

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA



**Análisis de la problemática de los cafecultores de Siltepec,
Chiapas, en torno a la afectación de la roya del café**

TESIS

PRESENTADA POR:

YESICA DALILA CIFUENTES VELÁZQUEZ.

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Buenavista, saltillo, Coahuila, México. Noviembre...de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA

Análisis de la problemática de los cafecultores de Siltepec
Chiapas, en torno a la afectación de la roya del café.

POR

YESICA DALILA CIFUENTES VELÁZQUEZ

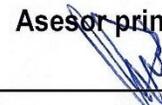
TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR

Aprobada por comité de tesis:

Asesor principal


Dr. Tomas Everardo Alvarado Martínez

Coasesor

Dr. Enrique Navarro Guerrero

Coasesor

M.A.E. Carlos Abrego Aguilera

Coordinador de División de Ciencias Socioeconómicas


Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa



Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre 2018

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Gracias a Dios por estar conmigo siempre, por ser el motor de mi vida, por no dejarme sola nunca, y porque gracias a ti he podido cerrar un ciclo maravilloso y muy grande en mi vida, gracias por todo lo que me has dado y por lo que ahora soy.

A mi Alma Terra Mater Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

A mi hermosa UAAAN la cual llevo en el corazón siempre, y a mi departamento de Socioeconómicas nido de muchos que como yo eligieron esta extraordinaria carrera y que, con mucho, orgullo, pasión y respeto representare.

A todos mis maestros de la carrera por sus conocimientos brindados, apoyo, paciencia, confianza y formación.

Tomas E. Alvarado Martínez

Por brindarme su apoyo, conocimiento y tiempo dedicado en este proyecto de investigación.

Carlos Abrego Aguilera

Gracias por el apoyo, conocimiento y tiempo brindado para este trabajo de investigación

Enrique Navarro Guerrero

Por brindarme su confianza, tiempo y conocimiento para llevar a cabo este trabajo de investigación

DEDICATORIA

A Dios

Por brindarme el don de la vida, por permitirme llegar hasta donde estoy, por darme sabiduría y entendimiento, por darme aliento y pasión por cumplir una de las tantas metas en mi vida.

A la Virgencita de Guadalupe

Gracias Madre mía por estar presente en los momentos más difíciles y en los momentos más felices, siempre iluminaste mi camino, me cuidaste en cada paso que di.

A mis padres:

Rosario Reynol Cifuentes González. El ser más importante en mi vida, a quien le debo todo, un gran hombre, trabajador, honrado, humilde, honesto. Gracias por tus regaños que me han llevado a ser mejor persona, valores que me inculcaste y siempre pondré en práctica, estoy muy orgullosa de ti papa, este logro está dedicado con mucho cariño para ti te amo.

Floriberta Velázquez González. La mujer más hermosa e importante en mi vida, eres una mujer extraordinaria, sencilla, humilde, con un gran corazón y te doy gracias por ser como eres, una mujer valiente que siempre quiso lo mejor para nosotros, luchando contra cualquier circunstancia para darnos lo mejor, me diste el amor suficiente, me formaste como buena persona con regaños, consejos, y sobre todo palabras de aliento que me llevaron por buen camino. Este éxito logrado está dedicado con todo mi amor para ti mamita te amo

A mis hermanos:

Joel, Eliber y Enain, por brindarme palabras de aliento, por estar siempre presentes en los buenos y malos momentos, por compartir momentos de sus vidas conmigo, ustedes son una parte muy importante de mi vida.

A mis hermanas:

Crisanda y Norelia, siempre me han apoyado, me han aconsejado han estado conmigo en las buenas y en las malas y espero contar siempre con sus apoyos, ustedes forman una parte fundamental en mi vida las amo.

A mis sobrinos:

Alan Joseph, Lindsay Giselle, Johana Marimar, Rebeca Nahomy, Axel Valentina y Cristel Brisamar; ustedes que siempre me recibían con una sonrisa, gracias por existir en mi vida, los amo.

A mi abuelo:

Amadeo Velázquez Ramírez; a ti abuelito gracias por ser un gran hombre, trabajador, bueno, sencillo y gracias a ti tengo a la madre más maravillosa del mundo, te quiero mucho abuelo.

Viridiana Roblero Moreno

A ti amiga por, brindarme tu compañía, gracias por ser mi cómplice por estar conmigo en las buenas y en las malas, por apoyarme con palabras de aliento y por hacer locuras conmigo. Muchas gracias por tu linda amistad te quiero mucho.

A Javier García.

Por esas palabras de aliento que me brindo cuando más las necesitaba y esos consejos que siempre los llevare en el fondo de mi corazón, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	1
Palabras clave	1
Introducción	2
Planteamiento del problema	3
Justificación	4
Objetivo general	5
Objetivos específicos.....	5
Hipótesis.....	5
CAPITULO I REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
1.1 Generalidades del cafeto.....	6
1.1.1 Origen de la planta	6
1.1.2 Descripción botánica de la planta.....	7
1.1.3 Clasificación taxonómica	7
1.2 Morfología de la planta	7
1.2.1 Sistema radical.....	7
1.2.2 Tallo.....	8
1.2.3 Ramas o bandolas.....	9
1.2.4 Hojas	9
1.2.5 Flores	10
1.2.6 Fruto.....	11

1.2.6.1 Partes del fruto	12
1.2.7 Semilla.....	12
CAPITULO II SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN MÉXICO	14
2.1. Fenología del cafeto	14
2.2 Condiciones climáticas para el cultivo	15
2.2.1 Altitud	15
2.2.2 Temperatura.....	15
2.2.3 Precipitación.....	16
2.2.4 Humedad relativa	17
2.2.5 Luz solar.....	17
2.3. Condiciones edáficas.....	18
2.3.1 pH.....	18
2.3.2 Textura	18
2.3.3 Relieve	19
2.3.4 Profundidad.....	19
CAPITULO III LA IMPORTANCIA DEL CAFÉ EN MÉXICO	20
3.1 Estados de México en los que se siembra café.....	21
CAPITULO IV. EL CAFÉ EN CHIAPAS	24
4.1 Municipios de Chiapas con mayor producción	24
4.2 Variedades resistentes	26
4.3 Variedades en producción en el estado de Chiapas.....	26
4.4 Principales variedades resistentes a la roya del cafeto hemileia vastatrix que se implementan en el estado de Chiapas.....	27
4.4.1 Costa rica 95 (catimor)	28
4.4.2 Oro azteca.....	28

4.5 Zona de estudio Siltepec, Chiapas	29
CAPITULO V. ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LA ROYA Y LA PROBLEMÁTICA.....	30
5.1 La roya anaranjada en Centroamérica	31
5.2 La roya del café en el año 2012	32
5.3 Enfermedad del cafeto.....	32
5.4 Clasificación taxonómica de la roya del café según (Bayer, 2008).....	33
5.5 Daños que provoca.....	33
5.6 Biología y epidemiología de la roya del cafeto	33
5.6.1 Sintomatología	34
5.6.2 Sobrevivencia.....	35
5.6.3 Dispersión	35
5.6.4 Multiplicación.....	35
5.7 Epidemiología	36
5.7.1 Hospedante	36
5.7.2 Patógeno	37
5.7.3 Factores de ambiente.....	38
5.8 Progreso de la enfermedad y factores que influyen.....	38
5.9 Progreso de la enfermedad	39
5.9.1 Primera etapa: crecimiento lento.....	39
5.9.2 Segunda etapa: crecimiento acelerado	40
5.9.3 Tercera etapa; crecimiento máximo y final	40
5.10 Ciclo de vida de la roya del café	40
CAPITULO VI. PRÁCTICAS CULTURALES PARA EL CONTROL DE LA ROYA	43
6.1 Poda	43

6.2 Factores a considerar antes de la poda.....	44
6.3 Tipos de poda.....	44
6.4 Épocas de poda.....	48
6.5 Selección de hijos.....	48
6.6 Fertilización	48
6.6.1 Nutrición mineral	49
6.6.2 Función de los elementos esenciales.....	49
6.6.3 Síntomas de deficiencias nutritivas	52
6.7 Implementación de árboles de sombra.....	55
6.8 Los Árboles y su papel para el manejo ambiental.	55
6.9 Regulación del microclima interno de la plantación	56
6.10 Efectos sobre niveles de sombra, temperatura y humedad.....	56
6.11 Protección del suelo y aporte de materia orgánica.....	57
6.12 Regulación de sombra.....	57
6.13 Función directa	57
6.14 Función indirecta	58
6.15 Manejo de la sombra	58
6.16 Como afecta el sombrero excesivo.....	58
6.17 Como afecta el deficiente sombrero	59
6.18 Clases de sombra.....	59
6.18.1 Sombra temporal.....	59
6.18.2 Sombra permanente.....	60
CAPITULO VII. RESULTADOS Y DISCUSION	61
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
Bibliografía.....	74

ANEXOS..... 76

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie y producción cafetalera en México, 2005.	20
Cuadro 2. Estados de México en los que se siembra café.	21
Cuadro 3. Composición porcentual de tipos de café sembrados por estado. ...	22
Cuadro 4. Delegaciones productoras de café en el estado de Chiapas, 2012. 25	

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología y distribución de raíces de una planta adulta de <i>C. arábica</i>	8
Figura 2. Morfología de la parte aérea del café.	8
Figura 3. Partes constitutivas de la flor del café	11
Figura 4. Fruto del cafeto (sección longitudinal).	13
Figura 5. Evolución del enfoque en la creación de variedades de café en América.....	28
Figura 6. Ubicación del municipio de Siltepec, Chiapas.	29
Figura 7. La dispersión de la roya anaranjada en el mundo y su fecha de detección.	31
Figura 8. Desarrollo de los síntomas provocados por la Roya del cafeto, A. Manchas traslucidas, B. Progreso de la infección, C. Lesiones viejas de la Roya.	34
Figura 9. Lesiones viejas de Roya presentes durante la época seca.	35
Figura 10. Progreso de los síntomas causados por <i>Hemileia vastatrix</i> , durante el proceso de infección de la Roya en las hojas de los cafetos.....	39
Figura 11. Ciclo de vida de la roya anaranjada del café (Avelino et al. 1999). .	40

Figura 12. Diagrama de flujo representando el ciclo de vida de Hemileia vastatrix (líneas discontinuas) y factores que lo afectan (líneas discontinuas): modificado de Avelino et al., 2004.	42
Figura 13. Poda costa rica o candelabro.	44
Figura 14. Recepa total.....	45
Figura 15. Poda agobio.....	45
Figura 16. descope.	45
Figura 17. Poda de cariño.....	46
Figura 18. Poda calavera.....	46
Figura 19. Poda Rock and roll.....	47
Figura 20. Zoqueo.....	47
Figura 21. Poda pulmón.....	47
Figura 22. Elaboración propia de resultados obtenidos de la encuesta.....	61
Figura 23. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	62
Figura 24. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	62
Figura 25. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	63
Figura 26. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	63
Figura 27. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	64
Figura 28. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	64
Figura 29. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	65
Figura 30. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	65
Figura 31. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	66
Figura 32. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	66
Figura 33. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	67
Figura 34. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	67
Figura 35. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	68

Figura 36. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	68
Figura 37. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	69
Figura 38. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	69
Figura 39. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	70
Figura 40. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	70
Figura 41. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.	71

Resumen

En el estado de Chiapas se cultiva principalmente granos como son maíz, frijol y café. El café ha sido desde hace muchos años el principal cultivo en producción, ya que este se adapta a terrenos con pendientes pronunciados, este cultivo encontró las condiciones adecuadas tanto climáticas y edáficas favorables para su crecimiento, factores que han hecho de este cultivo el más importante.

Los productores trabajan sus tierras con manejo de control cultural como son la poda, estas tienen fechas del año para llevarse a cabo, el deshierbe se pone en práctica después de la poda, el deshierbe se lleva a cabo cuando sea necesario y la sombra la manejan de diferentes maneras dependiendo del terreno, los árboles de sombra también requieren de podas ya que al no realizar esta práctica se puede tener un exceso de sombra, el cual permite que la enfermedad se propague de manera más rápida. También deben tener cuidado con la deficiencia de sombra, ya que el café requiere de humedad para su adecuado desarrollo y producción.

También manejan las variedades resistentes como son catimor, marago, oro azteca y sarchimor, para poder disminuir y/o controlar la enfermedad de la roya *Hemileia vastatrix* puesto que esta, no se puede eliminar del todo, ya que ha encontrado las condiciones climáticas favorables para su crecimiento y desarrollo. Los productores de este cultivo han preferido manejar la producción de café con el control cultural y genético para cuidar el medio ambiente y sobretodo cuidar la economía de los mismos ya que al implementar agroquímicos se requiere invertir de mucho dinero.

Palabras clave: café, roya, control

Introducción

Actualmente el café es el segundo commodity más valioso y más comercializado en el mundo, después del petróleo. El café, es una de las actividades más importantes dentro de la agricultura mexicana que se caracteriza por una serie de contrastes en todas las etapas de la cadena productiva siendo uno de los productos agrícolas de gran importancia económica y social del campo mexicano por la generación de una fuente de empleos, la cual se comercializa en los mercados nacionales e internacionales y es importante en las exportaciones de los países productores. Siendo el café un cultivo conservacionista, establecido en gran parte en terrenos montañosos y quebrados que difícilmente podrían ser explotados con otros tipos sin destruir el recurso suelo.

La producción y la productividad del café en México ha disminuido en las últimas tres décadas, afectada por varios factores, por la presencia de plantaciones de avanzada edad, uso de variedades poco productivas y no resistentes, pobre nutrición del cultivo, inadecuado control de malezas, alta incidencia de plagas y enfermedades, inadecuado control cultural y en general por un escaso o ningún manejo tecnológico de los cafetales, a la disminución en el precio internacional, a la caída en el rendimiento por el agotamiento de los cafetos y a los altos costos que enfrentan los productores.

La roya del café, producida por el hongo *Hemileia vastatrix*, es la principal y más devastadora enfermedad foliar que ataca al árbol de café y produce pérdidas que fácilmente pueden alcanzar el 30% de la producción; si los controles no son adecuados y oportunos en función de las condiciones de clima, las pérdidas pueden ser aún, mayores. Este no mata los árboles directamente, pero después de varias temporadas seguidas de seria defoliación, los árboles pierden su aptitud de producir nuevas ramas, en las

cuales nacen los frutos de la nueva temporada, dando naturalmente como resultado, una baja producción al año siguiente.

El cultivo requiere un manejo adecuado, con la aplicación de prácticas culturales como regulación de sombra, fertilización, deshierbes, deshierbas oportunas, podas de mantenimiento y control de enfermedades. Que en conjunto permiten obtener más y mejores cosechas de café.

Para tener un amplio conocimiento del cultivo del café es de fundamental importancia conocer la planta, su forma, constitución y funcionamiento básico de las partes principales y estructuras básicas que lo conforman, más adelante se enfatiza la relación existente entre los principales órganos de la planta, sus funciones en el crecimiento y desarrollo.

De igual manera ampliaremos el tema de la enfermedad acerca de la roya del café: sintomatología, epidemiología, ciclo de vida de la enfermedad y fases de la enfermedad que ataca al cultivo, también se analizarán las variedades resistentes que se están introduciendo en las propiedades de los cafeticultores chiapanecos y por último se dará a conocer las prácticas culturales que se pueden llevar a cabo para controlar la roya.

Planteamiento del problema

En México, La actividad cafetalera dentro de la agricultura es una de las más importantes a nivel nacional, tanto por el número de actores sociales que intervienen, como por su importancia económica, producto de los ingresos que se generan de su exportación. A pesar de la relevancia del café, sus productores enfrentan una serie de problemas que tienen que ver con sus condiciones de vida y producción.

La problemática que se aborda en esta investigación, es la presencia de la roya (*hemileia vastatrix*) del café, siendo esta una de las enfermedades foliares de mayor importancia económica que afectan al cultivo, considerándose este, el modo de subsistencia de muchos pequeños productores, sin embargo esto,

está terminando con los rendimientos del café provocando con esto, que los precios bajen y se obtenga menos beneficios económicos; propiciando con esto, una inestabilidad económica en las familias. En nuestro país la mayor parte de la producción está en manos de pequeños y medianos cafecultores, en su mayoría, campesinos indígenas.

La roya del café es sin duda la enfermedad más dañina, no solo es de mucha importancia económica para el cafecultor, sino también la más conocida y de peor fama de todas las enfermedades de las plantas tropicales. Se ha señalado a la roya del café entre las siete pestes y enfermedades más importantes de los últimos 100 años.

