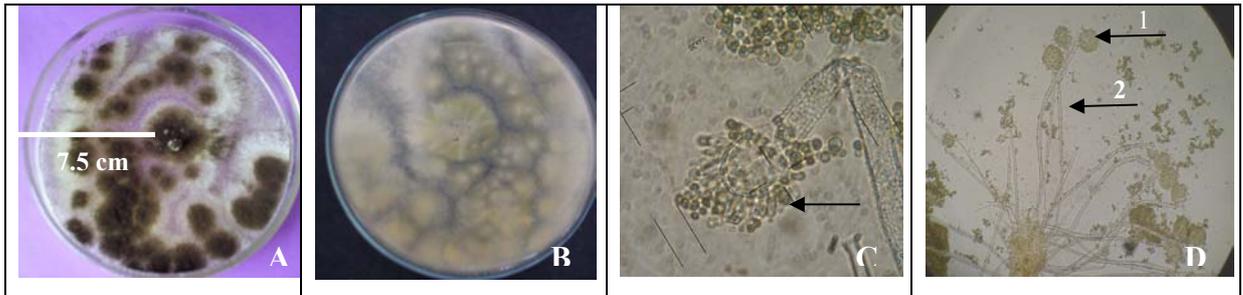


Figura 10: A-D, *Aspergillus niger*, A, colonia del hongo; C, vista dorsal; D, la flecha señala el esterigmata del hongo 100X; E, flecha 1 indica la vesícula y la 2 el conidióforo 10X.

b. **Características microscópicas:** Cabeza conidial larga y negra, globosa cuando joven, luego radiada y se parte en 2 o más columnas definidas cuando maduran, mide 750 μm de diámetro. Conidióforo de 2 mm de longitud y 15 μm de diámetro, pared suave algo grueso (2 μm), sin color y se oscurece arriba de la mitad. Vesícula semiglobosa, mide 55 μm de diámetro. Esterigmata de dos series, cafésáceo; esterigmata primario mide 24x5 μm en inicio de esporulación mientras que el secundario es uniforme, mide 8x3 μm . Conidios globosos, 4 a 5 μm en diámetro, cafés, pared gruesa áspera. Batista *et al.* (10), evaluaron que no tuvo potencial toxigénico. Raper & Fennel (25) clasifica en la sección *Nigri*.

C. Especie: *Aspergillus ochraceus*

a. **Características macroscópicas:** Colonia de crecimiento micelial lento, circular, aplanado, con diámetro de 5.3 cm. El centro de la colonia es amarillo intenso a claro, áspero semeja serrín en granitos, crecimiento en anillos pronunciados, la periferia posee micelio blanco-amarillo-hialino, un halo de 4 mm de ancho y borde liso (Fig. 11). Micelio aplanado, formación de esclerocios. En el dorso es cafés oscuro en el centro, se torna en amarillo a cremoso. Batista *et al.* (2002) incluyen en la sección *Circumdati*, además, evaluaron la incidencia y relata 26% obtenido en 45 muestras; siendo el 66% de ésta

incidencia tuvo potencial toxigénico en niveles de contaminación de 0.88 a 4.20 ng/g en calidad Duro y Riado (calidad inferior de sabor ácida).

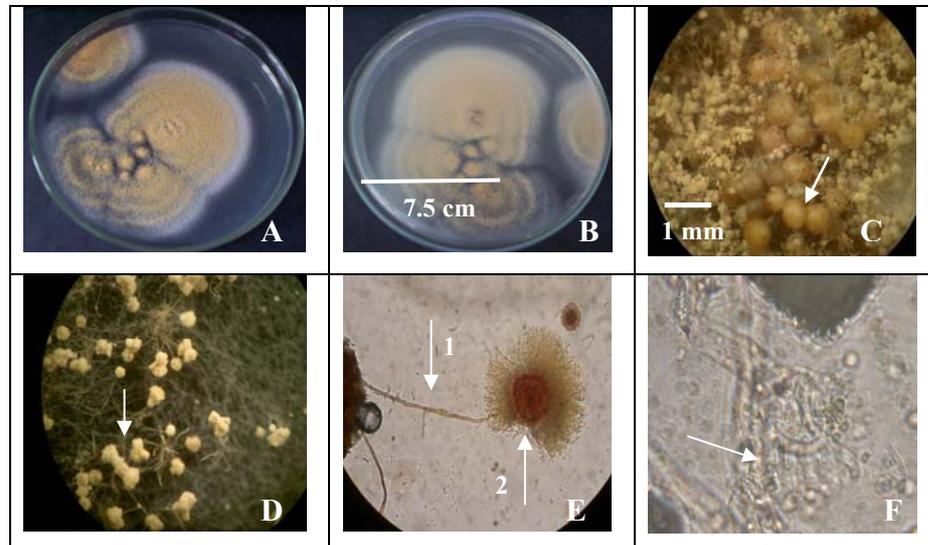


Figura 11: A-F, *Aspergillus ochraceus*; A, vista frontal de colonia con anillos concéntricos; B, vista dorsal; C, formación de esclerocios, 4X.; D, cabezas conidiales de 2 columnas, 4.5X; E, flecha 1 indica conidióforo y 2 la vesícula, 20X; F, flecha indica el esterigmata primario y secundario, 100X,

b. **Características microscópicas:** Cabeza conidial globosa, adherida en 2 o 3 columnas compactas y divergentes de 800 μm de diámetro. Conidióforo mide 1 mm de longitud por 11 μm de diámetro, pigmentado en amarillo, opaco a cafés claro con pared gruesa (1 μm) y poco áspero. Vesícula globosa, pared delgada hialino de 40 μm de diámetro. Esterigmata cubre la vesícula de uno o dos series; esterigmata primario mide 15x5 μm y el secundario 8x2 μm . Conidios globosos miden 2.5 μm en diámetro, áspero. Formación de esclerocios blancos, ocrea o amarillos cuando jóvenes y anaranjados a violeta cafésáceos a la madurez, forma irregular, globosos a ovalados, miden 1 mm de diámetro, crece solitario o masas. Descripción concuerda al grupo *A. ochraceus* citada por Raper & Fenell (1965).

D. Género: *Penicillium*

a. **Características macroscópicas:** Colonia aplanada, circular, en el centro verde azul oscuro y halo blanquecino en la periferia, diámetro de 2.7 a 3.4 cm (Fig. 12). En el dorso es amarillo intenso, beige a cremoso en el centro, avanza a verde amarillento. Según

Raper & Fanell, (1965) (25), Barnett (1972) (9), indican que puede encontrarse en granos y comidas almacenados. Betancourt (11), afirma que posee propiedades micotóxicas. Batista et al. (2002) (10), observaron que especies aisladas no fueron potencial toxigénico.

b. **Características microscópicas:** Hifas septadas, hyalinas, simples. Fiálides sobre métulas, bien diferenciadas en el extremo de conidióforos. Conidios redondos, unicelulares formados en cadenas en extremo de las fiálides. Esta descripción morfológica concuerda con la citada en Occupational Safety and Health Administration (2004) (24).

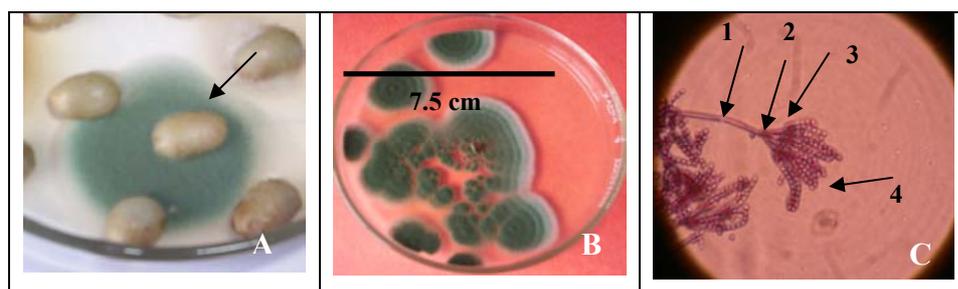


Figura 12: A-C, *Penicillium* spp.; A, colonia del hongo en grano de café; B, color y forma de colonias. C, conidios y conidióforo: flecha 1 indica el conidióforo, flecha 2 métulas, flecha 3 fiálides y 4 señala cadenas de conidios, 45X.