La roya del café, ha estado generando pérdidas, con precios muy bajos que no favorecen las necesidades de los productores; hasta ahora, no ha sido combatida del todo, simplemente, porque la roya tiene diferentes formas de propagarse y con esto los productores poco o nada pueden hacer para controlarlo y/o combatirlo.

Justificación

La cafecultura en México es una actividad estratégica fundamental muy importante en el sector agrícola, permitiendo el desarrollo económico y social del campo mexicano, siendo México el principal productor de café orgánico a nivel mundial.

Lo que se pretende en la presente investigación de tesis, es enfocarnos a la problemática que se enfrentan los productores de Chiapas, al ataque de la roya (*hemileia vastatrix*) del café, siendo esta, una de las mayores intervenciones, para que no se obtengan mayores volúmenes de producción, muchos de los productores dependen de la producción del cultivo ya sea para: alimentos, medicinas, educación de sus hijos, dependiendo de la misma manera para los requerimientos del cultivo, es decir los costos de producción, mano de obra etc.

Es por ello que se pretende generar información acerca del control cultural de la enfermedad y de las variedades resistentes a *Hemileia vastatrix*, tomándose en cuenta la roya como una de las más devastadoras enfermedades del cultivo, basándonos en las condiciones en la que se encuentran los productores, y en base a esto tomar las decisiones adecuadas, adquiriendo de esta forma la producción de café orgánico, dependiendo del funcionamiento de las unidades de producción que cada uno posee, se busca poner en práctica estrategias de control, que realmente sea conveniente para el pequeño y mediano cafecultor de los municipios y comunidades para lograr que este mejore su nivel de vida, una vez mejorando su producción, mejorara su ingreso.

Objetivo general

Analizar la problemática de los cafecultores en torno a la afectación de la roya del café e identificar el método de control genético y cultural de esta enfermedad.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar las variedades resistentes a *Hemileia vastatrix* que están implementado en el estado de Chiapas.
- ✓ Detectar de qué forma afecta la roya en el cultivo de café y en base a eso poner en práctica el método de control cultural, reduciendo el índice de la epidemia.

Hipótesis

H1: La introducción de variedades resistentes a la roya del cafeto "*Hemileia vastatrix*" permite disminuir la enfermedad y es más favorable para obtener mayor producción.

H2: Implementar el control cultural de manera adecuada y eficiente, permitirá obtener un cultivo resistente a los embates de la Roya.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Generalidades del cafeto

1.1.1 Origen de la planta

El primer registro histórico del café se sitúa en la antigua región de Abisinia, actual estado de Etiopía, en la región de Kaffa.

Existen diversas leyendas en relación al descubrimiento del origen del café, una de las más conocidas leyendas, nos dice que un pastor llamado Kaldi, conducía a su rebaño en Etiopía, un día las cabras encontraron unas plantas de café y observo una extraña reacción en su rebaño de cabras, las cuales comieron las bayas y masticaron las hojas de la planta. Al llegar la noche, los animales en lugar de dormir se pusieron a retozar alegremente, se mostraban muy intranquilas, nerviosas y muy activas durante toda la noche.

Ante esta reacción, decidió recoger las bayas y hojas de la planta y prepararse una infusión, encontrándola de un terrible sabor, tanto que opto por arrojar el resto de las bayas al fuego, su sorpresa fue muy grande conforme los granos se quemaban, se percibía un aroma demasiado atractivo, lo cual le indujo a prepararse una nueva infusión. He ahí que, el pastor descubrió, que, con las bayas de estas plantas, una vez tostadas, trituradas y mezcladas con agua caliente, se obtenía una agradable bebida, aunque amargo, tenía un aroma y un sabor muy agradable.

1.1.2 Descripción botánica de la planta

Se trata de un arbusto siempre verde, con un periodo pre-productivo de aproximadamente tres años, con una vida productiva que puede alcanzar los 40 años. Los cafetos son arbustos de 6 a 8 m de altura, al principio con un tronco principal, Es una planta de semi-sombra, que hay que proteger de los vientos y de las temperaturas bajas.

1.1.3 Clasificación taxonómica

REINO:	Vegetal
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
CLASE:	Dicotyledoneae
SUBCLASE:	Asteridae
ORDEN:	Rubiales
FAMILIA:	Rubiaceae
GENERO:	Coffea
ESPECIE:	Arábica, Canephora, Liberica etc.

1.2 Morfología de la planta

1.2.1 Sistema radical

La raíz es el órgano, que le proporciona el alimento a la planta y sirve para la absorción de agua y nutrientes de origen mineral y orgánico del suelo (Sotomayor y Duicela, 1993).

Las clases de raíces que tiene el cafeto son: pivotante, axiales o de sostén, laterales y raicillas.

Las pivotantes pueden considerarse como la raíz central, su longitud máxima en una planta adulta es de 50 a 60 cm. Las raíces axiales o de sostén y las laterales se originan a partir de la pivotante; de las laterales generalmente se desarrollan las raicillas que, en un alto porcentaje (80-90%), se encuentran en los primeros 30 cm del suelo con un radio de 2 a 2,5 m a partir de la base del tronco. Las raicillas son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrimentos a partir del suelo (Alvarado y Rojas 2007).

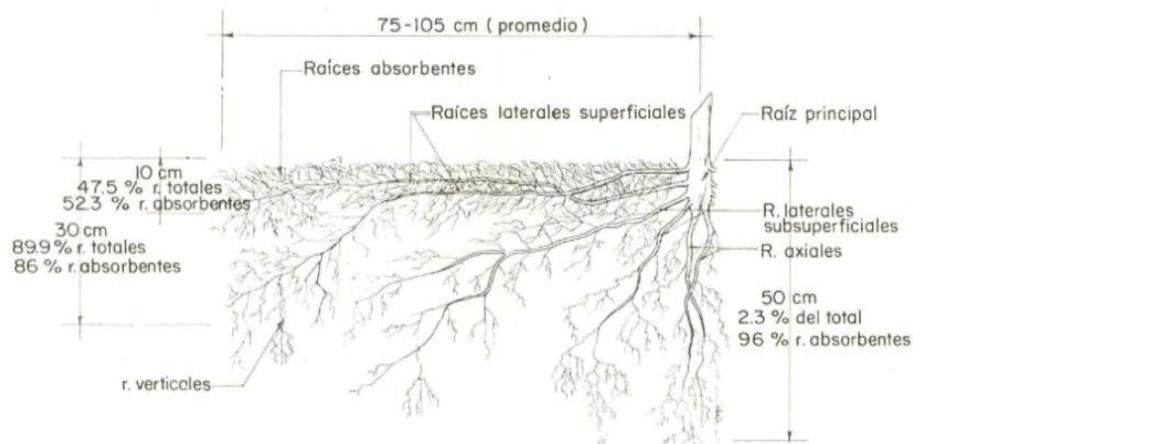


Figura 1. Morfología y distribución de raíces de una planta adulta de C. arábica.

1.2.2 Tallo

Presenta la particularidad de producir tres tipos de yemas que originan diferentes partes de la planta: el tallo, bandolas y hojas (Alvarado y Rojas 2007).

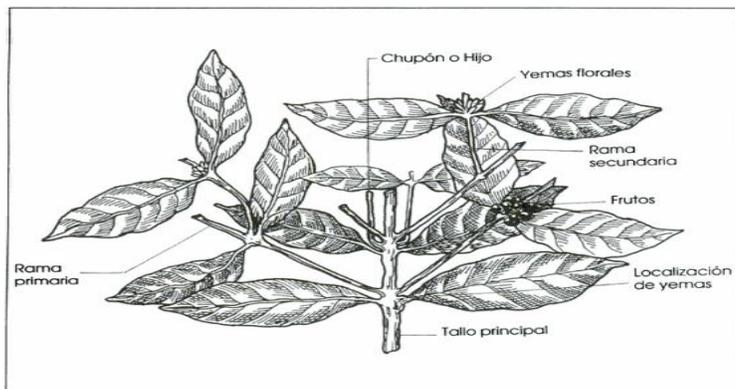


Figura 2. Morfología de la parte aérea del café.

1.2.3 Ramas o bandolas

Conocidas también como ramas laterales o ramas primarias.

Las ramas primarias son de gran importancia ya que cuando se pierden por cualquier causa o por enfermedad no llegan a renovarse. En cambio, las ramas secundarias y el tronco se pueden renovar a partir de las yemas vegetativas que se encuentran en estado latente en los nudos de las ramas localizadas cerca del punto de inserción de las hojas con las ramas principales (Sotomayor y Duicela, 1993).

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

1.2.4 Hojas

Para (Arcila) las hojas son órganos en los cuales se realizan los procesos fisiológicos más importantes que soportan el crecimiento y desarrollo vegetativo y reproductivo, estos son: la fotosíntesis, la respiración y la transpiración.

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual el gas carbónico del aire se combina con el agua absorbida del suelo y forma azúcares. Para que ocurra este fenómeno, es necesaria la presencia de la luz solar y de la clorofila (pigmento verde) de las hojas. Los azúcares producidos que se forman en las hojas son distribuidos al resto de la planta a través del floema, que es un conjunto de vasos de translocación localizados en la corteza. Estos azúcares forman los almidones, celulosas, grasas, aceite, alcaloides (cafeína) proteínas y sustancias que componen los tejidos de las plantas y desde luego, los frutos de café (Sotomayor y Duicela, 1993).

La respiración es la función fisiológica en la cual la planta utiliza parte de los hidratos de carbono fotosintetizados para obtener la energía necesaria para los procesos de crecimiento y desarrollo.

La transpiración es la función mediante la cual la planta elimina por los estomas el exceso de agua absorbida por el sistema radical.

La lámina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho (Alvarado y Rojas, 2007).

1.2.5 Flores

Flores hermafroditas y regulares, de receptáculo cóncavo, alojando al ovario y llevando en sus bordes un *cáliz* gamosépalo corto, de cinco divisiones poco pronunciadas (acompañados comúnmente de una capa de materia cerosa), algunas veces aun nulas. (Gómez, 2010)

Estos órganos de las plantas se desarrollan en las axilas de las hojas sobre tallitos llamados glomérulos. Generalmente se encuentran de 3-5 glomérulos en la base de cada hoja (Sotomayor Duicela, 1993).

En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales de 1 a 3 ejes, los que se dividen en 2 o 6 ramificaciones cortas de 2 a 4 mm coronando cada una en una flor la cual está formada por el cáliz, corola, estambres y pistilo. El cáliz es poco desarrollado y se encuentra asentado en la base de la flor. La corola es un tubo largo, de forma cilíndrica en la base que termina en cinco pétalos y mide de 6 a 12 mm; cuando el botón floral no se ha abierto es de color verde; conforme se va abriendo adquiere el color blanco. Los estambres son cinco y se encuentran insertos en el tubo de la corola, alternando con los pétalos. Son filamentos finos y sostienen anteras largas, las cuales se abren longitudinalmente cuando están maduras para liberar el polen. Las flores poseen un ovario supero con dos óvulos formando así el gineceo (Alvarado y Rojas, 2007).

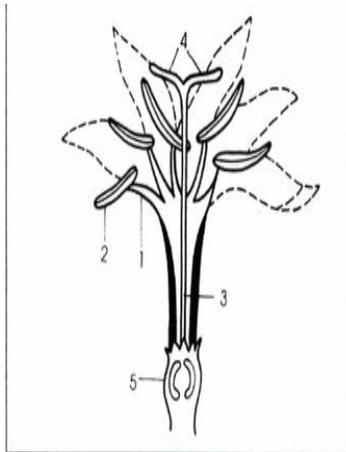


FIGURA 3
Morfología floral del café. 1) Estambre;
2) Anteras; 3) Pistilo; 4) Estigmas, y
5) Ovarios

Figura 3. Partes constitutivas de la flor del café

1.2.6 Fruto

Es una drupa oblonga o esférica más o menos carnosa, encerrando dos núcleos delgados y pergaminosos, más o menos fuertes, gruesos y resistentes, convexos hacia afuera y planos hacia adentro si son en número de dos. La cara plana presenta un surco vertical más o menos profundo que se ve reproducido en la semilla. La semilla se compone de un albumen cornea de color plumoso opaco, enrollado sobre sus bordes y conteniendo al interior un embrión excéntrico, dorsal próximo a la base del grano; sus cotiledones son foliáceos, elípticos y su radícula inferior y bastante larga. (Gómez, 2010).

Después de la fecundación, el ovario se transforma en fruto y sus dos óvulos en semillas. El fruto maduro es una drupa elipsoidal en los cultivares comerciales, ligeramente aplanada, cuyos tres ejes principales miden entre 12 y 18 mm de longitud, 8 y 14 mm de ancho y 7 y 10 mm de espesor. En el ápice queda el disco con una depresión central que corresponde a la base del estilo (Alvarado y Rojas, 2007).

Durante su desarrollo el fruto pasa por 5 etapas:

Etapas 1: primeras 7 semanas después de la floración (0 a 50 días), es una etapa de crecimiento lento, en la cual el fruto tiene el tamaño de un fosforo.

Etapa 2: semana 8 a 17 (50 a 120 días). El fruto crece en forma acelerada y adquiere su tamaño final, y la semilla tiene consistencia gelatinosa.

Etapa 3: semana 18 a la 25 después de la floración (120 a 180 días). La semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.

Etapa 4: semana 26 a la 32 (180 a 224 días). El fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.

Etapa 5: Después de la semana 32 (más de 224 días), el fruto se sobremadura y se torna de un color violeta oscuro y finalmente se seca. Después de la floración, el fruto alcanza su completa madurez. En esta etapa generalmente el fruto pierde peso.

1.2.6.1 Partes del fruto

1. Embrión - localizado en la superficie convexa de la semilla, orientado hacia el extremo en forma puntiaguda y conformada por un hipócotilo y dos cotiledones.
2. Endospermo: La semilla propiamente constituida.
3. Espermoderma: (Película plateada), envuelve la semilla (integumento seminal).
4. Endocarpio: (Pergamino, cascarilla), cubierta coriácea de color crema a marrón que envuelve la semilla.
5. Mesocarpio: (Mucílago, baba), de consistencia gelatinosa y color cremoso.
6. Epicarpio: (Cutícula, cáscara, pulpa), de color rojo o amarillo en su madurez, jugoso y envuelve todas las demás partes del fruto.

1.2.7 Semilla

Su principal componente es el endospermo, debido a que el embrión, que se encuentra en la parte basal es de tamaño muy reducido. El endospermo es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco

de la cara plana. Está protegido por una cubierta muy delgada conocida como película plateada y esta a su vez está protegida por el pergamino (Alvarado y Rojas, 2007).

La semilla está rodeada de una doble envoltura perfectamente adherida al albumen, del cual no se diferencia al principio. Cuando el fruto ha llegado a su mayor grado de desarrollo se encuentra entre la capa pergaminosa y el albumen una película sumamente tenue, espejisa y casi transparente, que resulta de la diferenciación del tegumento externo. Suele desarrollarse sólo un ovulo y entonces el grano único es convexo por toda la periferia y ocupa casi el centro del fruto, el lóculo estéril permanece rudimentario. (Gómez, 2010).

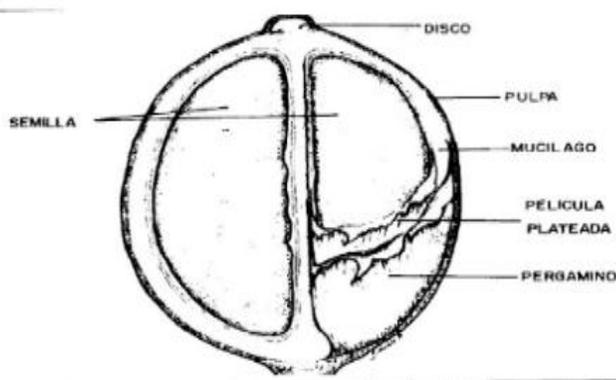


Figura 4. Fruto del cafeto (sección longitudinal).

CAPITULO II

SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN MÉXICO

2.1. Fenología del cafeto

Estado principal 0. Germinación y propagación vegetativa: la duración de esta fase es de aproximadamente 75 días y comprende, desde el momento posterior a la siembra, hasta que han emergido el primer par de cotiledones.

Estado principal 1. Formación de las hojas: este periodo comienza desde que el primer par de cotiledones ya se encuentran completamente abiertos, hasta que se han formado nueve pares de hojas.

Estado principal 2. Formación de las ramas: una vez llegado a este estado, las plantas de café ya se encuentran implantadas en el terreno definitivo.

Estado principal 3. Elongación de las ramas: en este periodo se produce la formación de nudos presentes en las ramas. El rendimiento del cafeto este sujeto a la cantidad de nudos presentes en las ramas laterales que hayan nacido en el año anterior.

Estado principal 4. Desarrollo de la inflorescencia: esta etapa engloba desde que se ven las yemas de las inflorescencias, hasta que se observan las flores con pétalos alargados, pero todavía cerrados.

Estado principal 5. Floración: se considera comenzada la etapa de floración cuando el 50% de las flores hayan emergido.

Estado principal 6. Desarrollo del fruto y de la semilla: al inicio de la fructificación los frutos son casi inapreciables, posteriormente comienza un aumento de tamaño, aunque no de peso, y es a partir de la dieciseisava

semana desde la floración cuando el grano casi ha alcanzado el desarrollo completo.

Estado principal 7. Maduración del fruto y de la semilla: cuando hayan pasado 25 semanas desde la floración, el fruto se encuentra maduro.

Estado principal 8. senescencia: es la fase final y consiste en un periodo de declive para el cafeto. El follaje va cambiando de color, la zona de producción se va trasladando a la parte superior del árbol y comienza la defoliación de la planta. En esta etapa ya se ha concluido el 90% de la cosecha, por lo que se comienzan los tratamientos postcosecha.

2.2 Condiciones climáticas para el cultivo

Chiapas es una de las entidades del país con mayor diversidad y riqueza de recursos naturales por su heterogeneidad ecológica y diferentes características climáticas y edafológicas.

2.2.1 Altitud

Índice en forma directa sobre los factores de temperatura y precipitación. La altitud óptima para el cultivo de café se localiza entre los 500 y 1700 msnm. Por encima de este nivel altitudinal se presentan fuertes limitaciones en relación con el desarrollo de la planta (Heredia y Barva, 2011).

2.2.2 Temperatura

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

Según (Duicela y Sotomayor, 1993) las temperaturas medias, óptimas para el cultivo del cafeto, varían entre los 18 y 21°C. Las temperaturas que se alejan de las medias de 16 y 23°C, cada vez se hacen menos adecuadas.

La temperatura promedio anual favorable para el cafeto se ubica entre los 17 a 23°C. Temperaturas inferiores a 10°C. Provocan clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes. (*Heredia y Barva. 2011*)

El café se desarrolla y produce mejor cuando su ambiente tiene temperaturas promedio de 23°C durante el día y 17°C durante la noche.

2.2.3 Precipitación

Los límites bajos para un buen desarrollo del cafeto fluctúan de 760 a 1780 mm bien distribuidos, mientras los límites altos varían de 990 a 3.000 milímetros (Duicela y Sotomayor, 1993).

Precipitaciones de 1,600 a 1,800 milímetros, bien distribuidas durante el año, con un periodo seco definido no mayor de dos o tres meses. Son óptimas para el cultivo del café (*Guharay et al. 2000*). Cuando hay lluvias muy intensas que rompen estos periodos secos, entonces la planta desequilibra su fisiología y pueden ocurrir efectos negativos, como una floración fuera de época. Si las lluvias son tenues y no alcanzan cierto nivel de agua, entonces puede tener poco efecto negativo detrimental en la floración, pero puede favorecer otros aspectos como plagas y enfermedades o crecimiento de malas hierbas. Se ha sugerido que los mejores promedios de lluvia fluctúan entre 1.200 y 1.800 mm, con una buena distribución (Duicela y Sotomayor, 1993).

De acuerdo con los datos del clima y dependiendo del suelo, se considera que el café Robusta requiere al menos 1.599 mm para su mejor desarrollo y producción, comparado con el arábico que requiere solamente 1.000 mm. Un lugar ideal para cultivar café sería una zona donde haya algo más de 1.000 mm durante 8 o 9 meses, luego una sequía con poca lluvia y que el periodo lluvioso

inicie con precipitaciones fuertes o abundantes para favorecer y uniformizar la floración.

Precipitaciones anuales inferiores a 1,000 milímetros limitan el crecimiento de la planta y el desarrollo de los frutos, precipitaciones anuales mayores de 3,000 milímetros afectan el desarrollo adecuado a la planta. La planta de café se desarrolla bien con una humedad relativa entre 70% y 85%, sin embargo, periodos prolongados de alta humedad favorecen el desarrollo de las enfermedades (*Guharay et al. 2000*).

2.2.4 Humedad relativa

La humedad del aire no es un factor determinante en el cultivo del café. No obstante, un promedio de humedad relativa, de 70 a 90%, es recomendable para *C. arábica*. La limitación de este factor se da cuando se presentan valores iguales o mayores a 90%, pues estimula el ataque de enfermedades fungosas (*Alvarado y Rojas, 2007*). Para (*Duicela y Sotomayor, 1993*) aparentemente la Humedad Relativa ideal es variable para cada especie o variedad de café. Se dice que para “Arábica” varía del 70 al 95%, mientras que para los “Robustas” de 80 a 90 por ciento. En general se prefiere una Humedad Relativa baja para un mejor cultivo del cafeto, pues se conoce que la Humedad Relativa tiene una fuerte influencia sobre el desarrollo de enfermedades fungosas y la proliferación de plagas.

Cuando alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas. (*Heredia y Barva. 2011*)

2.2.5 Luz solar

La luz solar influye en los vegetales por el efecto de dos variables:

- a) Duración (fotoperiodo)
- b) Intensidad (irradiación)

En relación con el fotoperiodo, se ha encontrado que, en cuanto a la iniciación floral, el cafeto parece ser una planta de día corto. En condiciones de día largo, las plantas crecen vegetativamente. El fotoperiodo crítico para la iniciación de la floración es entre 13 y 14 horas. La iniciación floral ocurre en periodos de luz de 13 horas o menos y se da antes, con un fotoperiodo de ocho horas más que con uno de doce (*Alvarado y Rojas 2013*).

2.3. Condiciones edáficas

El cafeto se cultiva a nivel mundial, en suelos de características físicas y químicas muy dispares. La producción de cosechas altas solo puede tener lugar en suelos fértiles. En su defecto, la fertilidad debe ser mantenida artificialmente mediante la adición de abonos minerales, orgánicos o ambos, pues contribuyen al logro de un equilibrio nutricional óptimo (*Alvarado y Rojas, 2007*).

2.3.1 pH

El cultivo del cafeto prefiere suelos ligeramente ácidos, o sea, suelos cuyo pH oscila entre 6 y 6,5. Sin embargo, se sabe que es tolerante a niveles de pH inferiores, obteniéndose excelentes cosechas en suelos con grado de acidez de hasta 3,1, siempre y cuando las propiedades físicas sean satisfactorias. El café posee gran adaptabilidad a la reacción del suelo (grado de acidez), pues en muchas regiones es cultivado con éxito en suelos alcalinos, con un pH de hasta ocho o aún más. Para corregir el grado de acidez del suelo es necesario encalar con cierta periodicidad, para lo cual deben hacerse las mediciones respectivas y determinar las cantidades de cal que van a utilizarse (*Alvarado y Rojas, 2007*).

2.3.2 Textura

El cultivo del café requiere suelos de buena textura; es decir, suelos francos o migajosos, ya que la aireación es fundamental para el buen crecimiento de las raíces. Se ha indicado que un suelo ideal para este cultivo debe tener un

espacio de poro del 60%, del cual el 30% debe permanecer ocupado por el aire del suelo cuando se encuentra en estado húmedo.

En el cultivo del café, deben evitarse los extremos de textura, ya que suelos muy arenosos, no asegurarían reservas adecuadas de agua y nutrimentos; por otro lado, suelos muy arcillosos no permitirían la aireación adecuada de las raíces (*Alvarado y Rojas, 2007*).

2.3.3 Relieve

Los suelos planos o ligeramente ondulados son los más aptos para el cultivo del café, por su mayor profundidad, capacidad de retención de agua y nutrimentos y, por ser aptos para la mecanización. (*Alvarado y Rojas, 2007*).

Deben evitarse pendientes mayores de 45% para que no se produzcan procesos erosivos que deterioren el suelo o, en su defecto, deben aplicarse buenas medidas de conservación, lo cual facilita la producción de café en suelos con pendientes de hasta 60 y 70% (*Alvarado y Rojas, 2007*).

2.3.4 Profundidad

La profundidad efectiva del suelo es la capa que permite la penetración de las raíces de las plantas. En el caso del cultivo de café se ha determinado que son recomendables los suelos con profundidades no menores a un metro (*Alvarado y Rojas, 2007*).

CAPITULO III

LA IMPORTANCIA DEL CAFÉ EN MÉXICO

México cuenta con 690 mil has. En 12 estados. Además, a esta actividad se dedican 300 mil productores y genera tres millones de empleos.

Los 12 estados productores de café a nivel nacional son (en orden de importancia): Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, San Luis Potosí, Jalisco, Colima, Tabasco y Querétaro.

Cuadro 1. Superficie y producción cafetalera en México, 2005.

Entidad	Superficie cafetalera (Has.)	%	Número de Productores	%	Estimación Producción 04/05 Sacos.	Mill. %	Promedio has. Productor
Chiapas	242,688.94	36.54	175,757	36.24	1.80	40.91	1.38
Veracruz	135,611.21	20.4	84,708	17.61	1.18	26.82	1.60
Oaxaca	124,451.00	18.72	100,158	20.82	0.49	11.14	1.24
Puebla	64,986.28	9.78	45,274	9.41	0.83	18.86	1.44
Guerrero	37,122.34	5.58	21,121	4.39	0.10	2.27	1.76
Hidalgo	23,582.97	3.55	32,346	6.72			0.73
Nayarit	16,831.46	2.53	5,282	1.1			3.19
San Luis Potosí	13,510.79	2.03	16,922	3.52			0.80
Jalisco	2,654.90	0.4	1,094	0.23			2.43
Colima	1,258.83	0.19	800	0.17			1.57
Tabasco	1,047.11	0.16	1,209	0.25			0.87
Querétaro	248.37	0.04	295	0.06			0.84
TOTAL	663,994.20	100	484,966	16.44	4.40		

Fuente: COMCAFE, 2005

La producción total nacional es de 4.40 millones de sacos de 60 kg. Producidos en una superficie de 663, 994.20 hectáreas y por 484.966 productores.

De acuerdo con los datos del cuadro 1 los cuatro principales estados productores son: Chiapas es el principal estado productor de café a nivel nacional, el cual produce 1.80 millones de sacos producidos por 175, 757 productores en una superficie de 242, 688.94 hectáreas que representan el 36. 54% del total nacional. Seguido de Veracruz, con una producción de 1.18 millones de sacos en que representa el 26. 82 % del total nacional, las cuales participan en esta producción 84, 708 productores en una superficie de 135, 611.21. En tercer lugar, tenemos a Oaxaca que produce 490 mil sacos producidos por 100,158 productores presentes en 124,451 hectáreas. Seguido de Puebla que cuenta con una superficie de 64, 986. 28 hectáreas en donde intervienen 42, 274 productores para la producción de 830 mil sacos (18.86% de la producción nacional).

3.1 Estados de México en los que se siembra café

Cuadro 2. Estados de México en los que se siembra café.

Cultivo	Estados de México en los que se siembra café		
	Estado	Producción (Ton.)	Valor (miles de pesos)
	Nayarit	24,634.91	\$165,831.99
	Jalisco	5,399.77	\$29,346.37
	San Luis Potosí	13,052.00	\$29,675.63
	Querétaro	135.00	\$1,188.00
	Colima	2,744.20	\$14,989.34
	Michoacán	60.00	\$300.00

Café cereza	Estado de México	35,229.00	\$145,734.50
	Puebla	148,900.43	\$736,661.79
	Guerrero	48,921.44	\$328,635.79
	Morelos	94.30	\$361.64
	Veracruz	353,697.22	\$1,594,420.43
	Oaxaca	129,781.19	\$497,767.15
	Chiapas	402,099.78	\$2,040,607.85
	Tabasco	848.68	\$6,376.75

Fuente: inifap

Cuadro 3. Composición porcentual de tipos de café sembrados por estado.

Estado	Variedades tradicionales	Variedades mejoradas	Híbridos resistentes a la roya
		Typica Bourbon Mundo Novo Caturra	Pecamera Pluma Hidalgo Garnica
Chiapas	96%	2%	1%
Veracruz	80%	17%	3%

Puebla	87%	11%	2%
Hidalgo	98%	2%	0%
Nayarit	93%	6%	1%
Colima	100%	0%	0%
Oaxaca	93%	7%	0%
Jalisco	100%	0%	0%
Guerrero	96%	2%	1%
San Luis Potosí	97%	3%	0%

Fuente: inifap

CAPITULO IV.

EL CAFÉ EN CHIAPAS

En el estado de Chiapas, el cultivo de café representa una de las actividades económicas más sustentables para la economía de miles de familias Chiapanecas, de tal manera que, Chiapas se ha convertido en el principal estado productor de café.

Región Centro Norte; se caracteriza por tener periodos de sequía prolongados de noviembre a abril, debido a la influencia directa de los vientos húmedos del Golfo de México y la Selva Lacandona; tiene Sierras de hasta 1500 msnm, los vientos húmedos del Golfo de México y del Caribe provocan abundantes lluvias. Su vegetación principal es la zona alta, los sistemas de producción de café son el rustico y el policultivo tradicional.

4.1 Municipios de Chiapas con mayor producción

La producción total del Estado es de 1.8 millones de sacos, para la cual participan un total de 175, 757 productores en una superficie de 242, 688. 94 hectáreas. Distribuidas en 12 delegaciones en donde se produce el café, estas son: 1. Copainala, 2. Ocozocoautla, 3. San Cristóbal, 4. Comitán, 5. Ángel Albino Corzo, 6. Bochil, 7. Pichucalco, 8. Ocosingo, 9. Palenque, 10. Yajalon, 11. Motozintla, 12. Tapachula y 13. Mapastepec. Lugares que cubren de óptima manera las condiciones geográficas y de cultivo que este posee. Gracias a sus suelos volcánicos, altura, topografía, diversidad de temperaturas y climas especiales que cuentan con buena humedad durante todo el año.

El café chiapaneco se produce principalmente en las siguientes delegaciones.

4. Ocosingo: produce un total de 28, 053 sacos de café, en 28, 213.43 hectáreas distribuidas en 3 municipios.
5. San Cristóbal: produce un total de 25, 840 sacos de café, en 18, 185.94 hectáreas distribuidas en 9 municipios.
6. Motozintla: produce 21, 233 sacos de café, en 40, 858.24 hectáreas distribuidas en 10 municipios.
7. Yajalón: produce 18, 436 sacos de café, en 16, 488.61 hectáreas distribuidas en 4 municipios.

Cuadro 2. Delegaciones productoras de café en el estado de Chiapas, 2012.

Distrito	Superficie (ha)		Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha.)
	sembrada	cosechada	obtenida	obtenido
Comitán	19327	18248	13491	0.739
Motozintla	36544	33666	122194	3.63
Palenque	44202	43836	60658	1.384
Pichucalco	27382	27099	51747	1.91
San Cristóbal de las Casas	20200	20117	56264	2.797
Selva Lacandona	2654	2654	1415	0.533
Tapachula	73130	73130	96542	1.32
Tonala	1016	1016	2103	2.07
Tuxtla Gutiérrez	9874	9874	20181	2.044
Villaflores	258835	253763	498761	1.965

Fuente. Elaboración propia con datos Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON).

En el cuadro 4 podemos observar la producción de café por Distrito. Por la importancia en el total estatal, los nueve Distritos son: Motozintla, Tapachula, Villaflores, Palenque, san Cristobal, Pichucalco, Tuxtla Gutierrez, Comitán y Tonala.

4.2 Variedades resistentes

El desarrollo de las variedades surge por la necesidad de contar con cafetos de alta producción, buena calidad de taza, adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de cada región cafetalera.

El hongo de la roya ha demostrado su capacidad de mutación y en su lucha por la supervivencia, realiza el proceso de adaptación a las nuevas condiciones que le impone el cultivo de variedades resistentes de modo que evoluciona para atacar a estas variedades y así obtiene capacidad para dar continuidad a su ciclo de vida.