2.5.2 Incidencia de hongos en granos de café

A. **Género *Chaetomium*:** En café pergamino sin desinfestación no hubo incidencia, mientras que al desinfestarse se observó 4.1%. En café en oro sin desinfestación la incidencia fue 1.4% y tratadas con NaClO fue 3.6%. Según Von Arx (1981) (30), este hongo es registrado en semillas. Posiblemente, al no ser tratadas, otros hongos contaminantes no hacen posible la proliferación de éste. *Chaetomium* se observó con mayor incidencia (3.4%) en el lote 14, las condiciones eran similares a otros lotes aunque varía en duración de almacenado (31 días). Este hongo tiene comportamiento similar con *A. niger*.

B. **Género *Rhizopus*:** En café pergamino sin desinfestación fue 0.4%, mientras que tratadas con NaClO fue 0.1%. En café oro sin desinfestación 0.4% y al ser desinfestado fue 0.1%. Se comprende que este hongo infesta el grano de café superficialmente y cierta parte en el interior del grano. El hongo tuvo comportamiento similar con incidencia baja.

C. **Género *Curvularia***: La incidencia fue 2.6% en café pergamino sin desinfestación, y tratadas con NaClO fue 0%. En café oro sin desinfestación fue 1.1% y con desinfestación fue 0%. Totalmente notorio que los granos tratados reduce la asociación del hongo.

D. **Género *Epicoccum***: En café pergamino sin desinfestación se obtuvo incidencia de 2.9% y tratadas con NaClO fue 0%. En presentación oro sin desinfestación fue 0.1% y al ser desinfestadas 0%. Es hongo contaminante superficial del grano de café y otras semillas.

E. **Género *Sphaerosporium***: En café pergamino y oro sin desinfestación fueron 0.6% y 1.3%, respectivamente y ambos al desinfestar fueron 0%.

F. **Género *Pestalotiopsis***: En café pergamino sin desinfestación fue 0.8% mientras que con desinfestación se obtuvo 0%. En café oro sin desinfestación 1.8% y tratadas cuantificó 0.1%. Este hongo contamina superficialmente en granos de café oro en lotes 7 y 12, que pasaron similar proceso de beneficiado, pero varía la etapa de secado en días (cuadro 3A) y almacenamiento (mayor y menor número de días respectivamente) (Cuadro 1A).

G. **Género *Nigrospora***: En café pergamino y oro sin desinfestación fueron 0.4% y 0.1%, respectivamente, mientras que desinfestando a ambos fueron 0%.

H. **Género *Monilia***: La incidencia del hongo en café pergamino y oro sin desinfestación fueron 0.6% y 1.3%, respectivamente. Mientras que ambos al ser tratadas con NaClO fue de 0%. Este hongo es cosmopolita y contaminante común en varios sustratos.

I. **Género *Verticillium***: En café pergamino sin desinfestación fue 0.8% y desinfectados fue 0%. En café en oro sin desinfestación fue 1.8% y al ser desinfectados con NaClO fue 0.1%.

J. **Género *Penicillium***: La incidencia de éste en café pergamino sin desinfestación fue 4.3%, mientras que al desinfectarlo fue 0.1%. En café oro fue similar, sin desinfestación 3.1% y en muestras tratadas 0.2%.

K. **Especie *Aspergillus carbonarius***: En café pergamino y oro sin desinfestación fueron 4.5% y 0.8%, respectivamente; mientras que ambos al ser desinfectados fueron 0%.

L. **Especie *Aspergillus niger Van Tieghem***: En café pergamino sin y con desinfestación no se observó presencia del hongo. En muestras de café en oro no tratado se cuantificó 0.1% y ausente en muestras tratadas.

M. **Especie *Aspergillus ochraceus***: Para café pergamino y oro sin desinfestación fueron 0.2% y 1.8%, respectivamente. Mientras que ambos al ser tratados fueron 0%.

2.5.3 Consideraciones sobre la incidencia de hongos en lotes de café

En café pergamino de lotes 5 y 8, desinfectados hubo presencia de *Penicillium* spp. en 0.1% y la presencia de *Rhizopus* y *Chaetomium* de 0.1% y 4.5%, respectivamente. *Chaetomium* se determinó en 18 lotes de café pergamino excepto en 4 y 9. *Rhizopus* se observó solamente en los lotes 3 y 18. Estos hongos son contaminantes internos en café.

En lotes de café oro desinfectados 2, 3, 4, 8, 13, 16, 17, 18, 19 y 20 no hubo presencia de hongos. *Rhizopus* spp., *Chaetomium* spp., *Verticillium* spp. y *Penicillium* spp. con incidencia de 0.1, 3.55, 0.05 y 0.2%, respectivamente, fueron contaminantes internos de grano de café oro. En lotes 1 y 10 se determinó incidencia de *Penicillium* spp. en 0.2 y 0.1%. La presencia de *Chaetomium* spp. en 3.55% de incidencia, fueron encontrados en lotes 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14 y 15. El lote 14 presentó mayor incidencia (3.4%). *Rhizopus* spp. se observó en lotes 7 y 14. *Verticillium* spp. se determinó únicamente en el lote 5.

En granos de café oro sin desinfestación, *Penicillium* spp. fue el mayor contaminante superficial (3.05% incidencia). Lotes 5, 10 y 16 no presentaron hongos micotóxicos; mientras que el lote 20, se cuantificó el 1.9% de incidencia de *A. ochraceus* y *Penicillium* spp. El lote 13 presentó 1.4% de incidencia de *Penicillium* spp.

En café pergamino sin desinfestación, *Penicillium* spp. fue el de mayor incidencia en contaminación superficial (4.25%) comparado al café oro donde hubo 3.05% de incidencia, son reducidos a 0.1% y 0.2% de incidencia, respectivamente, después de desinfestarlos.

A. ochraceus presentó mayor contaminación en café oro (1.75%) que en pergamino (0.2%), mientras que al desinfectarlos ambos no presentaron ésta especie. *A. niger* se presentó en lotes 8 y 9 como contaminante interno en café oro tratado en 0.1% incidencia.

En café pergamino no tratado, la incidencia de *A. carbonarius* fue 4.5% y no se observó en lotes 5, 13 y 15; mientras que en café oro 0.8% en lotes 7, 8, 14, 15, 17 y 19. En ambas presentaciones de café desinfestadas no se observó ésta especie.

De manera general, los hongos asociados a granos de café pergamino y oro sin desinfestación, con valores variables de incidencia en pergamino que en oro o viceversa; son eliminados al realizar desinfestación con NaClO. *Chaetomium* spp. no se presenta en café pergamino, pero si en café oro, con incidencia de 1.4%, y después de desinfestado en ambas presentaciones, aumentaron en 4.05% y 3.55%, respectivamente. Posiblemente sea debido a la inhibición que ejercen otros hongos asociados al grano de café.

2.5.4 Incidencia en relación a beneficiado y almacenamiento

El lote 5 se fermentó a los 17 h, el secado en patio fue de 36 h más 10.5 días en plástico de polietileno negro expuesto al sol, almacenado 20 días en bodega entre 8°C a 28°C; se cuantificó 0.1% de incidencia de hongos relatados micotóxicos. El manejo del lote 4 fue similar al lote 5 con diferencia de un día más de secado en plástico, se manifestó similar incidencia de hongos. Los lotes de café que varían en tiempo de cada fase en el beneficiado y que presentaron similar incidencia, fueron: 15 con diferencia de secado 48 h en patio y 9 días en plástico, almacenaje 34 días; el lote 16 con 36 h de secado en patio y 5.5 días en plástico, 33 días de almacenado entre 11°C y 29°C. Lotes 18 y 20 son similares al 5, en condiciones de almacedo, pero varía en tiempo de secado en plástico y fermento (cuadro 11A y 13A).

Lote 6 proviene de 72 h en secado de patio y 13 días secado en plástico, 18 días de almacenado entre 8°C y 28°C. Lotes 11 y 13 almacenados 16 y 34 días, entre 9°C y 29°C, respectivamente; la incidencia de *Penicillium* spp. fue mayor. Con estos resultados, es importante evaluar si las condiciones de beneficiado y almacenamiento influyen en la incidencia de hongos.

En el lote 19 existió mayor incidencia de *A. carbonarius* (4.5%), siendo la variante temperatura que osciló entre 11°C y 29°C, y 19 días de almacenado. En lotes 19 y 20

fueron 15 h de fermento, secado en patio de 36 y 24 h respectivamente, y tiempo de secado de 4 y 4.5 días, almacenado de 19 días ambos, donde *Penicillium* y *A. ochraceus* tuvieron 4.25 y 1.75% de incidencia, respectivamente, tanto en pergamino como en oro.

En general el tiempo promedio de fermentación de los lotes fue 17 h, algunos varían poco, como lote 2(15h), 3(16h), 19 y 20 (15h). En secado en patio fue 36 h en promedio, pero algunos varían como el lote 6 (72 h), 15 (48 h) y 20 (24 h). El secado en plásticos fue variable, dependió de la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento (cuadro 10A), y otros factores ambientales que afectaron, pero el promedio fue 8 días, con esto se persigue la estandarización de 12.5% de humedad del grano. El tiempo de almacenado fue variable, promedio de 22°C en temperatura, mínima entre 8° a 11° y máxima entre 28°C a 29°C.

Lotes 2, 4, 5, 10, 12, 15, 16, 18 y 20 presentaron incidencia menor que 0.5% de hongos micotóxicos en café pergamino en proceso similar, pero en diferente tiempo, influenciados por las condiciones ambientales. En café oro, los lotes 5, 10 y 16 presentaron 0% de incidencia de hongos, mientras que otros lotes (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15 y 18) no presentaron % mayores de 0.55; el resto de lotes presentaron incidencia de hongos micotóxicos altos pero no superan al 2%. Es importante mencionar los días almacenados que fueron 22 días en promedio, considerado como tiempo corto, mientras en café para exportación son almacenados en períodos mayores, donde el % de incidencia y especies de hongos aumentan, según FAO, 1977 (16).

Por la variabilidad de condiciones ambientales, algunos datos de fermentación, secado en patio (cemento y tierra), no son uniformes en los lotes y procesos. Con esto, el análisis de relación entre incidencia de hongos y las variables anteriores, es difícil obtener una conclusión certera, es necesario realizar estudios posteriores con detalles específicos.

2.5.5 Hongos potencialmente considerados toxigénicos

Según Batista et al., reportaron que el 66% de los aislamientos de *A. ochraceus* es potencialmente toxigénica. Para éste estudio es necesario evaluar potencial toxigénico. El mismo autor indica que *A. niger*, *A. carbonarius* y *Penicillium* spp., no reportaron ser potencialmente tóxicos en ocratoxina, aflatoxina, otros. Si esto es general en ecosistemas, se manifestaría lo mismo en Guatemala, y se aplicaría en los demás hongos encontrados.

2.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinaron géneros *Chaetomiun*, *Rhizopus*, *Epicocum*, *Pestalotiopsis*, *Sphaerosporium*, *Monilia*, *Curvularia*, *Verticillium* y *Nigrospora*; de los hongos con potencial micotoxigénico fue *A. ochraceus*, en café proveniente de Santiago Atitlán.

Incidencia de hongos asociados a café pergamino como contaminante superficial fue *Rhizopus* 0.35%, *Epicocum* 2.9%, *Pestalotiopsis* 1.1%, *Sphaerosporium* 1.1%, *Monilia* 0.6%, *Curvularia* 2.55%, *Verticillium* 0.8%, *Nigrospora* 0.4% y *Chaetomiun* 0%; mientras hongos considerados micotóxicos, *A. ochraceus* 0.2%, *A. carbonarius* 4.5% y *Penicillium* 4.25%. Y la incidencia de hongos asociados a café en oro fue *Sphaerosporium* 1.3%, *Pestalotiopsis* 1.15%, *Rhizopus* 0.35%, *Monilia* 1.25%, *Curvularia* 1.1%, *Chaetomium* 1.4%, *Epicocum* 0.05%, *Verticillium* 1.8%, *Nigrospora* 0.1%, *A. carbonarius* 0.8%, *A. níger* 0.1%, *A. ochraceus* 1.75% y *Penicillium* 3.05%.

Todos los lotes de café pergamino presentaron contaminación superficial de hongos descritos como micotóxicos y contaminación interna en los lotes 5 y 8, donde el nivel de incidencia no sobrepasó 0.1% específicamente de *Penicillium* spp. La presencia de hongos micotóxicos asociados a granos de café depende del manejo de cosecha, beneficiado, secado y almacenado, como de las condiciones ambientales.

Para las investigaciones posteriores específicas de este estudio se recomienda:

Continuar la investigación utilizando otros medios de cultivo y condiciones variables controladas, para aislamiento de hongos asociados a café pergamino de exportación y consumo nacional para diferentes regiones de Guatemala.

Evaluar la producción de ocratoxina de la especie de *A. ochraceus* encontrado en lotes de café pergamino; e investigar la incidencia de hongos micotóxicos en café tostado y molido para exportación y consumo nacional.

Evaluar la relación que existe entre los tiempos y condiciones de beneficiado y almacenamiento de los granos de café con la incidencia de hongos micotóxicos.

2.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca, ML. 2000. Taxonomía e identificación de especies implicadas en la aspergilosis nosocomial (en línea). Barcelona, España, Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Veterinària, Departament de Sanitat i d'Antomia Animals (Microbiologia). Consultado 8 mar 2004. Disponible en <http://www.reviberoammicol.com/2000-17/S79S84.pdf>
2. Agrios, G. 2001. Fitopatología. México, Limusa. 838 p.
3. Ainsworth, GC; Sparrow, FK; Sussman, AS. 1973. The fungi an advanced treatise: a taxonomic review with keys: ascomycetes and fungi imperfect. US, APS. v. 4-A, 504 p.
4. _____. 1973. Basidiomycetes and lower fungi. US, APS. v. 4-B, 504 p.
5. Alves, E; Castro, HA. 1998. Hongos asociados al café (*Coffea arabica* L.) en las fases de pre y post-cosecha en campo de la región de Lavras. Brasil, UFLA, Departamento de Fitopatología. 24(1):4–7.
6. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 320 p.
7. _____. 2003. Memoria de labores 2002–2003. Guatemala. 24 p.
8. Anzueto, F. 2002. El control de los mohos y la calidad del café. Guatemala, Anacafé / IICA-PROMECAFE. p. 10–14.
9. Barnett, HL. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 ed. Mineapolis, US, Burgess Publishing Company. 241 p.
10. Batista, L; Chalfoun, S; Prado, G; Schwan, R; Wheals, A. 2002. Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L). International Journal of Food Microbiology 85(2003):294-300.
11. Bitancourt, AA. 1957. O tratamento das cerejas de café para melhorar a bebida. O Biológico, Sao Paulo 23(1):1-11.
12. Carmichael, JW; Kendrick, WB; Conner, IL; Sigler, L. 1980. Genera of hyphomycetes. Edmontn, Alberta, Canada, The University of Alberta Press. 377 p.
13. Carvalho, VD De; Chalfoun, SM; Chagas, SJR. 1989. Relação entre classificação do café pela bebida e composição físico-química, química e microflora do grao beneficiado. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Caffeiras (15., 1989, Maringá, BR). Trabalhos apresentados. Rio de Janeiro, Brasil, IBC. p. 25-26.