Considerando el costo de los fungicidas, la degradación del ambiente que estos provocan por acumulación de metales pesados en el suelo y en las aguas, la dificultad de aplicación en ciertas pendientes muy pronunciadas o en lugares donde el agua escasea, y los riesgos para el usuario y el consumidor, la solución genética es definitivamente mucho más atractiva. (*Bertrand, B y Rapidel, B. 1999*).

Existe amplia información sobre el comportamiento de materiales de café con resistencia vertical al hongo. Los cafetos más conocidos son los denominados “catimores”, derivados de cruzamientos entre caturra y el híbrido de Timor.

Se ha reportado que la variedad “Catimor” presenta resistencia a la roya del café, la cual responde bajo alta presión del inóculo manteniendo un nivel de infección menor al 15% (*Moreno y Alvarado, 2000*)

4.3 Variedades en producción en el estado de Chiapas

En Chiapas la principal especie cultivada es la Arábica (85%). Las siguientes variedades son las cultivadas en el estado: Typica, Bourbon, Caturra, Catuai, Catimor y Marago.

El café arábica: es un cultivo de altura (de 650 a 2 800 m.) y de clima subtropical. Requiere de precipitaciones de 190 cm. al año con un periodo seco en el año y de temperaturas superiores a los 21° C. Es muy sensible a las heladas y a los vientos fríos y también, por su modo de reproducción, la autofecundación de flores hermafroditas de una misma planta con su consecuente falta de diversidad en los contenidos genéticos, resulta muy frágil ante las plagas, especialmente a la roya. El café arábica se distingue por tener un grano más grueso y alargado (de 8 a 12 mm) que el robusta.

Seguida por los naturales y robustas

Soporta alturas más bajas que los 650 m. pero no mayores de 1 300 m. Requiere de precipitaciones entre los 100 y 180 cm. al año y de temperaturas mayores de 24 C. Se reproduce por fecundación cruzada entre plantas diferentes, lo que le produce cafetos heterogéneos desde el punto de vista genético y una gran variabilidad entre sus descendientes, lo cual explica su mayor resistencia a las plagas. De granos más diminutos que el arábica (de 5 a 8 mm.)

4.4 Principales variedades resistentes a la roya del cafeto hemileia vastatrix que se implementan en el estado de Chiapas

El tema de las variedades del café resistentes a enfermedades ha tenido mucha importancia para la cafecultura.

El mayor porcentaje de las variedades del café cultivadas en México son susceptibles a esta enfermedad, sin embargo, existen variedades tolerantes como Costa Rica 95, Oro Azteca, Sarchimor, Marsellesa e híbridos F1.

Las semillas que se han otorgado en el estado de Chiapas son: Sarchimor, Oro Azteca, Costa Rica 95 y Marsellesa, cuyas variedades genéticas tienen una vida de más de 20 años.

La variedad Oro Azteca, es única semilla mexicana, está probada que resiste 32 razas de roya, con un blindaje de 5 genes y con más de 15 años sembrada en la zona.

La peor crisis se vivió por las afectaciones de la roya en los años 2012 y 2013, puesto que los rendimientos que se tenían cayeron drásticamente, ya que anteriormente se cosechaba 9 quintales por hectárea, pero con la enfermedad se desplomo hasta 4 quintales en la misma extensión. Las variedades de cafetos con que se han renovado los cafetales están blindadas contra la roya.

4.4.1 Costa rica 95 (catimor)

Variedad de muy alto rendimiento, adaptada para las zonas cálidas y suelos ácidos. Altura enana/compacta. La altitud óptima es de 600 a 1200 metros. Variedad seleccionada en Costa Rica por el ICAFE. Destaca el tamaño grande del fruto. Variedad de porte más bajo que Colombia y Oro Azteca. Diseñada para alta productividad en cultivo a sol y en altas densidades.

4.4.2 Oro azteca

Variedad formada en México por el INIFAP y liberada a partir de 1995. Variedad de porte bajo. 90% fruto. 6% fruto vano. Producción bajo sombra regulada y en población de 3,333 plantas por hectárea.

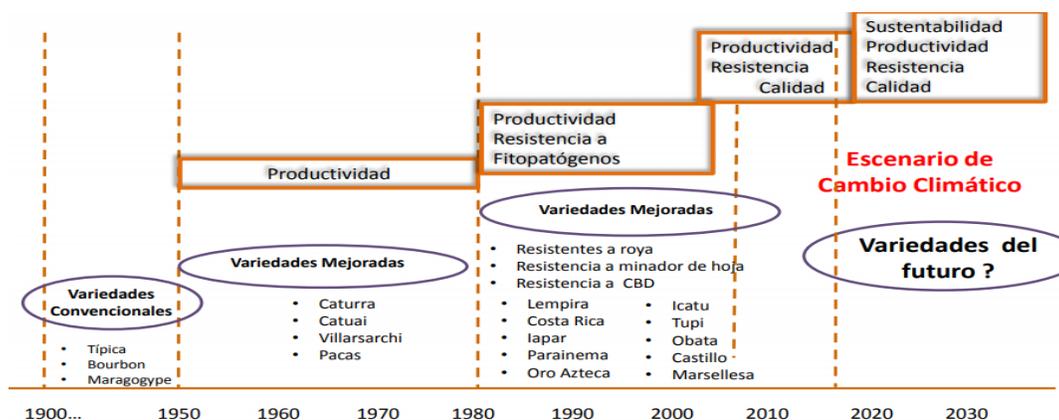


Figura 5. Evolución del enfoque en la creación de variedades de café en América.

4.5 Zona de estudio Siltepec, Chiapas

Siltepec, cuyo nombre quiere decir en náhuatl: “del cerro de los caracolitos”

Chiapas región VII sierra. Se encuentra en la sierra madre de Chiapas, por lo que su relieve está conformado por zonas accidentadas. Sus coordenadas geográficas son $15^{\circ} 33''$ TM N y $92^{\circ} 20''$ TM W. Su clima es semi-cálido húmedo con lluvias abundantes en verano.

Sus límites son, al Norte con Chicomuselo, al Sur con el Porvenir, Motozintla, Escuintla, al Este con Bellavista y la Grandeza y al Oeste con Ángel Albino Corzo y Mapastepec. Su extensión territorial es de 879.71 km² que equivale al 32.24% de la superficie de la región Sierra y 0.1% de la superficie del estado. Su altitud es de 1,580 msnm.

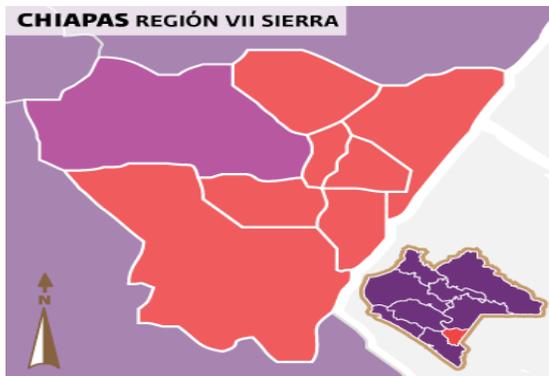


Figura 6. Ubicación del municipio de Siltepec, Chiapas.

CAPITULO V.

ORIGEN Y DISTRIBUCION DE LA ROYA Y LA PROBLEMÁTICA

La roya anaranjada del cafeto fue reportada formalmente por primera vez a principios de 1869 en una plantación de la isla asiática de Ceilán, hoy Sri Lanka. En ese mismo año, el micólogo británico Berkeley describió y nombro el hongo responsable de la enfermedad: *Hemileia Vastatrix*.

Ahora bien, las especies de Ceilán e India, *Psilanthus bengalensis*, *P. ivightiana* y *P. travencorensis* son altamente susceptibles a la enfermedad, lo que comprueba que esta es de un origen ajeno a esos lugares. La hipótesis más verosímil es que la roya anaranjada fue introducida a Ceilán desde África en forma accidental a través de plantas infectadas. Al llegar a Ceilán, la enfermedad encontró condiciones propicias para su desarrollo, tanto de clima como de susceptibilidad de las variedades, y origino epidemia.

Sin embargo, la enfermedad tardo bastante en llegar a África Occidental. En 1960, algunos países de estas regiones todavía estaban libres del hongo. En Angola, por ejemplo, la roya anaranjada se detectó en 1966 solamente. (*Eskes 1989*) explica esta situación por la poca adaptabilidad al *C. arábica* de las razas de roya anaranjada procedentes de África Central, las cuales no tienen el gen de virulencia *v5* necesario para lograr una reacción compatible con el *C arábica*. La llegada tardía de la enfermedad a África del Oeste puede explicar que la roya anaranjada no se conociera en América sino hasta 1970.

(*Waller 1972*), sin embargo, es de la opinión que la enfermedad fue introducida accidentalmente a través de material vegetal o de ropas contaminadas.

Posteriormente a su llegada a Brasil, en menos de veinte años, la roya anaranjada se hizo presente en todos los países latinoamericanos productores de café.

Como se muestra en la siguiente (Figura 7)

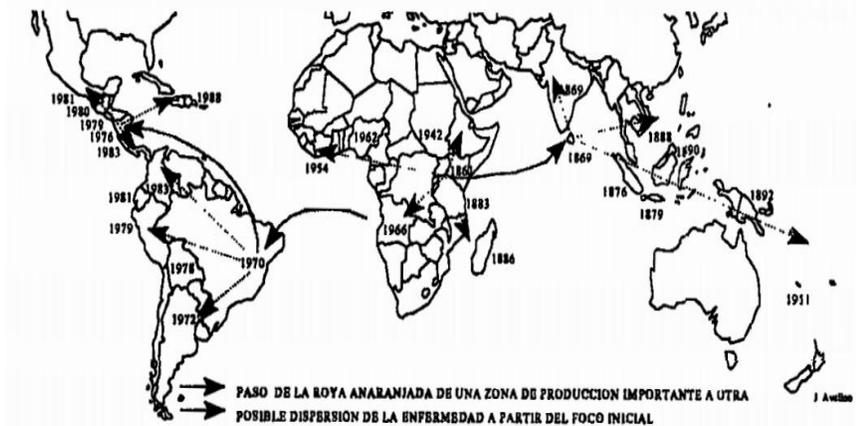


Figura 7. La dispersión de la roya anaranjada en el mundo y su fecha de detección.

5.1 La roya anaranjada en Centroamérica

La roya del cafeto es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix* Berk & Ber. Fue reportada primeramente por Madeiro en 1970 en el hemisferio occidental en Brasil. En Centroamérica, se reportó por primera vez en Nicaragua en la región de Carazo en noviembre de 1976. Luego se detectó en diciembre de 1979 en la zona oriental de El Salvador y a finales de septiembre de 1980, la enfermedad se había diseminado a las regiones central y occidental de El Salvador.

La Roya del cafeto fue descubierta en Honduras en diciembre de 1980 en la Paz, Provincia cercana a la frontera con El Salvador y en 1981 se detectaron fuertes ataques de Roya en las Provincias de Santa Bárbara, Cortes y Lempira. En diciembre 1980, esta enfermedad se apareció en Santa Rosa, Guatemala, cerca de la frontera con El Salvador. En los últimos días de 1980 se detectó en importantes regiones cafetaleras de la costa del pacífico en Guatemala.

Durante el verano de 1981, el estado de Chiapas al oriente de México, el más importante como productor de café, fue invadido por la Roya. Ya en el verano de 1982 se había propagado en casi todo el estado de Chiapas. En diciembre de 1983, se detectó en la parte occidental de Costa Rica y en 1985 se había diseminado en las principales áreas cafetaleras de Costa Rica.

En México, se dio uno de los últimos intentos de erradicar la enfermedad, a través de la quema de los primeros cafetales afectados y de la aplicación de fungicidas, tanto preventivos como curativos, en las zonas aledañas a los focos, con el fin de evitar que la enfermedad se extendiera a las diferentes zonas cafetaleras del país (*Gutiérrez y Carreón, 1982*). Lamentablemente, para 1986, los principales estados productores de café en México, Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla, estaban afectados por la roya anaranjada.

5.2 La roya del café en el año 2012

La epidemia del año 2012 causó fuerte impacto en la cafecultura nacional, atacó las plantaciones en todos los estratos altitudinales; cafetos viejos, jóvenes y recién sembrados fueron infectados y atacando las plantas de viveros.

El impacto fue una fuerte defoliación en todas las plantaciones. Durante la época lluviosa del año 2012, la Roya afectó severamente todas las zonas productoras comprometiendo el rendimiento y la calidad. Los cafetos severamente atacados sufrieron fuerte defoliación y durante el año 2013 produjeron muy poco, de tal manera que la cosecha 2013-2014 fue de 700, 000 quintales representando una reducción de 55% con respecto al año anterior.

En el 2012 hubo variaciones de temperatura y una disminución en la cantidad de lluvia, condiciones que juntas favorecen la proliferación del hongo de la roya.

5.3 Enfermedad del cafeto

Es una enfermedad causada por el hongo *Hemileia vastatrix*. El café es el único hospedero conocido de este hongo. Considerado un parásito obligado, no

puede sobrevivir en el suelo o en materia vegetal inerte; hasta la fecha no ha sido posible su cultivo en laboratorio.

5.4 Clasificación taxonómica de la roya del café según (Bayer, 2008)

La clasificación del agente causante de la roya del cafeto es la siguiente:

División: Eumycota

Subdivisión: Basidiomycotina

Clase: Teliomycetes

Orden: Uredinales

Familia: Pucciniaceae

Género: Hemileia

Especie: *H. vastatrix*

5.5 Daños que provoca

Principalmente afecta hojas maduras y cuando el ataque es severo puede infectar hojas jóvenes, según el nivel de daño puede ocasionar defoliación intensa.

5.6 Biología y epidemiología de la roya del cafeto

Las esporas de la Roya del cafeto son más o menos reuniformes y fuertemente abultadas en la parte convexa. Son suaves en la parte cóncava la germinación de las uredosporas (esporas) se forman en uno o más tubos germinativos. Estos son incapaces de penetrar directamente a través de la epidermis de la hoja, crecen y se ramifican en la superficie de las hojas hasta que encuentran una estoma. Inmediatamente después, el patógeno forma un apresorio del cual la hifa penetra dentro de la cámara subestomática. El agente causal *H vastatrix*

coloniza intercelularmente el tejido esponjoso de la hoja. Un tejido fungoso compacto se desarrolla debajo del estoma. Este tejido fungoso da crecimiento a una esterigma (pequeña hifa recta) en la cual las esporas nacen, y eventualmente, en la superficie se incrusta una masa de esporas, formando una pústula característica de color anaranjado brillante.

5.6.1 Sintomatología

Los síntomas de la enfermedad durante la fase inicial de su desarrollo, se caracterizan por la presencia de pequeñas manchas redondas cloróticas y traslucidas de aproximadamente 1-2 mm de diámetro, localizadas en el envés de las hojas. En el haz, las hojas afectadas presentan manchas de una tonalidad aceitosa. Las lesiones gradualmente van incrementando su tamaño hasta alcanzar alrededor de 1 cm de diámetro, tomando en el envés un aspecto polvoriento de una tonalidad amarillo-anaranjada. Esta coloración se debe a la presencia de miles de uredosporas que constituyen las unidades reproductivas del patógeno. Lesiones con estas características se denominan comúnmente pústulas, las que con el tiempo coalescen unas con otras pudiendo llegar a cubrir gran parte del área foliar de los cafetos afectados.

Posteriormente, ocurre la formación de una zona color marrón y necrótico en el centro de las pústulas, continuando con la producción de uredosporas en su extremo. Estas lesiones pueden alcanzar una coloración blanquecina, debido a la presencia del hongo hiperparásito *Verticillium* spp, especialmente bajo condiciones de temperaturas más bajas y una alta humedad relativa. Como se puede observar en la figura 8 y 9.



Figura 8. Desarrollo de los síntomas provocados por la Roya del cafeto, A. Manchas traslucidas, B. Progreso de la infección, C. Lesiones viejas de la Roya.



Figura 9. Lesiones viejas de Roya presentes durante la época seca.

5.6.2 Sobrevivencia

H. vastatrix es un parasito obligado, sobrevive únicamente en tejido vivo del hospedante, las urediniosporas pueden sobrevivir hasta por seis semanas bajo condiciones ambientales secas. No se han reportado hospedantes alternos y no sobrevive en restos del cultivo.