14. Chalfoun De Souza, SM; Luiz de Carvalho, V. 1997. Efeito de microorganismos na qualidade da bebida do café. Informe Agropecuario 18(187):21-26.
15. Ellis, MB. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Kew, Surrey, England, Common Wealth Mycological Institute. 608 p.
16. FAO, IT. 1977. Micotoxins. Roma, Italia. 110 p.
17. _____. 1990. Manuals of food quality control 10, training in mycotoxins analysis. Roma, Italia. 113 p.
18. FUNCEDE (Fundación Centroamericana de Desarrollo, GT); OIM (Organización Internacional para las Migraciones, GT). 1997. Diagnóstico del municipio de Santiago Atitlán, departamento de Sololá, Guatemala, Centro América. Guatemala. 33 p.
19. Galvao, R. T. 2001. Potencialidade do uso de *Cladosporium* spp. como agente de biocontrole de fungos deletéreos á qualidades do café. Brasil, Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais. 1 p.
20. Hanlin, RT. 1992. Illustrated genera of ascomycetes. US, The American Phytopathological Society. 253 p.
21. Kirk, PM; Cannon, JC; Stalpers, JA. 2001. Ainsworth & Bisbys dictionary of the fungus. Great Britain, CAB. 655 p.
22. Machado, J. 1988. Patología de sementes, fundamentos e aplicações. Brasilia, Brasil, Ministerio da Educação, Lavras, ESAL / FAEPE. 106 p.
23. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 1998. Micotoxinas, peligros ocultos en los alimentos. Guatemala. p. 5–8.
24. Mislivec, PB; Bruce, VR; Gibson, R. 1983. Incidence of toxigenic and other molds in green coffee beans. Journal of Food Protection 46:969-973.
25. Occupational Safety and Health Administration, US. 2004. Toxic mold, black mold, mold problem and mold damage information center (en línea). US, Mold Inspector Laboratory International. Consultado 10 abr 2004. Disponible en: <http://www.moldinspector.com/>
26. Raper, KB; Fenell, DI. 1965. The genus *Aspergillus*. Baltimore, Maryland, US, Williams & Wilkings. 686 p.
27. Silva, J. 1993. Fórmulas y metodología de preparación de algunos medios de cultivos y reactivos más utilizados en los laboratorios de fitopatología y microbiología de la subárea de protección de plantas, FAUSAC. Guatemala, FAUSAC. 15 p.

28. Sivanesan, A. 1984. The bitunicate ascomycetes and their anamorphs. J. Cramer Ed. Germany, Gantner Verlag. 701 p.
29. Sutton, BC. 1980. The coelomycetes I & II. Kew, Surrey, England, Commonwealth Mycological Institute. 696 p.
30. Valente, LS. 1999. Ocratoxinas y aflatoxinas en café brasileño. Brasil, Universidad Estatal de Campinas, Facultad de Ingenieria de Alimentos. p. 447–451.
31. Von Arx, JA. 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. J. Cramer Ed. 3 ed. Germany, Gantner Verlag. 424 p.

CAPÍTULO III
SERVICIOS REALIZADOS

3.1 PRESENTACIÓN

La caficultura en regiones altas de Guatemala sigue siendo fuente de empleo e ingresos para habitantes de esas zonas, donde existen áreas considerablemente grandes de cultivo de café. La sobreoferta provocó precios bajos, donde los caficultores han sido obligados al abandono de sus cultivos que perjudica las condiciones agronómicas de éste.

Las dificultades educativas nacionales en general (particularmente la agricultura), los bajos conocimientos técnicos en caficultura, la pobreza extrema de los pequeños caficultores y al no existir personal calificado se expresa en baja producción cafícola. Por ello se realizaron una serie de servicios técnicos que tiende a proporcionar un adecuado manejo integrado del cultivo de café. Estos servicios técnicos: a) **Visión del cultivo** (sistema de producción convencional, natural u orgánico), b) **Manejo de sombra**, c) **Manejo de tejidos reproductivos y de reestablecimiento**, d) **Control de plagas** (principalmente la broca del café), e) **Control de enfermedades**, f) **Conservación de suelos**, g) **Nutrición vegetal**, h) **Elaboración de abono orgánico**, i) **Tratamiento de agua mieles** y k) **semilla, semilleros e injerto en café**.

3.2 VISION DEL CULTIVO (sistema de producción convencional, natural u orgánico)

3.2.1 OBJETIVO

- a) Orientar a los caficultores en la conversión de sus parcelas de café de un sistema natural o convencional a un sistema de caficultura orgánica.

3.2.2 METODOLOGÍA

En el año 2003, el beneficio Santiago La Laguna poseía 116 caficultores (hombres y mujeres) como proveedores de la materia prima. Pocos de ellos (15 caficultores) participaron en este servicio que, comprendió la duración del EPS. Para obtener el resultado de este servicio, fué necesario esperar resultados de los demás servicios, ya que fueron componentes principales específicamente para este servicio. Se capacitaron a los caficultores en cada servicio y se realizaron giras de campo como medios de aprendizaje.

3.2.3 RESULTADOS

En la etapa inicial del EPS, las capacitaciones y giras de campo fueron muy útiles sobre sistemas de producción de café. Los caficultores se concientizaron e incentivaron de los beneficios que este ofrece. El 10.4% de los caficultores (clientes del beneficio) participaron en este servicio. Los caficultores implementaron la caficultura orgánica en diferentes parcelas, cuantificado en 6.15 ha. También está en proceso en conversión de café orgánica, 6.22 ha de café convencional y 2.6 ha de café en sistema natural. Adicionalmente, se cuantificaron 4.9 ha de café tratadas con pulpa de café procesada.

3.2.4 EVALUACIÓN

La ejecución de este servicio se realizó con capacitación de 2 h, se explicó sobre los beneficios de tipos de producciones, los procesos y tiempo de la conversión de los cultivos convencionales y naturales a orgánica. En la región, las plantaciones se encuentran en transición, entretanto, se realizaron giras de campo en San Pedro y San Juan La Laguna sobre los sistemas de producción orgánica.

Este servicio ejecutado fue el resultado de los servicios impartidos durante el EPS en el beneficio Santiago La Laguna. La capacitación teórica fue corta; sin embargo en la práctica abarcó tiempo completo del EPS. El 10.4% (12 caficultores) participaron en la capacitación de sistema de caficultura orgánica (ver cuadro 4A).

3.3 SEMILLA, SEMILLEROS E INJERTACIÓN

3.3.1 OBJETIVOS

- a) Orientar a los caficultores sobre las características adecuadas y necesarias en la selección de semillas y los factores ambientales y del lugar para un semillero.
- b) Realizar prácticas de injerto Reyna en café utilizando variedades recomendadas de patrón (Robusta) e injerto (var. comercial).

3.3.2 METODOLOGÍA

La cosecha de café inicia en noviembre hasta febrero. El EPS inició en la etapa final de la cosecha, por ello fue difícil seguir los pasos recomendados en la recolección de

semilla. Para fines de aprendizaje se utilizaron semillas recolectadas por un caficultor. Las variedades adquiridas fueron Bourbon y Caturra en cantidades de 1000 plántulas/variedad. Se construyó un semillero de 1 m², con sustratos recomendados de arena de río. La desinfección del suelo fue por método físico. Las variedades de Bourbon y caturra sembradas con intervalo de una semana fueron utilizadas para practicar el método de injerto tipo Reyna.

3.3.3 RESULTADOS

La práctica de selección de semillas fue realizada de acuerdo a las características adecuadas a considerar. Se realizó un semillero de 2 m², utilizando las variedades de Bourbon y Caturra. De este semillero, se utilizaron plantitas de café con intervalo de una semana para el injerto Reyna, solamente se hizo en forma demostrativa.