5.6.3 Dispersión

La dispersión se lleva a cabo mediante las urediniosporas, las cuales son producidas en grandes cantidades y corresponden al polvo amarillo o naranja que se observa en el envés de las hojas. Entre los factores abióticos que favorecen la dispersión del hongo se encuentran el viento y la lluvia. La dispersión local de hoja o entre plantas, sobre todo en altas densidades de plantación, es favorecida por el salpique de la lluvia. A grandes distancias, el viento juega el rol más importante al dispersar las urediniosporas entre regiones productoras de café (*Rivillas et al., 2011*). Adicionalmente, se ha reportado que algunos insectos como trips, moscas y avispas, contribuyen a la dispersión, aunque en proporciones mínimas. La intervención humana está involucrada en la dispersión a grandes distancias entre continentes y países.

5.6.4 Multiplicación

La multiplicación del hongo ocurre 30 días después de la etapa de infección y colonización del tejido de las hojas, el hongo está lo suficientemente maduro como para diferenciarse en estructuras llamadas soros, que son las encargadas de producir nuevas urediniosporas. Aproximadamente 1600 esporas por

milímetro cuadrado (mm²) de hoja son producidas, durante un periodo de 4 a 5 meses, para ser dispersadas e iniciar el nuevo ciclo de infección.

5.7 Epidemiología

Los principales factores que permiten el desarrollo de la enfermedad dependen de la relación entre el hospedante (planta de café), el patógeno (la roya) y el ambiente (variación del clima). (Barva y Heredia, 2013).

El desarrollo de la enfermedad inicia con las primeras lluvias, reactivando la esporulación sobre las lesiones necrosadas o latentes. Las uredosporas son liberadas, transportadas y depositadas sobre el envés de las hojas. La germinación es dependiente de la temperatura y ocurre a temperaturas de 22°C a 23°C, oscuridad y presencia de agua líquida (entre 24 y 48 hrs) durante todo el proceso hasta la penetración (formación de apresorio a temperatura entre 14°C y 16°C). La germinación ocurre con mayor frecuencia de noche, aunque también podría realizarse de día en cafetales cultivados bajo sombra (*Dufour et al. 1999*). Después de la penetración se establecen las relaciones tróficas entre el hongo y la planta, el hongo multiplica su micelio y crece dentro de la hoja (22°C y 24°C). Luego se forma de nuevo, esporas que salen a través de los estomas. (*Guharay et al. 2000*)

El desarrollo de la enfermedad puede ser afectado por lluvias fuertes y prolongadas que eliminan las esporas por lavado. También durante el transporte por el viento, la viabilidad de las uredosporas puede verse afectada por el secamiento y las bajas temperaturas y después de la deposición por una película de agua insuficiente para completar la germinación o por una exposición prolongada a los rayos del sol. (*Dufour et al. 1999*).

5.7.1 Hospedante

Dentro de los factores del hospedante debe considerarse la susceptibilidad de la variedad, la densidad de siembra, la condición nutricional de las plantas y la predisposición de estas debido a una alta cosecha. (Barva y Heredia, 2013).

Se pueden distinguir dos tipos de resistencia:

La resistencia completa o total, es originada por la existencia de genes específicos o principales en la planta que impide que las esporas de la roya puedan penetrar las hojas del café, logrando con ello que no ocurra la infección en los tejidos internos de las hojas, por lo que no es posible observar la formación de manchas traslucidas o lesiones con esporas de color naranja. (Barva y Heredia 2013).

La resistencia incompleta o parcial, es causada por genes no específicos que no impiden la penetración de la espora en la hoja, pero que, si limitan o dificultan la colonización del hongo en los tejidos internos de la hoja, por lo que el tiempo para el surgimiento de síntomas es más prolongado y la formación de esporas en las lesiones provocadas por la enfermedad es menor. Esto causa una menor incidencia de roya en el cafeto (Barva y Heredia 2013).

5.7.2 Patógeno

Los puntos más importantes a considerar en el patógeno son la duración de su ciclo reproductivo, la cantidad del inóculo y los tipos de razas presentes en la población del hongo *Hemileia vastatrix* (Barva y Heredia, 2013).

La roya es una enfermedad que para causar daños severos en los cafetales depende del desarrollo paulatino de múltiples ciclos de reproducción. Varios estudios indican que el tiempo desde que una espora germina y penetra invadiendo los tejidos internos de la hoja hasta que se forman las manchas con esporas son de 20 a 40 días (Barva y Heredia, 2013).

Es importante insistir que el inóculo residual se encuentra en las hojas internas de las bandolas, principalmente de los estratos medios y bajo de las plantas. Estas manchas son difíciles de observar debido a que luego de la floración de los cafetos y con el entorno del periodo lluvioso, se incrementa la emisión de nuevas hojas, las que tienen una apariencia sana, dificultando ver las lesiones

de roya que inicia su esporulación una vez que se han establecido las lluvias. (Barva y Heredia, 2013).

5.7.3 Factores de ambiente

Varios son los factores del clima que influyen en el desarrollo de los procesos de germinación de esporas, invasión interna en la hoja por el hongo y la esporulación de las manchas o lesiones de la roya del café (Barva y Heredia, 2013).

La cantidad de horas que permanece la superficie de la hoja mojada; sea por lluvias, rocío o condensación; y la persistencia de una mayor cantidad de horas con temperaturas entre el rango de 18 a 28°C; son los factores del clima que más influyen para que la enfermedad se desarrolle rápidamente (Barva y Heredia, 2013).

La lluvia y el viento juegan un papel muy importante en el desarrollo de la enfermedad, no solo por favorecer la germinación de las esporas en el primer caso, si no porque junto a la lluvia el viento favorece la dispersión de esporas que flotan en el aire, diseminándolas a grandes distancias, las gotas de lluvias favorecen la dispersión dentro de la plantación, producto del salpique de las esporas de unas hojas a otras, e inclusive facilitando la llegada de las esporas a los estomas, lugar de entrada del patógeno en las hojas (Barva y Heredia, 2013).

Por el polvillo que se desprende fácilmente y se adhiere a las manos, ropa y cualquier objeto que entre en contacto con él, la roya es transmitida por la lluvia, el viento, el hombre, los insectos y otros animales, que transportan el polvillo amarillento que son las esporas de una planta a otra, favoreciendo así la diseminación de la enfermedad.

5.8 Progreso de la enfermedad y factores que influyen

El ataque de la roya inducidos por la lluvia depende de tres factores:

Inoculo residual: la cantidad de inoculo residual presenta al momento de caer la primera llovizna de más de 7 mm. Los niveles más altos de la enfermedad en este momento hacen más severo el ataque siguiente. Las uredosporas de roya son normalmente dispersadas en una sola llovizna o en un grupo de lloviznas con exceso de 7 mm de agua.

La densidad del follaje: cuando un árbol no tiene muchas hojas, gran parte del inoculo dispersado por las lluvias cae al suelo. En cambio, los arboles con denso follaje tienen mucha superficie donde retener las esporas y consecuentemente, reproducir altas concentraciones de inoculo.

Distribución de la lluvia: la distribución y la intensidad de la lluvia con temperaturas adecuadas durante la estación son importantes para el desarrollo de la roya.

5.9 Progreso de la enfermedad

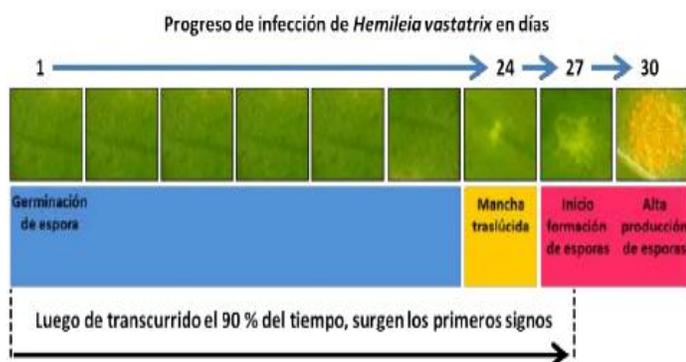


Figura 10. Progreso de los síntomas causados por *Hemileia vastatrix*, durante el proceso de infección de la Roya en las hojas de los cafetos.

Se determinan 3 etapas en el progreso de la enfermedad: crecimiento lento, acelerado y máximo.

5.9.1 Primera etapa: crecimiento lento

La primera etapa se caracteriza por un lento aumento de la enfermedad, que coincide con el inicio del periodo lluvioso y con el crecimiento vegetativo de los cafetos. En esta etapa, las manchas apenas inician la producción de esporas

por lo que el surgimiento de nuevas manchas en hojas sanas es lento. La relación entre el surgimiento de nuevas hojas enfermas, se equilibra con la formación de hojas nuevas sanas en el cafeto.

5.9.2 Segunda etapa: crecimiento acelerado

En esta etapa los cambios en la cantidad de enfermedad de un mes a otro son muy rápidos. El momento de inicio de incremento acelerado de la roya, dependerá de la cantidad de enfermedad formada en la primera etapa de la curva del progreso de la roya y de las condiciones climáticas que existan.

5.9.3 Tercera etapa; crecimiento máximo y final

Esta etapa consiste en el máximo incremento de la enfermedad y ocurre una caída de hojas importante. El aumento de la enfermedad es lento porque la cantidad de hojas es muy reducida. Coincide con la etapa final de maduración de los frutos y con la etapa de mínimo crecimiento vegetativo del cultivo de café (Barva y Heredia, 2013).

5.10 Ciclo de vida de la roya del café

El ciclo de vida de un hongo Fito patógeno puede dividirse en las etapas siguientes, diseminación, germinación, penetración, colonización y esporulación (Figura 11).

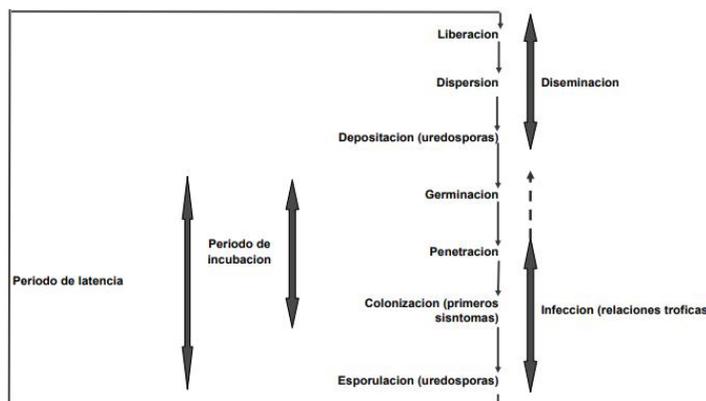


Figura 11. Ciclo de vida de la roya anaranjada del café (Avelino et al. 1999).

Diseminación: se realiza por medio de uredosporas de tamaño microscópico (30 micras de largo por 20 micras de ancho), las que, producidas en cantidades, forman el polvillo amarillo que observamos en el envés de la hoja (*Rivillas et al. 2011*). Esta etapa se divide en una fase de liberación, en la cual la uredospora se despega del esporoforo (abandona la lesión) una fase de dispersión y otra de depositación de la espora sobre la hoja nueva (*Silva et al. 1999; Avelino et al. 1999*)

Germinación: Esta etapa inicia con la llegada de las uredosporas al hospedero. Estas uredosporas se depositan en la hoja en la cara inferior haciendo un reconocimiento de los estomas desarrollados como su superficie donde germinaran (*Silva et al. 1999*). Las condiciones óptimas para la misma comprenden: temperatura de 22°C, oscuridad y agua libre durante el proceso hasta la penetración (*Nutman et al. 1963*). La germinación constituye el inicio del proceso infeccioso en sentido amplio; sin embargo, la infección en si no está realmente establecida debido a que el hongo se desarrolla únicamente a partir de sus propias reservas. La espora una vez germinada emite de uno a cuatro tubos germinativos, en un periodo de 6-8 horas (*Rivillas et al 2011*). En esta etapa hay una formación de un apresorio sobre el estoma producido por los tubos germinales, el cual será necesario para la etapa siguiente de penetración (*Kushalappa y Eskes 1989*).

Penetración: es la etapa en la cual la espora germinada, mediante un hifa, penetra a través de los estomas (bien formados) de la hoja, hasta la cámara subestomática.

Colonización: la colonización ocurre de manera intracelular. Luego de la penetración al interior de la hoja, el hongo desarrolla una estructura denominada haustorios, los que entran en contacto con las células la planta y es a través de estas estructuras que extraen los nutrientes para su crecimiento (*Rivillas 2011*). En esta etapa de colonización de la hoja por las hifas del hongo, se presenta la formación de los primeros síntomas visuales.

Esporulación: esta etapa se produce luego de la colonización. Está constituida por la emergencia posterior del esporóforo y la producción de nuevas esporas infecciosas (Avelino et al. 1999). Por la invasión de hifas a una cámara subestomática, se produce un grupo de células esporogénicas o protosoros. Algunas emergen por la apertura del estoma y producen un esporóforo. Cada grupo emergido de un estoma constituye un soro o pústula que producen uredosporas (McCain y Hennen 1984). Según Rayner (1972) una lesión produce más de 400.000 uredosporas en tres meses, las que serán dispersadas para iniciar el nuevo ciclo. El periodo de latencia es el tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y la esporulación, este representa la variable de mayor importancia, cuanto más corto sea, más rápido podrá repetirse el ciclo y más grave será la epidemia.

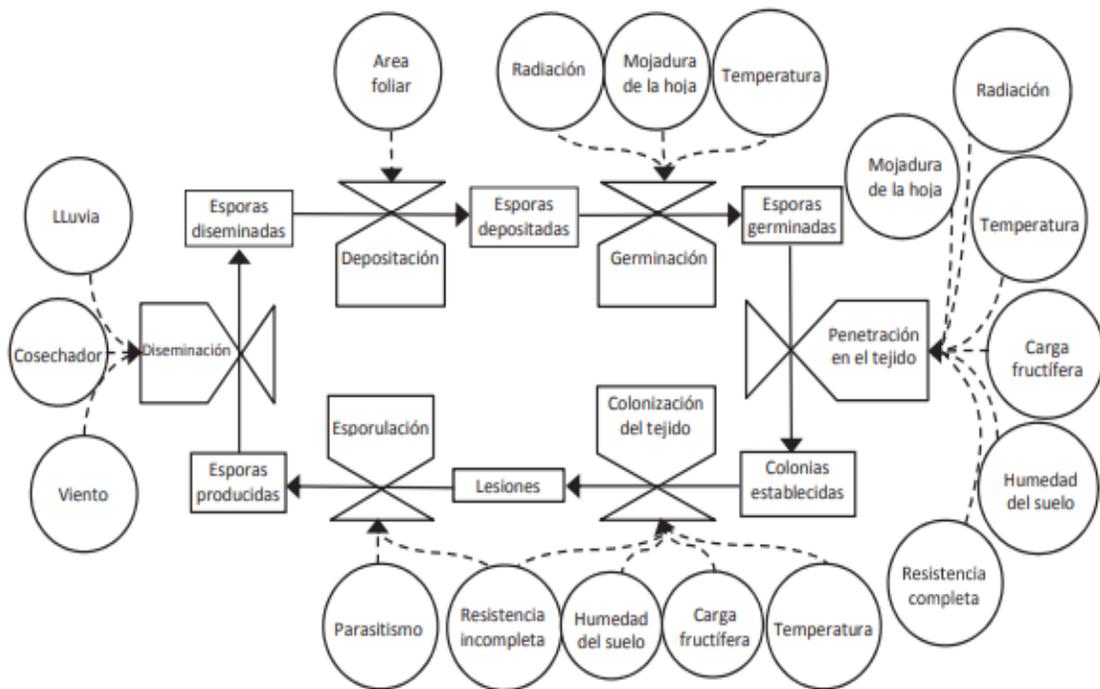


Figura 12. Diagrama de flujo representando el ciclo de vida de *Hemileia vastatrix* (líneas discontinuas) y factores que lo afectan (líneas discontinuas): modificado de Avelino et al., 2004.

CAPITULO VI.

PRÁCTICAS CULTURALES PARA EL CONTROL DE LA ROYA

El conjunto de prácticas culturales comprende la sombra regulada, la utilización de distancias de siembra correctas, la poda de las plantas, la selección de número de hijos por planta, el control de malezas y la fertilización adecuada y oportuna.

La ejecución integrada de estas actividades aumenta la productividad de los cafetales y a su vez limita el avance de la roya, pero también de todas las otras enfermedades y plagas.