3.3.4 EVALUACIÓN

La recolección de semillas no fue realizada debido a la época en que se inicio el EPS. Para ésta, es necesario que el cultivo esté en periodo alto de producción. Unicamente se hizo la selección de semillas de café. Se construyó un semillero y se realizaron prácticas sobre Injerto Reyna para plantaciones con problemas de enfermedades del suelo. Después de este servicio técnico, los caficultores pueden reconocer: las características adecuadas y necesarias en la buena recolección y selección de semillas de café; Injerto Reyna en café; y los factores adecuados que se consideran en el establecimiento de un semillero que fueron: el tipo de suelo y el método de desinfección, forma de colocación de semillas, condiciones favorables edáficas y climáticas en la germinación.

3.4 MANEJO DE SOMBRA, TEJIDO PRODUCTIVO Y REPOBLACIÓN DE CAFETALES

3.4.1 OBJETIVOS

- a) Capacitar a los caficultores sobre el manejo adecuado, tipos, ventajas y los diferentes especies de árboles utilizados para sombra en distintos terrenos con plantaciones de café.

- b) Realizar manejo de tejidos en plantaciones viejas de café, corregir prácticas inadecuadas en el manejo de tejidos y repoblar plantaciones de café en terrenos con baja densidad por unidad de área.

3.4.2 METODOLOGÍA

Se realizaron giras de campo en cafetales manejados adecuadamente. para observar el manejo de sombra que poseía cada cultivo. Posteriormente, se capacitó a los caficultores sobre el manejo de la sombra en café y se realizaron asistencias técnicas en plantaciones de café, donde árboles de sombra fueron podados, y que fué modelo para los caficultores en la mejora de las condiciones favorables del buen funcionamiento de cafetales. Se realizaron capacitaciones teóricas y prácticas en manejo de tejidos productivos en diferentes terrenos y edades del cultivo de café. Se realizaron prácticas como aprendizaje en plantaciones viejas y abandonadas, previo a esto se capacitaron a caficultores. El manejo de las plantaciones de café consistió en la recepa debido a la edad de los cultivos (20 años) en la mayoría de los terrenos. Se realizó en época lluviosa del año. Semanalmente se programaban visitas en cultivos de café en diferentes zonas donde se recomendó soluciones de las situaciones particulares.

3.4.3 RESULTADOS

Se cuantificaron 14.9 ha de café en diferentes tipos y sistemas de poda. 1.57 ha se receparon, 1.4 ha con actividad de descope y 2.53 ha con práctica de despunte. Algunos realizaron la selección por planta (3.23 ha) y el agobio en plantaciones de café donde el diámetro de tallos no eran adecuados a la recepa (0.7 ha) (ver cuadro 5A). En sistema de poda, los caficultores practicaron la selección de plantas (1.52 ha), podas en lotes completos (4.49 ha) y podas alternos (0.7 ha). Las podas por surcos en ciclos no se practicaron, pero pueden realizarse en años venideros (ver cuadro 6A). Todos los cultivos de café donde realizaron recepas y practicaron el deshije. Algunos caficultores notaron bajas densidades por unidad de área (0.7 ha), y decidieron repoblarlos.

Tipos de sombras de mayor cantidad fue permanente (11.7 ha) con árboles de *Ingas* spp., gravileas y aguacate, en diferentes edades y variedades. Las sombras temporales (1.79 ha) fueron higüerillo y algunas plantas de cuernavaca. La cuernavaca

actualmente no es recomendable por ser hospedero de *Xillela* spp. Mientras las sombras provisionales (1.48 ha) se cultivaron especies de gandul, Tephrosia y Crotalaria (ver cuadro 7A). En cultivos viejos de café poseían árboles muy grandes, fueron analizados según sombra aportada y se determinó la tala y/o podas de ellos. Algunos cultivos de café tenían sombra temporal, con funciones de sombra permanente; debido al mal manejo de ésta práctica.

3.4.4 EVALUACIÓN

Los caficultores comprendieron, analizaron y realizaron el manejo adecuado de la sombra en cultivos de café. Las diferentes etapas en que se encuentran los cafetales necesitaban diferentes tipos de sombra, que da ventaja a cafetales crecer y desarrollarse adecuadamente. En terrenos secos se desarrolla bien las especies de gravileas, mas sin embargo se recomienda las *Ingas* spp. por sus cualidades especiales. Plantaciones viejas de café fueron recepadas, luego de 3 meses fueron deshijadas. Inapropiadas prácticas de manejo de tejidos fueron corregidas, comparando con prácticas adecuadas. Se repoblaron terrenos de café de baja densidad por área, ocasionado por plagas y enfermedades del suelo; o por efectos nutricionales del suelo.

3.5 CONSERVACIÓN DE SUELO

3.5.1 OBJETIVO

- a) Capacitar a los caficultores sobre los métodos de conservación de suelo en diferentes condiciones topográficas de los cultivos y evitar las malas prácticas agrícolas en los cafetales.

3.5.2 METODOLOGÍA

Giras de campo fueron importantes para el desarrollo de este servicio al observar problemas y dificultades de las distintas situaciones de erosión en los cultivos de café. La capacitación teórica realizada fue precisa para entender el fenómeno de la erosión del suelo que sucede anualmente en los cultivos. Las observaciones realizadas en otros cultivos tanto adecuadas e inadecuadas, se tomaron conceptos y planes de manejo en la conservación del suelo que beneficia el crecimiento y desarrollo del cafetal. Los métodos

que se planificaron en la conservación de suelos, dependieron de las condiciones de topografía y fuentes de recursos para implementar cierto método que contrarresta el efecto de la erosión provocada por fenómenos naturales como humano.

3.5.3 RESULTADOS

Las condiciones de topografía y la cobertura de los terrenos son variadas, donde se implementaron diferentes técnicas de conservación del suelo. Se construyeron parcialmente barreras muertas utilizando piedras existentes en el lugar y algunos trozos de madera para evitar la erosión hídrica. La mayoría de cultivos de café poseen sombra que es utilizado como cortinas rompevientos y poseen cualidades de amortiguar gotas de lluvia, produce hojarasca y fuente de nutrientes. Los caficultores entendieron el efecto de las malas prácticas agrícolas donde favorecen las erosiones hídricas y eólicas, llevando a la improductividad de los suelos y baja producción y calidad del producto.

3.5.4 EVALUACIÓN

Los métodos de conservación de suelos fueron otras alternativas para que los caficultores conservan sus cultivos en buena producción y mantenerlos por largo tiempo. Los caficultores practicaron algunos métodos de conservación de suelos y así evitaron erosiones naturales como humanas, según las estaciones climáticas en cada año. Las quemadas de rastrojos, limpiezas con azadón, cultivos sin contornos, entre otros; fueron prácticas reducidas a ejercer en los cultivos de café.

3.6 BROCA DEL CAFÉ (*Hypothenemus hampei*) y MANEJO DE ENFERMEDADES

3.6.1 OBJETIVOS

- a) Capacitar a los caficultores sobre el reconocimiento del insecto (*Hypothenemus hampei*) morfológicamente y los daños que causa, realizando muestreos y el método de control a utilizar desde el campo hasta la comercialización.
- b) Conocer la naturaleza de las enfermedades y su relación que existe entre los factores ambientales y las prácticas culturales (manejo de sombra, nutrición vegetal, limpieza, otros) en el desarrollo de éstas, en diferentes estaciones del año.