6.1 Poda

La poda consiste en la eliminación periódica de aquellas partes del cafeto ya sea el tronco, ramas, o brotes que resulten improductivos o con ciertos problemas fitosanitarios (*Duicela y Sotomayor, 1993*).

Según Barva, Heredia (2013) la poda del cafeto consiste en la técnica de eliminar parcial o totalmente, las ramas o tallos agotados, poco productivos o enfermos de la planta.

Además, las plantas entran en competencia por espacio y luz, con lo que la cosecha se suspende, en las ramas más altas. La poda regula entonces la distribución de la luz, conforme la plantación envejece, para mantener una productividad adecuada.

6.2 Factores a considerar antes de la poda

Estado fitosanitario de la plantación, edad de los arbustos, accesibilidad a la plantación para recolectar la cosecha y realizar prácticas culturales, distancia de siembra y variedad o especie de café, producción y rendimiento por cuerda, altitud y disponibilidad del caficultor para realizar la practica recomendada, condiciones nutricionales de la plantación y problemas por toxicidad de elementos, altitud sobre el nivel del mar y época del año (*Monroig,*)

Las practicas antes de realizar la poda son controlar las yerbas adecuadamente y abonar la planta de café para que estén en una buena condición nutricional y se restablezcan después de la cosecha para evitar fuertes desordenes fisiológicos.

6.3 Tipos de poda

Se puede distinguir tres clases de poda: a) formación, b) producción y c) renovación.

- a) Poda de formación; tienen como objetivo mantener la producción accesible a los recolectores y facilitar la aplicación de controles fitosanitarios.

Como podas de formación se puede mencionar:

Poda costa rica o candelabro: Consiste en multiplicar en lo posible el tronco por medio de “capes” o descogollos sucesivos que se pueden iniciar desde el almacigo.

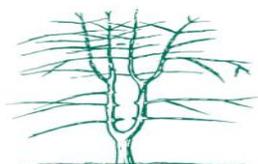


Figura 13. Poda costa rica o candelabro.

Poda hawaii o verticales múltiples: Consiste en provocar en la planta, la emisión de chupones de los cuales se seleccionan 4 o 5 para dejarlos producir 4 o 5 cosechas. Después se van suprimiendo los más agotados procurando que cada vertical no pase de cuatro años de edad.

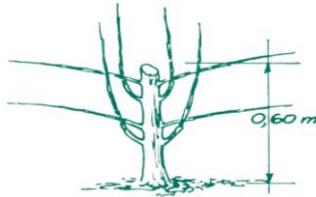


Figura 14. Recopa total.

Poda de agobio o Guatemala: Consiste en doblar el tallo de la planta cuando tiene un año de edad (40 o 50 cm), para provocar la emisión de chupones verticales de los cuales se seleccionan tres o cuatro para dejarlos crecer.

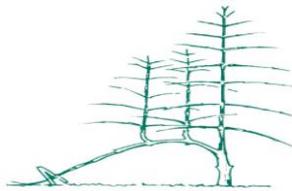


Figura 15. Poda agobio.

Descope: Supresión del cogollo del arbusto a cierta altura para detener su crecimiento vertical.

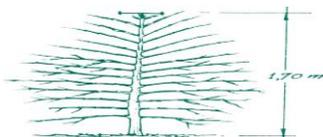


Figura 16. descope.

b) Poda de renovación; La poda de renovación consiste en retirar la estructura envejecida de la planta y promover una ramificación nueva. El objetivo es obtener nuevos puntos frutales en árboles antiguos.

En este tipo de poda, debemos considerar que la renovación debería hacerse por partes, es decir en proporciones equivalentes año tras año.

(Coral, C.L. 2012)

Entre ellas se utilizan las siguientes:

Poda baja: Es la técnica donde se elimina la parte aérea de la planta agotada mediante un corte que generalmente se realiza a una altura de 30 a 40 cm del suelo (Barva, Heredia, 2013)

Poda de cariño: Supresión en la planta, después de la cosecha, de las partes secas y aquellas que se consideren deterioradas o que no van a producir en la próxima cosecha.

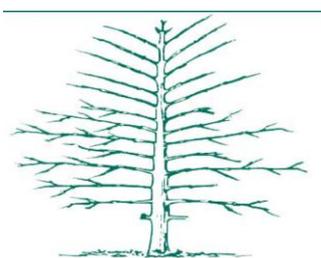


Figura 17. Poda de cariño.

Poda calavera: Desrame o supresión de todas las ramas dejando el tallo sin cortar. En ocasiones se efectúa un corte del tallo principal a una altura de 1,80 m. aproximadamente.

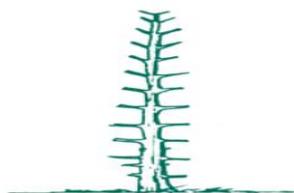


Figura 18. Poda calavera.

Poda Rock and roll: Consiste en cortar las plantas a alturas variables de acuerdo con el estado de deterioro de la misma.

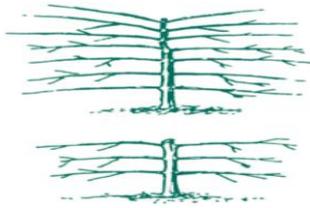


Figura 19. Poda Rock and roll.

Zoqueo: Corte del tallo a una altura de 30 o 40 cm. Suprimiendo todas las ramas por debajo del corte, es decir, sin ramas de savia.

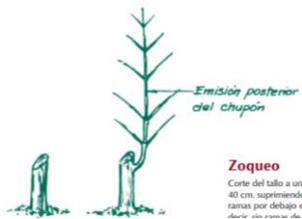


Figura 20. Zoqueo.

Poda pulmón: Corte del tallo dejando un chupón o las ramas que haya por debajo del corte, como ramas de savia.



Figura 21. Poda pulmón.

(Mestre y Ospina 1994)

c) Poda de producción

La poda de producción tiene como finalidad regular la parte productiva con la vegetativa. También debemos buscar darle iluminación y ventilación a nuestro campo.

Un ejemplo de poda de producción es la poda sistemática a 80 cm: el objetivo es tener renovación y a la vez fructificación.

Los cortes siempre quedan con la superficie rugosa cuando se utiliza serrucho o motosierra, de manera que después de la operación habrá que pasar sobre las heridas, la cuchilla bien afilada para afinar el trabajo, situación que únicamente se justifica en zonas, con temperaturas y humedad relativa elevadas. Los cortes deben hacerse hacia afuera de la planta con tallos múltiples y nunca hacia adentro, para que el agua de las lluvias resbale hacia donde no cause daño.

6.4 Épocas de poda

Es recomendable efectuar las podas de mantenimiento, durante la época seca de cada año. Normalmente se deben hacer dos podas; una inmediatamente después de concluida la cosecha y la otra al final del periodo seco. Al realizar las podas en la época recomendada se evita o se reduce el ataque de las enfermedades (*Sotomayor, 1993*).

6.5 Selección de hijos

La selección de los hijos que se estimulan a partir de los brotes luego de la poda, es la labor más importante en la formación de las nuevas ramas o tallo productivos de los cafetos. Esto hace que se deba escoger entre todos los brotes, los de mayor tamaño (más vigor) y los que se localizan en mejor posición (*Barva y Heredia, 2013*).

El mejor momento para iniciar la selección de los hijos es cuando estos alcanzan unos 20 o 30 cm de altura, o bien cuando haya transcurrido unos 2 o 3 meses después de la poda. La formación de nuevos brotes luego de la primera selección, puede llevar a la necesidad de volver a realizar una deshija de estos últimos. En las plantas se deben dejar unos dos o tres hijos en total. (*Barva, Heredia. 2013*).

6.6 Fertilización

La práctica de poda forzosamente debe ir acompañada de la fertilización. El fertilizante se aplica al cafeto en dos épocas: al iniciar las lluvias y al salir de la

cosecha, después de la práctica de poda se puede realizar una tercera aplicación, pero antes de iniciar la cosecha.

El propósito de adicionar fertilizantes al cultivo de café es suplir en cantidades adecuadas, oportunas y balanceadas, los elementos minerales esenciales para optimizar los ciclos vegetativo y reproductivo. Por lo general, los suelos no suplen en cantidad suficiente los elementos que requieren los cafetos durante todo el periodo reproductivo. Para que un suelo dedicado al café sea productivo debe tener una adecuada capacidad de retención de agua, buena aireación, materia orgánica en proceso de descomposición y nutrientes en cantidades apropiadas (Sotomayor, 1993).

6.6.1 Nutrición mineral

El café posee altos requerimientos de Nitrógeno (N) y Potasio (K). El requerimiento de Fosforo (P) es más bien bajo, pero todos son igualmente esenciales para su nutrición. En cafetos de 3 años se han reportado necesidades nutritivas de 125 Kg de N, 13 Kg de P y 126 Kg de K por hectárea.

6.6.2 Función de los elementos esenciales

Nitrógeno (N)

- a) Forma parte de la clorofila, b) la materia seca de los vegetales contiene del 2 al 4% de nitrógeno, c) interviene en todo el proceso de formación de los tejidos para el crecimiento de las plantas, d) es el elemento que da mayor respuesta a la producción del cafeto y e) es constituyente de los ácidos nucleicos, por lo mismo responsable de la formación genética.

Fosforo (P)

- a) Desempeña un papel importante en muchos aspectos de la respiración, b) en las primeras etapas de desarrollo del cafeto, es el responsable de formarlo

vigorosamente, con buen sistema de raíces y luego como promotor de la floración y del desarrollo del fruto en la etapa de producción y c) imprescindible en los mecanismos de formación, crecimiento y multiplicación, e intervienen en la formación de los órganos de la flor.

Potasio (K)

a) El potasio lo requieren los tejidos vegetales en mayor cantidad que los demás cationes, lo que confirma su alto requerimiento por la planta de café, b) como activador enzimático, se sabe que más de 60 enzimas son activadas por este elemento, c) está presente en todos los tejidos vegetales y tiene gran movilidad, d) incrementa en efecto de nitrógeno y contribuye a la fijación del nitrógeno atmosférico, y acelera y mejora el flujo y translocación de los metabolitos, e) controla el nivel hídrico de las hojas, mejora el estado de las plantas en épocas secas y el efecto de bajas temperaturas, f) propicia mejores sistemas de conducción internos, y le da resistencia a plagas y enfermedades y g) mejora el color, la calidad y la resistencia del grano.

Calcio (Ca)

a) El calcio es reconocido como el “segundo precursor”. Juega un papel importante como regulador en el crecimiento de las plantas, en su desarrollo y habilidad para adaptarse a las condiciones adversas del ambiente, b) aumenta la cantidad de asimilación de amonio y reduce la respiración de la planta, resultando esto en una mayor fotosíntesis neta y en el movimiento de los azúcares hacia los frutos, c) la abundancia de calcio mejora la absorción y utilización del nitrógeno en forma de amonio, d) aumenta la absorción de potasio, e) aumenta la resistencia de la planta a las enfermedades, f) los niveles altos de calcio reducen la respiración del fruto y prolongan la vida de almacenaje del producto y g) favorece el poder germinativo de las semillas.

Magnesio (Mg)

a) Forma parte de la molécula de la clorofila, b) participa en la producción de fotosíntesis, c) interviene en la formación de carbohidratos y d) estimula el desarrollo de microorganismos favorables del suelo y facilita la fijación del nitrógeno por las leguminosas.

Azufre (S)

a) Interviene en la producción de proteínas, b) participa en la producción de clorofila, c) algunas proteínas de la planta contienen azufre y d) el papel más importante, de tipo metabólico del azufre, está relacionado con el hecho de que el grupo sulfhídrico, SH^- , Es el grupo activo de muchas enzimas implicadas en el anabolismo y en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas.

Boro (B)

a) El boro desempeña funciones fisiológicas asociadas con las relaciones hídricas, con el metabolismo del nitrógeno, la acumulación de azúcares y la formación de meta-xilema en ápices gemulares, b) se cree que el ion borato podría formar un complejo con el azúcar, lo que favorecería el paso a través de las membranas celulares, c) evita la acumulación de grandes concentraciones de ácido cafeico y clorogénico, d) el boro está involucrado en el metabolismo de la auxina y en el crecimiento de las raíces, e) tiene cierta influencia en los procesos de multiplicación y crecimiento celular, f) facilita los procesos respiratorios de los tejidos, g) el boro interviene en la reproducción de las plantas y germinación del polen y h) contribuye a mantener el calcio en forma soluble, dentro de la planta, y actúa como regulador de la relación potasio-calcio.

Cobre (Cu)

a) Es necesario para la formación de clorofila. La mayor cantidad está en los cloroplastos, formando la plastocianina para la transferencia de electrones.

Hierro (Fe)

a) Es necesario para el mantenimiento de la clorofila en las plantas y b) esencial como componente de muchas enzimas y transportadores.

Manganeso (Mn)

a) Además de actuar en la respiración, participa específicamente en el metabolismo del nitrógeno y en la fotosíntesis y b) ejerce influencia en el transporte y utilización de hierro en la planta.

Molibdeno (Mo)

a) Requerido para la asimilación normal del nitrógeno, b) importante en el metabolismo del fósforo y del ácido ascórbico y c) está asociado a los mecanismos de absorción y transporte del hierro.

Zinc (Zn)

a) Favorece el crecimiento de los frutos y de las plantas, así como la absorción del fosforo y b) el zinc es responsable de la síntesis de auxinas

Cloro (Cl)

a) Responsable de la expansión de la lámina foliar y su turgencia y b) contribuye en la calidad de los frutos y el crecimiento de las raíces.

6.6.3 Síntomas de deficiencias nutritivas

Cuando alguno de los nutrientes en la planta está en baja concentración, ocurren variaciones en el desarrollo y color de las hojas. Estas variaciones se pueden apreciar fácilmente ya que los síntomas son visibles.

Nitrógeno

Se produce un amarillento parejo en toda la hoja comenzando en la base de las ramas y extendiéndose hacia la punta; las hojas jóvenes conservan algo de su color verde. Si la deficiencia es aguda las hojas se caen, los frutos se vuelven amarillos, crecen poco y se desprenden con facilidad.

Fosforo

Los síntomas se muestran en las hojas viejas en forma de manchas amarillas entre las cuales aparecen coloraciones violáceas. Las manchas son de diferente tamaño y pueden cubrir casi toda la hoja. En caso de severidad de la deficiencia, las hojas se tornan rojizas desprendiéndose de las ramas con frutos en maduración.

Potasio

La deficiencia potásica inicialmente se manifiesta como un ligero amarillamiento en el borde y la punta de las hojas. El amarillamiento se va acentuando poco a poco hasta adquirir un tono pardo-rojizo. En caso de deficiencia grave, los bordes se necrosan.

Calcio

Perdida del color verde, en forma de una palidez muy leve, en los bordes de las hojas nuevas. El calcio es poco móvil en la planta.

Magnesio

Los síntomas aparecen primero en las hojas viejas y se presentan como manchas amarillas entre las nervaduras, comenzando en la base de la rama y extendiéndose hacia la punta. Las hojas más viejas se desprenden de las ramas, principalmente de las que tienen frutos en maduración.

Azufre

Las hojas nuevas presentan coloración verde amarillenta. Pérdida del color verde normal en las hojas de la punta de la rama hacia atrás.

Zinc

Las hojas nuevas y jóvenes se muestran pequeñas y angostas, con pérdida de color, y resalta el verde de las venas. Las hojas se agrupan en forma de rosetas por acortamiento de los nudos de la rama. Achaparramiento del cafeto y producción de frutos pequeños. El Zinc se moviliza poco en la planta.

Boro

Las hojas deficientes en B se deforman y pueden aparecer torcidas, arrugadas o con bordes irregulares. La yema terminal de las ramas muere haciendo que la planta produzca nuevos brotes y ramas en forma de abanico. El Boro se moviliza poco en la planta.

Hierro

Decoloración de las hojas nuevas y jóvenes, a verde claro y verde amarillento, resaltando el color verde de las venas. Las hojas mantienen su tamaño normal. El Hierro es poco móvil en la planta.

Manganeso

El síntoma se manifiesta como un amarillamiento total de las hojas ubicadas en el extremo exterior de las hojas.

Cobre

Las hojas presentan nervaduras salientes (costillas), clorosis leve y manchas pardas asimétricas. Las hojas más jóvenes aparecen distorsionadas, por la falta de crecimiento de los nervios y pierden su color verde.

Molibdeno

De acuerdo con Carvajal, inicialmente se desarrollan manchas amarillas cerca de los márgenes y se tornan amarillo-pardas y necróticas primeramente en el centro. Desde la parte central sucede un rizamiento de las hojas, de manera que los lados opuestos se tocan por debajo.

Cloro

La literatura no reporta sintomatología de deficiencia de cloro, lo que hace suponer que las cantidades existentes en la mayoría de los suelos agrícolas son suficientes.

6.7 Implementación de árboles de sombra

La siembra de árboles para sombra se ejemplifica aquí con leguminosas, por aporte de nitrógeno al suelo y por su buena respuesta a la poda y su rápido crecimiento en sistemas preconcebidos de sombra regulada, con la especie de *Erythrina poeppigiana*, a la que se le aplica poda sistemática dos o tres veces al año dependiendo de su respuesta a las condiciones climáticas propias de cada zona productora.

6.8 Los Árboles y su papel para el manejo ambiental.

Hay muchos factores que influyen sobre los beneficios de la asociación entre cafetos y árboles. Cultivar café “bajo sombra” no significa solamente dar sombra y reducir el estrés ambiental para el cafeto. Significa también que los Árboles modifican el ambiente para el café mediante sus raíces, ramas y hojas.

Además, el café bajo sombra significa que se pueden generar ingresos adicionales por la producción arbórea, sobre todo, madera, leña y frutos.

Los efectos ambientales de árboles se pueden dividir en dos grupos. El primer grupo incluye efectos directos que tienen consecuencias inmediatas para el crecimiento y la producción de los cafetos asociados. Este grupo abarca, principalmente, el nivel de sombra y cambios microclimáticos más importantes como son los cambios de temperatura y humedad.

El segundo grupo de efectos de árboles consiste en efectos indirectos o secundarios en función de los cambios microclimáticos y cambios a largo plazo en la fertilidad del suelo. Los efectos indirectos de mayor importancia pueden ser efectos sobre plagas, enfermedades y malezas (efectos que ocurren en relativamente poco tiempo) (*Guharay et al. 1999*), o pueden ser efectos sobre la fertilidad del suelo, típicamente un proceso a más largo plazo.

6.9 Regulación del microclima interno de la plantación

El uso de sombra evita las variaciones drásticas de la temperatura y la humedad en el entorno inmediato de los cafetos.

La sombra en el cafetal ejerce una doble función: directa e indirecta.

6.10 Efectos sobre niveles de sombra, temperatura y humedad

La integración de árboles en un cafetal es el resultado de cambios muy notables: entrando al cafetal se nota primero la sombra de los árboles. En función de ella, las temperaturas en el día son más bajas y la humedad relativa es generalmente más alta. El grado de modificación microclimática depende de la intensidad de sombra que producen los árboles y también de las condiciones climáticas en las cuales se encuentra el cafetal.

6.11 Protección del suelo y aporte de materia orgánica

Bajo sombra intermedia homogénea los suelos se mantienen en mejores condiciones vegetativas, los suelos se protegen por la sombra y la hojarasca proporcionada naturalmente por los árboles. El aporte de materia orgánica proveniente de los árboles de sombra es muy beneficioso por cuanto contribuye a la conservación de la humedad y de la fertilidad del suelo producto de la hojarasca depositada al suelo (*Canet. Soto*).

6.12 Regulación de sombra

Para obtener una sombra adecuada para el cultivo del café es necesario seleccionar las especies espontáneas, prefiriendo las plantas arbóreas leguminosas, maderables y frutales, cuidando que estas no compitan con los cafetos, o que su competencia sea limitada. Además de seleccionar las plantas de sombra, es necesario acondicionarlas, podando, descopando, para permitir el paso de luz y aire y evitar ambientes de exceso de humedad favorables a la roya y otras enfermedades.

La sombra más adecuada para este cultivo es la que proporcionan los árboles del género inga, que también requieren de podas de formación y de una distribución sistematizada dentro de la plantación, para permitir el paso de luz y aire y evitar ambientes de exceso de humedad favorables a la roya y otras enfermedades. El café en México, debe cultivarse bajo sombra pues el éxito del cultivo se basa en la conservación de su equilibrio ecológico, lo que permite una cafecultura de productividad sostenida.

6.13 Función directa

La sombra protege a los cafetos de la acción directa de los rayos solares, disminuyendo la transpiración y evaporización del agua desde el suelo. Uniformiza la temperatura del suelo favoreciendo una mejor asimilación de los nutrientes. La inducción de la floración no sufre muchas variaciones,

disminuyendo así la tendencia de la producción bianual del cafeto (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

6.14 Función indirecta

La sombra limita el crecimiento agresivo de las malezas. Permite una mejor retención de la humedad del suelo. Reduce o impide la erosión hídrica. Favorece la acumulación de materia orgánica en el cafetal. Atenúa la acción de los vientos fuertes y evita los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

6.15 Manejo de la sombra

Existen diferentes tipos de poda aplicados a los árboles de sombra de acuerdo a su edad. Por ejemplo, a los árboles menores de 5 años se les ejecuta la poda de formación que es importante para una buena estructura conforme van creciendo.

Cuando los árboles son adultos se les da una poda de regulación, la cual consiste en descubrir el centro de la copa de los árboles y se deja un estrato de ramas horizontales no sobrepuestas, con el fin de distribuir la entrada de luz. Es importante dejar como mínimo un espacio libre de 2 metros entre el techo del cafetal y el de la sombra.

Cuando un lote completo de cafetal se va a recepar o renovar, puede aprovecharse el momento para podar los árboles de sombra a una altura de 4 a 5 metros, con el propósito de regenerar y uniformizar el tejido y estructura de los árboles. Esto se hace antes de la poda del cafetal para evitar daños posteriores.

6.16 Como afecta el sombrío excesivo

La falta de luz solar en el cafetal provoca una reducción de la actividad fotosintética y por consiguiente de la productividad. Las ramas y follaje excesivo

de los árboles de sombra obstaculizan una buena circulación del aire dentro del cafetal y mantienen la humedad relativa en niveles altos. Estas condiciones crean un microclima muy favorable para el ataque de enfermedades como la roya, mal de hilachas y ojo de gallo. También se producen ciertas plantas parasitas, como líquenes, musgos, etc. (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

6.17 Como afecta el deficiente sombrío

La falta de sombreado o el cultivo a plena exposición solar, permiten el paso de la luz solar de manera intensiva, situación que induce a sí mismo una intensa actividad fotosintética que puede originar agotamiento del suelo y/o de la planta de café. La falta de sombra también permite un secamiento rápido del follaje y del suelo del cafetal. Se expone el cafetal a cambios bruscos de temperatura y humedad relativa, así como también a la acción del viento (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

6.18 Clases de sombra

Durante las fases de establecimiento, crecimiento y producción de los cafetos, se requiere proporcionar un sombreado adecuado al cafetal. Se distinguen, en este proceso dos clases de sombra: una sombra temporal y otra sombra permanente (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

6.18.1 Sombra temporal

El propósito de la sombra temporal, es proteger los cafetos hasta que los árboles de sombra permanente alcancen un desarrollo apropiado, el mismo que está en estrecha relación con el crecimiento del café. Es conveniente eliminar la sombra temporal cuando los cafetos entran a su fase de producción, situación que ocurre aproximadamente 2 años después de su establecimiento.

El establecimiento de la sombra temporal debe realizarse antes de la plantación de los cafetos o también en forma simultánea siempre que exista suficiente agua para su crecimiento primario (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

6.18.2 Sombra permanente

La sombra permanente tiene el propósito de proteger al cafetal y proporcionar un ambiente adecuado para el desarrollo y producción de los cafetos durante toda su vida.

Los arboles de sombra permanente, necesitan de un manejo adecuado que se inicia con la selección de la especie a utilizar, el distanciamiento de siembra, fertilización, podas y descopes.

Las distancias de siembra de los árboles de sombra, está en relación con la altitud, topografía, fertilidad del suelo y distancia de siembra del cafetal. A mayor altitud el crecimiento vegetativo es más lento, por consiguiente, se debe sembrar a menor distanciamiento. En una topografía con pendientes pronunciadas se requiere de un mayor número de árboles de sombra por unidad de superficie para proteger el cafetal. En los suelos fértiles, los arboles de sombra tienen un mayor desarrollo, por lo tanto, el distanciamiento tiene que ser más espaciado. Además, la distancia de siembra del cafetal determina que debe haber cierta flexibilidad con los distanciamientos de los árboles de sombra (*Sotomayor y Duicela, 1993*).

CAPITULO VII.

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con el objetivo y la hipótesis planteada y los resultados obtenidos demuestran que el control cultural y genético de la roya del café es una alternativa para mejorar los niveles de rendimiento del café en el municipio de Siltepec Chiapas.

Para demostrar lo anteriormente señalado se pueden observar las gráficas siguientes.



Figura 22. Elaboración propia de resultados obtenidos de la encuesta.

El 50% de los productores, como se puede observar en la gráfica cuentan con más de 5 hectáreas y el 6.66 de productores cuenta con menos de una hectárea.



Figura 23. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 60% de los productores tienen de 15 a 10 años de plantado su cultivo y el 20% tiene de 10 a 5 años de renovado los terrenos con variedades resistentes

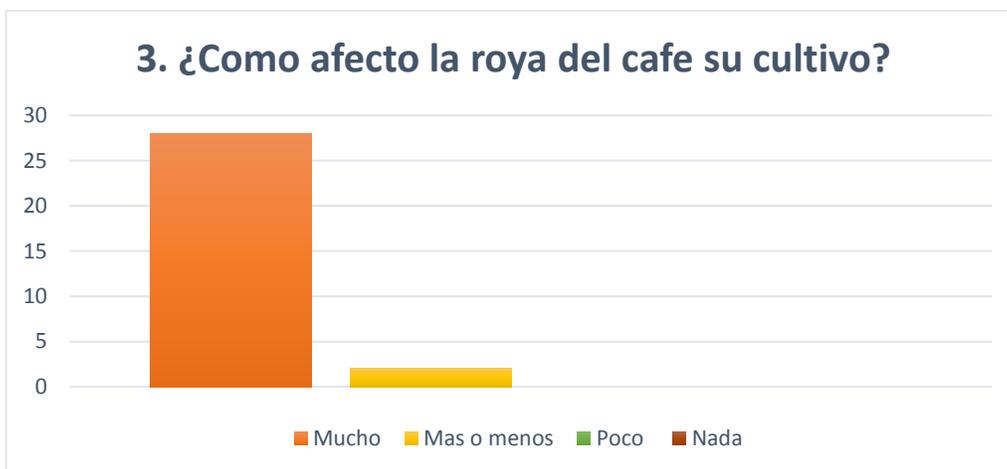


Figura 24. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 93.33% de los productores tuvieron una gran perdida y daños severos con la enfermedad de la roya de café “Hemileia vastatrix” ya que esta es una de las más devastadoras enfermedades hasta ahora, y los productores deben buscar las medidas necesarias para controlar la roya.



Figura 25. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 60% de los productores han tenido problemas con la roya en sus cafetales, lo cual indica que esta enfermedad es muy dañina si no se da el cuidado suficiente en base a control cultural y genético. Desde que la roya tuvo aparición en el estado nadie ha podido eliminarla del todo ya que se propaga rápidamente.



Figura 26. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 66.66% de las superficies afectadas es igual no importa el tamaño del terreno, ya sea grande mediano o pequeño la roya afecta de igual manera. Provocando una gran pérdida en la producción. Pero si se cuenta con suficientes cuidados en base a control cultural y genético se puede mantener estable.



Figura 27. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 40% de los productores ha observado las mismas pérdidas de producción de café desde que la roya, afecto en el año 2012 y desde ese entonces la producción no ha podido renovarse del todo porque es muy difícil controlar la enfermedad.



Figura 28. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 76.66% de los productores tiene conocimiento de las labores culturales que se practican en el cultivo ya que ellos han convivido con el cultivo desde hace mucho tiempo.

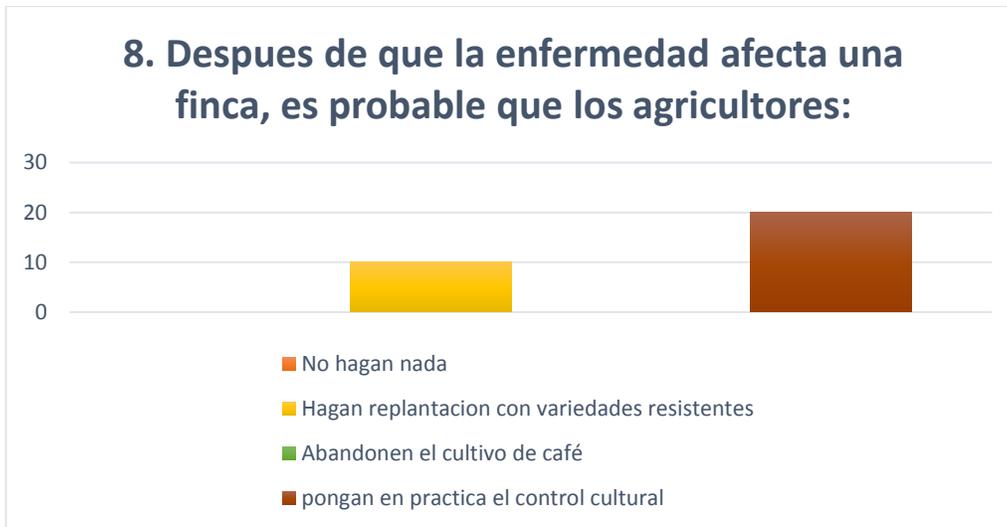


Figura 29. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 66.66% de los productores ha implementado por muchos años el control cultural ya que este ha sido uno de los mejores manejos para controlar la enfermedad, pero sobretodo también están manejando el control genético, control que sido de mucha ayuda para disminuir la enfermedad.



Figura 30. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 66.66% de los controles más implementados por los agricultores han dado buenos resultados como puede observar en la gráfica.

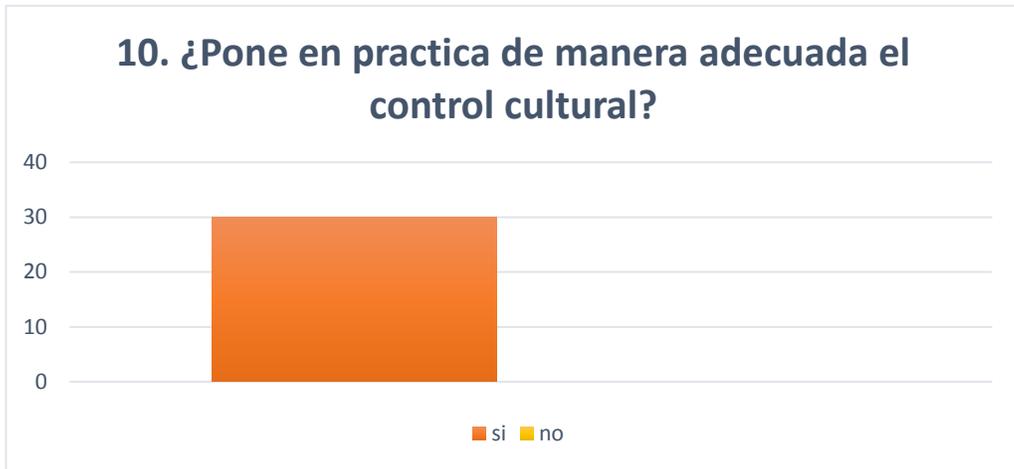


Figura 31. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 100% de los productores encuestados dijeron que, si realizan de manera adecuada el control cultural, obviamente porque lo han venido practicando desde hace mucho tiempo.



Figura 32. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 50% de los productores han estado renovando sus cafetales con variedades resistentes para controlar o disminuir la enfermedad.