3.6.2 METODOLOGÍA

Se realizaron giras de campo para reconocer la broca del café, sus formas de vida, el ataque directo al grano y su ambiente favorable para su crecimiento y desarrollo, así como sus hospederos. Se capacitó a los caficultores sobre la importancia del urgente control. Posteriormente, los caficultores realizaron práctica de muestreo de incidencia y severidad de la broca del café en diferentes edades y condiciones microclimáticas de cada cultivo de café. Con ayuda a los avances tecnológicos y experiencia de ANACAFE, apoyaron a aplicar trampas tipo etológicas. Los caficultores realizaron prácticas culturales de repena, pepena y buena fertilización para evitar la proliferación de esta plaga. En la cosecha 2003-2004, el defecto del café pergamino causado por esta plaga fue muy alto. Los orificios de los granos presentaron indicios de proliferaciones de hongos y aumento de granos de bajo peso clasificados como café vano. Los caficultores recibieron capacitación teórica y práctica sobre el reconocimiento de las enfermedades del café, y la relación que existe con los manejos culturales inadecuados, la nutrición desbalanceada y las condiciones ambientales que se presentan en cada estaciones del año. Por último, los caficultores fueron capacitados sobre el control y manejo de las enfermedades, utilizando métodos culturales y químicos, dependiendo del sistema de producción que ellos manejen.

3.6.3 RESULTADOS

Los caficultores reconocieron las características morfológicas, los niveles de daños, técnicas de muestreos y diferentes métodos de control de la broca del café. La calidad de café pergamino y café en oro se redujo aproximadamente en 10% de daños por la plaga en relación al año anterior, según control de calidad en informes del beneficio Santiago La Laguna. La construcción de las trampas etológicas fue muy práctica y eficiente en el trapeo. En plantaciones con sombra densa, cada trampa capturó hasta 50 insectos. Por la mejoría del costo del café, los caficultores han recolectado (pepenado y repena) restos de café olvidados en suelos y en la planta, en el campo definitivo (cuadro 8A). Las condiciones climáticas favorables para el crecimiento y desarrollo de este insecto, son factores a controlar y a reducir las poblaciones. También, los caficultores participaron en la capacitación teórica de la naturaleza de las enfermedades, principalmente fungosas, y la relación que existe en el ambiente que los rodea y las prácticas culturales inapropiadas

que se realiza. Para la roya (*H. vastatrix*) del café se realizaron manejo de sombra, saneo y nutrición vegetal, o sembrar var. Catimor. Para manejar y controlar el ojo de gallo (*M. citricolor*) y mal de hilachas (*P. koleroga*) se efectuaron manejo de sombra, podas y limpiezas. Para el control del mal rosado fue necesario desombrar, limpiezas y podas. El control y manejo de antracnosis (*C. coffeanum*) y la mancha de hierro (*C. coffeicola*), fue necesario la adecuada fertilización, utilizar acequias en suelo arcilloso y uniformizar sombra en época seca. Para el control de la *Phoma* spp. en retoños se deshijaron hasta lignificarse, siendo esto hasta los 10 meses después de las recepas, desombrados frecuentes evitando nubosidad. Por último, aplicar caldo bordelés, a) 5 onzas sulfato de cobre, b) 5 onzas de cal dolomítica, c) ¼ jabón negro (adherente) y d) 4 gal de agua (2).

3.8.4 EVALUACIÓN

Los caficultores reconocen la morfología y los daños que ocasionan la broca del café desde el campo definitivo y afecta la comercialización de este producto en el futuro por baja calidad. El método de muestreo de la broca del café y la ayuda del daño económico son de vital importancia para que los caficultores comprendan la magnitud del daño. Las técnicas utilizadas para contrarrestar el ataque y daño de este insecto son muy fáciles, se contruye con menor dificultad. Las técnicas culturales de repena y pepena son también fuentes de ingresos. Los caficultores entienden ahora el comportamiento de los hongos que causan severas enfermedades y que baja la calidad del producto. El control de éstas enfermedades fungosas, se puede realizar utilizando métodos culturales (manejo de sombras adecuadas, buena fertilización, manejo de tejidos) y conocer los cambios climáticos de la región. En hongos de proliferación severa en época lluviosa se controla con caldo bordelés.

3.10 NUTRICIÓN VEGETAL Y LA ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO

3.10.1 OBJETIVOS

- a) Capacitar a los caficultores sobre el muestreo de suelo, nutrición vegetal, plan de fertilización en el cultivo del café y la relación de la fenología de la planta con los elementos nutricionales.

- b) Aprovechar los subproductos agroindustriales (pulpa de café) en abono orgánico, aplicandolos en plantaciones de café y así, disminuyendo la contaminación ambiental del lugar.

3.6.2 METODOLOGÍA

Se observaron plantaciones con altas deficiencias nutricionales comparando con otros cultivos con nutrición balanceada. Posteriormente, se impartió capacitación sobre la fenología de la planta, muestreo de suelos, descripción de elementos esenciales en los vegetales y sus funciones y el plan de fertilización. Se realizaron giras de campo e hicieron muestreos de suelo que fueron examinados en el laboratorio de ANACAFE y luego, se realizó análisis de gabinete. Por último, las recomendaciones necesarias que comprenden; el tipo y la cantidad de fertilizantes y el tiempo donde se realiza la actividad.

Se construyeron aboneras con medidas de 4 m de largo, 2 m de ancho y 1 m de grosor. Se adicionaron material verde, ceniza, microorganismos efectivos y posteriormente se tapó con suelo del lugar. Luego, se realizaron riegos y volteos según el proceso de descomposición que indicaba la temperatura tomada. El producto obtenido en 1 mes, fue utilizado en el campo definitivo. Las cantidades utilizadas por planta dependía de la inversión del caficultor. Se utilizaron en cafetales de diferentes edades con distancia de 40 cm del tronco de la planta en media luna o en zanjas entre surcos.

3.6.3 RESULTADOS

Los caficultores previo a crear un plan de fertilización, realizaron muestreos de suelo y reconocieron la situación actual del terreno para utilizar adecuadamente los fertilizantes. Para los caficultores fue necesario conocer la fenología de la planta y la relación que existe con los elementos nutricionales. Según la etapa del cultivo, fue fácil para el caficultor la aplicación del elemento nutricional particular y los fertilizantes comerciales a utilizar. Así también, muchos de estos caficultores decidieron cambiar el sistema de producción convencional a producción orgánica debido a la fácil preparación de los abonos orgánicos y a bajo costo. Se realizaron 150 aboneras utilizando pulpa de café y microorganismos efectivos. El 10.4% de los caficultores participaron en la elaboración de abono orgánico. El beneficio Santiago La Laguna y los caficultores

trabajaron en conjunto para lograr la aplicación de abonos orgánicos (y consecuentemente los elementos esenciales) en cafetales de diferentes edades y situaciones de los cafetales.

3.6.4 EVALUACIÓN

Anteriormente, los caficultores poseían problemas en la fertilización de sus cultivos; desconocían el tipo, cantidad y cuando fertilizar. Posteriormente, con muestreos de suelo y análisis de los datos fueron importantes en el plan de fertilización de cada cultivo. Con ayuda de capacitaciones sobre la fisiología vegetal principalmente en café y las funciones de cada elemento esencial, ayudaron a tomar decisiones apropiadas en la nutrición vegetal. Ahora, los fertilizantes comerciales existentes son ya obsoletos para los caficultores, porque ya conocen sus cualidades físicas y químicas, y la conversión de costo-beneficio que ellos obtienen al producir convencionalmente que la alternativa orgánica. Ya que puede procesar el subproducto agroindustrial (pulpa de café) que es desperdicio y contaminante en la región. Por el aprovechamiento de éste, los caficultores contribuyen a disminuir la contaminación ambiental que provoca malos olores, proliferación de plagas y posiblemente indicios de nuevas enfermedades respiratorias. Los métodos de aplicación de la materia orgánica en cultivos de café son fáciles, entendibles y ejecutables.

3.11 TRATAMIENTO AGUAS MIELES

3.11.1 OBJETIVO

- a) Reducir los efectos nocivos de las aguas residuales, tratando los componentes oxidativos y utilizando sus propiedades nutricionales (fertilizantes foliares) en el cultivo de café; en la zona del beneficio Santiago La Laguna.