Figura 33. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 100% de los productores respondieron que, si aplican la fertilización de manera adecuada, ya que al no hacerlo la planta estaría débil para llevar acabo el control cultural por la falta de macronutrientes y micronutrientes

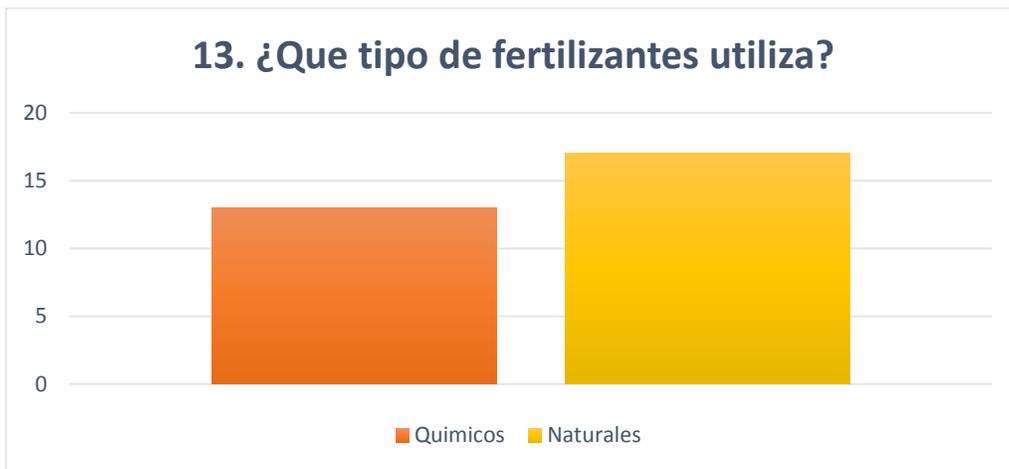


Figura 34. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 56.55% de los productores optan por usar fertilizantes naturales, ya que son más económicos, aunque también hay productores que utilizan fertilizantes químicos.



Figura 35. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 100% de los productores han recibido apoyos por parte del gobierno, ya sea plántulas, abonos, y apoyos económicos.



Figura 36. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El control cultural ha sido uno de los mejores para disminuir y/ o controlar los daños de la roya contando con un 50%, el control genético ha sido otro de los controles que ha dado resultados para la disminución de la enfermedad con un 33.33% y también el control químico ha sido otro de los que se usan.

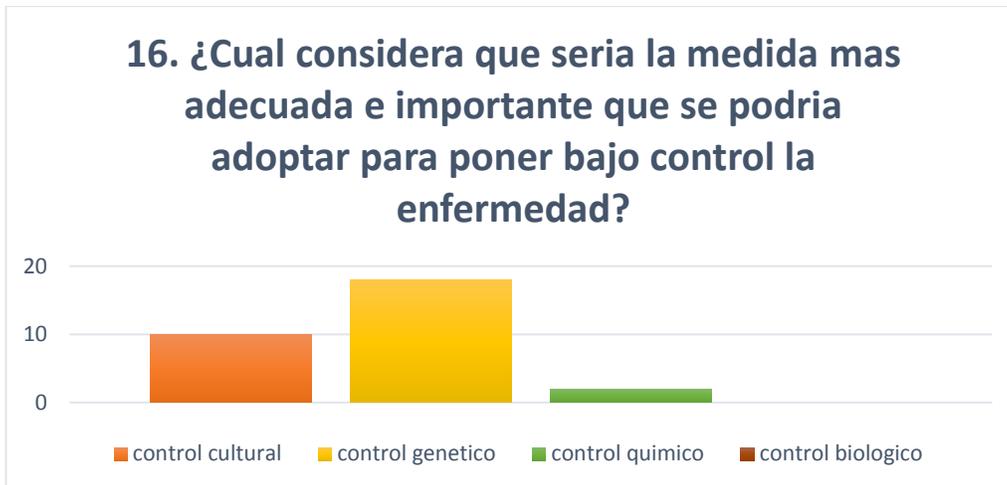


Figura 37. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 60% de los productores dijeron que el control genético es el mejor, siempre y cuando se maneje el control cultural para poner bajo control o disminuir la enfermedad.

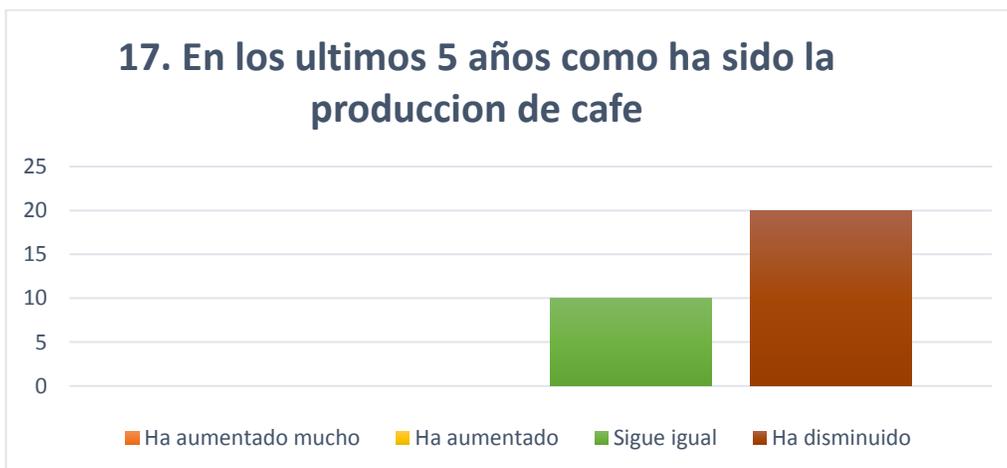


Figura 38. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

El 66.66% de los productores ha tenido grandes pérdidas en producción en los últimos 5 años ya que, la disminución del café ha sido inconsiderable desde que de que la roya ataco los cafetales en el año 2012. Y algunos cafeticultores dijeron que sigue igual por que trataron de controlar la enfermedad.

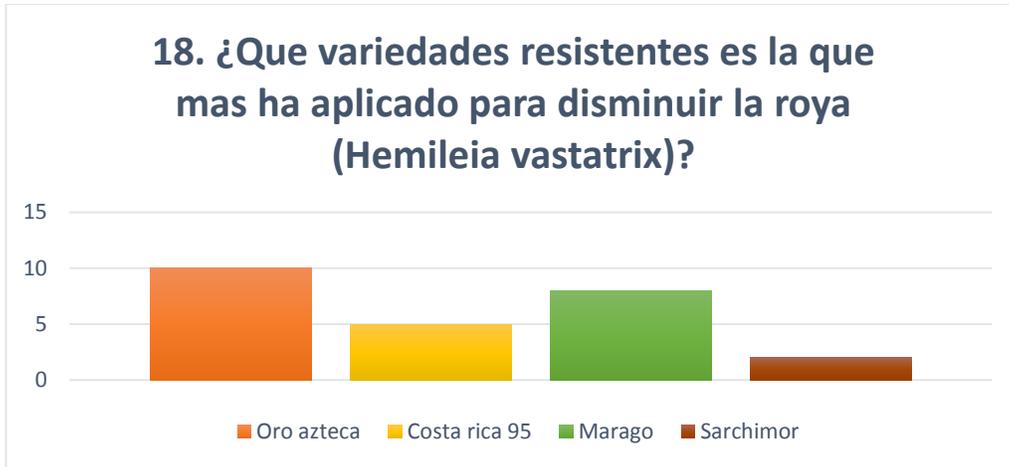


Figura 39. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

Las variedades resistentes que más han sobresalido aparte de las ya conocidas como el arábico y robusta son el oro azteca con un 33.33% y marago 26.66%, ya que estas variedades han sido las más resistentes en los terrenos del estado de Chiapas.



Figura 40. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

Los productores de café practican muy pocas podas y las más conocidas son la poda descope lo practica el 33.33% de los productores, un 30% poda de agobio, un 26.66% poda calavera y la poda baja que son las menos usadas.



Figura 41. Elaboración propia de los resultados obtenidos de la encuesta.

La sombra permanente es la que más se practica con un porcentaje de 83.33% de productores que establecen este tipo de sombra en sus cafetales.

CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la investigación realizada se concluye que.

La enfermedad del cafeto *Hemileia vastatrix* ha sido una de las más devastadoras trayendo consigo una gran pérdida en producción y daños a la planta, provocando en algunos casos la eliminación total de este si no se atiende luego.

Con los daños que la roya provoco en el año 2012 y sigue provocando en la actualidad trajo consigo una importante pérdida en la producción afectando de esta manera económica y ambientalmente a los productores, por lo tanto, también disminuyo la exportación a otros países lo cual implica que los cafeticultores buscan medidas necesarias o controles para poder disminuir o controlar la enfermedad ya que su eliminación no ha sido posible hasta ahora.

Los productores reciben apoyos en especie por parte de gobierno; plántulas, abonos orgánicos, abonos químicos, así como apoyos económicos.

Recomendaciones

Se recomienda implementar variedades tales como oro azteca, marago, sarchimor y marsellesa, aparte de *coffea arabica* y *coffea robusta*, ya que las mencionadas han demostrado tener éxito para mantener un mejor control de la enfermedad y a la fecha no se ha observado ningún tipo de control para eliminarla.

Los productores han optado por llevar acabo cualquier tipo de control para salvar sus plantaciones, destacando el control genético, ya que se ha demostrado a través de este el control más eficaz de esta enfermedad

Otro de los controles que han implementado desde hace varios años, es el control cultural, este ha sido también uno de los más importantes, ya que cuentan con el suficiente conocimiento para llevar a cabo: el deshierbe, las podas, el deshije, la fertilización de la planta, la implementación de la sombra.

Bibliografía

- Alvarado S.M. y Rojas C.G. 2007 el cultivo y beneficiado del café. 2da reimpr. De la 1ra ed. San José, Costa Rica.
- Avelino, J; Rivas, G. 2013. La roya anaranjada del café. Citada en: <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036>
- Avelino, J; Muller, R; Eskes, A; Santacreo, R; Holguín, F. Capítulo 6. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad. In Bertrand, B.; Rapidel, B. eds. Desafíos de la caficultura de Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Barva y Heredia. 2013. Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto. Instituto del café de costa rica. Centro de investigaciones en cafe CICAFAE
- Bertrand, B. y Rapidel, B. 1999. Desafíos de la caficultura en Centroamérica. San José, C.R.: IICA. PROMECAFE: CIRAD: IRD: CCCR. Francia.
- Canet B.G, .Soto.V.C.2016. La situación y tendencias de la producción de café en America Latina y el Caribe. Representacion IICA en Costa Rica.
- Coral, C. L. 2012. Guía técnica. “asistencia técnica dirigida en manejo integrado de plagas y enfermedades, poda y fertilización de café”. San ignacio-cajamarca. Perú.
- Dufour, B., Barrera, J., Decazy, B. 1999. La broca de los frutos del cafeto: ¿la lucha biológica como solución? Desafíos de la caficultura en Centro América. IICA: PROMECAFE; CIRAD; IRD. San José, Costa Rica.
- Gómez, G. 2010. Cultivo y beneficio del café
- Guharay F., Monterrey J., Monterroso D. y Staver Ch. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo del café. CATIE. 1ra. Ed. Managua, Nicaragua.
- Gutiérrez, M. y Carreón Z, M.A., 1982. Ante la roya del cafeto. Folleto.79, México: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Kushalappa, A.C. 1989. Biology and epidemiology, in: Coffee rust: epidemiology, resistance and management, A.C. Kushalappa y A.B. Eskes, Editores, CRC Press: Florida. p. 16-80.

- Mestre, M. A. y Ospina, O. F.H. 1994. Manejo de los cafetales para estabilizar la producción en las fincas cafetaleras. Avances técnicos Cenicafé No. 201
- Monroig, I. M. Manejo del tejido del cafeto (poda). Universidad de puerto rico. Recinto universitario de Mayaguez. Colegio de ciencias agrícolas. Departamento de ciencias agroambientales.
- Moreno, R. G. y Alvarado, A. G. 2000. La variedad Colombia 20 años de adopción y comportamiento frente a nuevas razas de la roya del cafeto. Cenicafe Boletín 22: 1-32.
- McCain, J.; Hennen, J. 1984. Development of the uredinial thallus and sorus in the orange coffee rust fungus, *Hemileia vastatrix*. *Phytopathology* (6): 714-721.
- Nutman, F.J.; Roberts, F.M.; Clarke, R.T. 1963. Studies on the biology of *Hemileia vastatrix* Berk. *Transactions of the British Mycological Society*. 46(1): 27-44.
- Rayner, R.W., 1972. *Micología, Historia y Biología de la roya del cafeto*. Publicación Miscelanea, Costa Rica: IICA-CATIE.
- Rivillas Osorio, C.A.; Serna Giraldo, C.A.; Cristancho Ardila, M.A.; y Gaitan Bustamante, A.L. 2011. *La roya del cafeto en Colombia - Impacto, manejo y costos del control*. Caldas, Co: Cenicafé.
- Sotomayor, I. y Duicela, L. 1993 *Manual del cultivo de café*. INIAP. Quinto Ecuador
- Waller, J.M., 1972. Coffee rust in Latin America. *PANS*. 18(4): 402-408

ANEXOS



Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Encuesta a cafeticultores con problemas de la “Roya del cafeto” (*Hemileia vastatrix*)

Respetable cafeticultor; la presente encuesta tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar un trabajo de investigación. “Afectación y control de la roya (*Hemileia vastatrix*) del cafeto mediante el control cultural y variedades resistentes en el municipio de Siltepec, Chiapas”. Tales datos serán de vital importancia para verificar datos que será de mucha ayuda. En virtud a lo anterior, se le agradece de forma muy especial su colaboración para responder las preguntas que se presentan a continuación. No está demás destacar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, y responsabilidad. Muchas gracias.

INSTRUCCIONES: conteste las siguientes preguntas con responsabilidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como cafeticultor. Subrayando las respuestas.

Nombre del caficultor: _____.

Edad: _____.

Lugar de residencia: _____.

1.- ¿Cuántas hectáreas de cultivo de café posee?

A) 5 a 4 hectáreas B) 3 a 2 hectáreas C) 1 hectárea D) menos de una hectárea

2.- ¿Cuánto tiempo lleva de plantado su cultivo de café?

- A) 25 a 20 años B) 20 a 15 años C) 15 a 10 años D) 10 a 5 años
- 3.- Como afecto la roya del café su cultivo en el año 2012
- A) Mucho B) Más o menos C) Poco D) Nada
- 4.- ¿Cuánta superficie de café, de lo que posee ha afectado la roya?
- A) Todo B) Casi todo C) La mitad D) Muy poco
- 5.- Los sectores más afectados son:
- B) Grandes cafetales B) Medianos cafetales C) Pequeños cafetales
- 6.- En los últimos 3 a 6 años el problema se ha vuelto.
- A) Mucho peor B) Peor C) Más o menos igual D) Ha mejorado
- 7.- El conocimiento que tienen la mayoría de los agricultores de la enfermedad es:
- A) Muy bueno B) Bueno C) Regular D) Escaso
- 8.- Después de que la enfermedad afecta una finca, es probable que los agricultores:
- A) No hagan nada B) Hagan replantación con variedades resistentes
- C) Abandonen el cultivo de café D) Pongan en práctica el control cultural
- 9.- Los métodos de control adoptados por la mayoría de los agricultores para controlar la roya del cafeto (*hemileia vastatrix*) son:
- A) Eficaces B) Ineficaces C) Mas o menos eficaces D) No se aplica
- 10.- ¿Pone en práctica de manera adecuada el control cultural?
- A) Si B) no
- 11.- Al ver que la roya está terminando con la producción de café, utiliza variedades resistentes para hacer frente a la enfermedad:
- A) Si B) No

12.- Al poner en práctica el control cultural aplica la fertilización de manera adecuada

A) Si B) No

13.- ¿Qué tipo de fertilizantes utiliza?

A) Químicos B) Naturales

14.- Recibe o ha recibido apoyo técnico por parte del gobierno (SAGARPA, INIFAP, PROCAMPO).

A) Si B) No

15.- Método de control que ha aplicado y que hayan tenido éxito para combatir la roya del cafeto o en su caso disminuir el daño.

A) Control cultural B) Control genético C) Control químico D) Control biológico

16.- ¿Cuál considera que sería la medida más adecuada e importante que se podría adoptar para poner bajo control la enfermedad?

A) Control cultural B) Control genético C) Control químico D) control biológico

17.- En los últimos 5 años como ha sido la producción de café

A) Ha aumentado mucho B) Ha aumentado B) Sigue igual C) Ha disminuido

18.- ¿Que variedades resistentes es la que más ha aplicado para disminuir la roya (*Hemileia vastatrix*)?

A) Oro azteca B) Costa Rica 95 C) Marago D) Sarchimor

19.- ¿Qué tipo de poda es la que más ha usado y sigue usando en su cultivo?

A) Poda de agobio B) Poda baja C) Poda descope D) Poda calavera

20.- ¿Qué tipo de sombra es la que pone en práctica?

A) Sombra permanente B) Sombra semi-permanente C) Sombra temporales

Gracias por su colaboración que tenga un excelente día.