3.11.2 METODOLOGÍA

Posteriormente del proceso de despulpado y la eliminación del mucílago en el lavado por las desmucilagadoras, la cantidad de agua utilizada fue depositada en la laguna anaeróbica, donde empezó su proceso de tratamiento, y bajo manejo cuidadoso, se logró un insumo de alto valor nutritivo para cultivos agrícolas, como: café, aguacate,

maíz, frijol, hortalizas y otros. Para éste proceso fue necesario la acción de ciertas bacterias saprofitas y benéficas, conocidas como microorganismos eficaces.

3.11.3 RESULTADOS

La reducción de malos olores y la población de insectos fueron efectos del tratamiento de las aguas mieles con el uso de microorganismos efectivos, lo cual han reducido el problema del impacto ambiental. Ha aumentado también, el uso de fertilizantes foliares orgánicos en los cafetales y otros cultivos. Previo al uso de éste, se realizó pruebas y experimentos sobre la dosis y frecuencia de uso en los diferentes edades de cultivos, utilizando 2 litros de éste producto tratado por bomba de aspersion de 4 galones, proceso que se realizó antes de la época lluviosa.

3.11.4 EVALUACIÓN

El uso de la laguna anaeróbica para aguas residuales ubicada a 200 m del lago de Atitlán, el reposo de este subproducto y el uso de los microorganismos efectivos son parte fundamental en la conservación del ambiente de la zona, debido a la reducción del mal olor, que contrarresta las poblaciones de insectos dañinos a la salud humana, entre otros. El uso de microorganismos efectivos poseen propiedades degradables que durante el reposo de agua residuales entran en proceso de desnaturalizacion y mineralizacion que posteriormente resulta con cualidades nutritivas a cualquier tipo de cultivo anual o perenne.

V. ANEXOS

Cuadro 1: Días de almacenamiento de café pergamino en bodega del Beneficio Santiago La Laguna.

Partida	Lote	ALMACENADO		Días almacenados	TEMPERATURA	
		Fecha de punto	Fecha de salida		Mínima	Máxima
46	1	31/01/2004	20/02/2004	19	8°	28°
47	2	31/01/2004	20/02/2004	19	8°	28°
48	3	02/02/2004	20/02/2004	19	8°	28°
49	4	04/02/2004	25/02/2004	20	8°	28°
50	5	04/02/2004	25/02/2004	20	8°	28°
51	6	06/02/2004	25/02/2004	18	8°	28°
59	7	12/02/2004	05/03/2004	20	8°	28°
60	8	14/02/2004	05/03/2004	18	8°	28°
61	9	17/02/2004	10/03/2004	21	8°	28°
67	10	23/02/2004	12/03/2004	17	9°	28°
68	11	24/02/2004	12/03/2004	16	9°	28°
69	12	26/02/2004	12/03/2004	14	9°	28°
72	13	01/03/2004	01/04/2004	34	10°	29°
73	14	03/03/2004	01/04/2004	31	10°	29°
80	15	08/03/2004	13/04/2004	34	11°	29°
83	16	09/03/2004	13/04/2004	33	11°	29°
85	17	11/03/2004	13/04/2004	31	11°	29°
89	18	16/03/2004	13/04/2004	26	11°	29°
97	19	24/03/2004	13/04/2004	19	11°	29°
98	20	24/03/2004	13/04/2004	19	11°	29°
			Promedio	22		

Fuente: Beneficio Santiago La Laguna, 2004

Cuadro 2: Porcentaje de incidencia de hongos asociados a granos de café pergamino y oro en 20 lotes provenientes del Beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá.

HONGO	Número de lote																				%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Pergamino sin desinfectación																					
<i>Sphaerosporium</i> spp.	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0.55
<i>Pestalotiopsis</i> spp.	2	2	4	1	0	2	10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.1
<i>Rhizopus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0.35
<i>Monilia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	1	3	0.6
<i>Curvularia borrieriae</i>	10	5	2	3	0	2	9	1	3	1	3	1	4	1	0	0	2	1	1	2	2.55
<i>Chaetomium</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epicoccum</i> spp.	11	25	20	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9
<i>Verticillium</i> spp.	1	1	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0.8
<i>Nigrospora</i> spp.	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
<i>A. carbonarius</i>	8	4	8	1	0	8	12	8	10	1	2	1	0	5	0	1	4	1	15	1	4.5
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. ochraceus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0.2

Continuación cuadro 2

<i>Penicillium</i> spp.	3	1	7	1	1	12	1	1	4	3	11	4	10	9	2	2	4	1	8	0	4.25
% de contaminación	3.2	3.2	4.1	0.5	0.2	2.0	2.7	0.8	1.4	0.4	1.4	0.5	1.3	1.4	0.3	0.4	1.2	0.5	2.2	0.6	
% cont. micotóxicos	0.8	0.4	1.2	0.2	0.1	1.5	1.0	0.7	1.1	0.3	1.0	0.4	0.8	1.2	0.2	0.2	0.6	0.2	1.8	0.2	
Pergamino con desinfección de NaClO al 1%																					
<i>Sphaerosporium</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pestalotiopsis</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizopus</i> spp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.1
<i>Monilia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curvularia borrieriae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetomium</i> spp.	4	1	1	0	2	6	2	3	0	13	10	6	5	3	10	1	2	3	7	2	4.05
<i>Epicoccum</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verticillium</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nigrospora</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. carbonarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. ochraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
% de contaminación	0.3	0.1	0.2	0.0	0.2	0.5	0.2	0.3	0.0	1.0	0.8	0.5	0.4	0.2	0.8	0.1	0.2	0.3	0.5	0.2	
% cont. micotóxicos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0												
Oro con desinfección de NaClO al 1%																					
<i>Sphaerosporium</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pestalotiopsis</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizopus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.1
<i>Monilia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Curvularia borrieriae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetomium</i> spp.	0	0	0	0	1	6	0	0	3	10	6	1	0	43	1	0	0	0	0	0	3.55
<i>Epicoccum</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Verticillium</i> spp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
<i>Nigrospora</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. carbonarius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>A. ochraceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium</i> spp.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
% de contaminación	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.1	0.0	0.2	0.8	0.5	0.1	0.0	3.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
% cont. micotóxicos	0.2	0.0	0.1	0.0																	
Oro sin desinfección de NaClO																					
<i>Sphaerosporium</i> spp.	3	1	1	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	2	0	1	5	0	6	0	1.3
<i>Pestalotiopsis</i> spp.	0	0	0	5	0	0	0	1	1	0	0	10	0	5	0	1	0	0	0	0	1.15
<i>Rhizopus</i> spp.	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0.35
<i>Monilia</i> spp.	0	0	1	0	0	0	1	1	1	12	1	1	1	0	0	0	2	3	0	1	1.25
<i>Curvularia borrieriae</i>	2	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3	5	3	1	0	1	0	1.1
<i>Chaetomium</i> spp.	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	16	1	0	1	3	0	2	1.4
<i>Epicoccum</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05
<i>Verticillium</i> spp.	0	1	0	6	1	3	0	1	0	3	0	10	2	2	1	3	2	0	1	0	1.8

Continuación cuadro 2

<i>Nigrospora</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0.1
<i>A. carbonarius</i>	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	3	0	0.8
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
<i>A. ochraceus</i>	0	0	1	3	0	0	2	0	0	0	0	2	0	1	0	0	8	2	3	13	1.75
<i>Penicillium</i> spp.	1	2	3	0	0	5	5	0	0	0	1	1	18	0	0	0	4	2	7	12	3.05
% de contaminación	0.5	0.7	0.6	1.1	0.4	0.7	1.2	0.5	0.8	1.3	0.2	1.9	1.7	2.4	0.6	0.6	2.1	0.8	1.6	2.2	
% cont. micotóxicos	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.4	1.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	1.4	0.2	0.1	0.0	1.1	0.3	1.0	1.9	

Cuadro 3: Rendimiento y tratamiento de café pergamino en proceso húmedo y secado de lotes de café pergamino en el beneficio Santiago La Laguna.

Fecha	Lote	Horas Fermento	Secado en patio	Secado en plástico negro		Días de secado	Maduro (qq)	Pergamino (qq)	Rend.
				Depositado	Fecha de punto				
19-01-04	1	17	36	22-01-04	31-01-04	10.50	971.98	184.12	5.28
20-01-04	2	15	36	23-01-04	31-01-04	9.50	1068.01	209.26	5.10
21-01-04	3	16	36	24-01-04	02-02-04	10.50	995.92	191.60	5.20
22-01-04	4	17	36	25-01-04	04-02-04	11.50	1036.86	198.99	5.21
23-01-04	5	17	36	26-01-04	04-02-04	10.50	886.66	172.44	5.14
24-01-04	6	17	72	27-01-04	06-02-04	13.00	980.13	189.81	5.16
03-02-04	7	17	36	06-02-04	12-02-04	7.50	910.48	174.36	5.22
04-02-04	8	17	36	07-02-04	14-02-04	8.50	817.02	160.20	5.10
05-02-04	9	17	36	08-02-04	17-02-04	10.50	765.07	145.82	5.25
12-02-04	10	17	36	15-02-04	23-02-04	9.50	679.57	129.47	5.25
13-02-04	11	17	36	16-02-04	24-02-04	9.50	651.62	128.06	5.09
14-02-04	12	17	36	17-02-04	26-02-04	10.50	791.78	152.72	5.18
18-02-04	13	17	36	21-02-04	01-03-04	10.50	653.87	128.47	5.09
19-02-04	14	17	36	22-02-04	03-03-04	11.50	592.21	101.61	5.83
27-02-04	15	17	48	01-03-04	08-03-04	9.00	444.52	84.62	5.25
02-03-04	16	17	36	05-03-04	09-03-04	5.50	285.50	54.53	5.24
04-03-04	17	17	36	07-03-04	11-03-04	5.50	261.85	50.34	5.20
09-03-04	18	17	36	12-03-04	16-03-04	5.50	169.39	33.88	5.00
18-03-04	19	15	36	21-03-04	24-03-04	4.50	58.85	11.66	5.05
19-03-04	20	15	24	21-03-04	24-03-04	4.00	42.05	8.45	4.98

Fuente: Beneficio Santiago La Laguna, Santiago Atitlán, Sololá.

Cuadro 4: Tipos de sistema de producción de café realizada en S. Atitlán, Sololá, 2004.

Tipo de Caficultora					
Nombre del caficultor	No. Cuerdas	Natural	Convencional	Orgánico	Cuerdas tratadas
					con pulpa de café
Diego Maximiliano Tziná Sicay	10	3	3	4	2
Jose Ramirez Yatáz II	11	0	0	11	11
María Sapalú	40	0	30	10	8
Gaspar Chicajau Petzey	16	0	11	5	5

Continuación cuadro 4

Domingo Coó Sicay	10	0	10	0	0
Diego Sosof Mendoza	20	0	13	7	5
Leon Reanda Quiejú	60	30	25	5	5
Esteban Sapaquí Reanda	10	6	2	2	0
José Sojuel Ramírez	50	5	25	20	15
José Ramirez Yatáz	50	0	10	40	40
Jose Ramirez Tziná	50	5	10	35	20
Gaspar Coché Sosof	15	10	3	2	2
TOTAL (Cuerda)	342	59	142	141	113
Total (Ha.)	14.9	2.57	6.19	6.15	4.93

Cuadro 5: Resultado de podas realizadas en café en la región de Santiago Atitlán.

	No. de Cuerdas	TIPOS DE PODA				
		Recepa	Descope	Despunte	Selectiva por planta	Agobio o Guatemala
Nombre del caficultor						
Diego Maximiliano Tziná Sicay	10	3	-	-	2	-
Jose Ramirez Yatáz II	11	8	-	-	-	-
María Sapaquí	40	5	3	10	8	2
Gaspar Chicajau Petzey	16	6	1	2	3	-
Domingo Coó Sicay	10	1	1	-	2	1
Diego Sosof Mendoza	20	7	2	-	5	-
Leon Reanda Quiejú	60	10	5	10	15	5
Esteban Sapaquí Reanda	10	2	-	1	3	-
José Sojuel Ramírez	50	20	5	9	6	2
José Ramirez Yatáz	50	3	10	15	7	-
Jose Ramirez Tziná	50	2	5	10	20	4
Gaspar Coché Sosof	15	1	-	1	3	2
TOTAL (Cuerda)	342	68	32	58	74	16
Total (Ha.)	14.9	2.96	1.4	2.53	3.23	0.7

Cuadro 6: Resultado de sistemas de podas en café en Santiago Atitlán, Solola, 2004.

Nombre del caficultor	SISTEMA DE PODA						Replacion cafetales
	Selectiva	En lote completo	Poda por Surcos				
			Alternos	ciclo 4 años	Ciclo 5 años	Deshije	
Diego Maximiliano Tziná Sicay	-	3	-	-	-	3	-
Jose Ramirez Yatáz II	-	8	-	-	-	8	-
María Sapaquí	7	11	3	-	-	5	9
Gaspar Chicajau Petzey	2	7		-	-	6	1
Domingo Coó Sicay	2	2	-	-	-	1	-
Diego Sosof Mendoza	3	9	1	-	-	7	1
Leon Reanda Quiejú	6	15	5	-	-	10	-
Esteban Sapaquí Reanda	-	2	-	-	-	2	-

Continuación cuadro 6

José Sojuel Ramírez	4	25	-	-	-	20	-
José Ramirez Yatáz	3	13	2	-	-	3	4
Jose Ramirez Tziná	6	7	5	-	-	2	-
Gaspar Coché Sosof	2	1	-	-	-	1	1
TOTAL (Cuerda)	35	103	16	0	0	68	16
Total (Ha.)	1.52	6.4	0.7	0.00	0.00	2.96	0.7

Cuadro 7: Resultado de manejo de sombras en café en Santiago Atitlán, Sololá, 2004.

Nombre del caficultor	TIPO DE SOMBRA			
	No. Cuerdas	Provisional	Temporal	Permanente
Diego Maximiliano Tziná Sicay	10	0	2	8
Jose Ramirez Yatáz II	11	4	3	8
María Sopalú	40	6	2	30
Gaspar Chicajau Petzey	16	2		8
Domingo Coó Sicay	10	0	2	10
Diego Sosof Mendoza	20	4	3	15
Leon Reanda Quiejú	60	10	15	45
Esteban Sopalú Reanda	10	0	1	9
José Sojuel Ramírez	50	5	2	40
José Ramirez Yatáz	50	3		45
Jose Ramirez Tziná	50	0	10	39
Gaspar Coché Sosof	15	0	1	12
TOTAL (Cuerdas)	342	34	41	269
Total (Ha.)	14.9	1.48	1.79	11.7

Cuadro 8: Resultado de control de la broca del café en Santiago Atitlán, Sololá, 2004.

Control de la Broca						
Nombre del caficultor	No. Cuerdas	Trampas		Repena	Muestreo	Parasitoides
		etológicas	Pepena			
Diego Maximiliano Tziná Sicay	10	7	5	5	7	0
Jose Ramirez Yatáz II	11	3	3	3	3	0
María Sopalú	40	35	5	5	35	0
Gaspar Chicajau Petzey	16	10	2	2	10	0
Domingo Coó Sicay	10	9	2	2	9	0
Diego Sosof Mendoza	20	13	13	13	13	0
Leon Reanda Quiejú	60	50	2	2	50	0
Esteban Sopalú Reanda	10	8	1	1	8	0
José Sojuel Ramírez	50	30	15	15	30	0
José Ramirez Yatáz	50	47	47	47	47	0
Jose Ramirez Tziná	50	45	40	40	45	0
Gaspar Coché Sosof	15	14	7	7	14	0
TOTAL (Cuerda)	342	271	142	142	271	0
Total (Ha.)	14.9	11.8	6.19	6.19	11.8	0.00

