

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ANALISIS MULTIVARIADO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN
CAFETALES DE SAN MARCOS OCOTEPEQUE, HONDURAS**

POR:

WALTER OMAR GUTIERREZ MEJIA

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVESIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO**



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013.

**ANALISIS MULTIVARIADO DE PROBLEMAS FITOSANITARIOS EN
CAFETALES DE SAN MARCOS OCOTEPEQUE, HONDURAS**

POR:

WALTER OMAR GUTIERREZ MEJIA

M. Sc. MIGUEL HERNAN SOSA.

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVESIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA.

A **DIOS** todo poderoso, por estar con migo en todo momento, brindándome la fuerza, la sabiduría y entendimiento necesario para enfrentar cada problema, y superar cada obstáculo de mi vida, y darme la bendición de culminar con mi carrera universitaria.

A mis padres **JOSE MARIA GUTIERREZ VILLEDA Y ADA CONCEPCION MEJIA** por su incondicional apoyo, realizando todo su esfuerzo y sacrificio para poder brindarme la oportunidad de superarme y ser una persona exitosa en la vida.

A mi hijo **OMAR ALEJANDRO GUTIERREZ SUAZO** por ser una luz en mi vida, y por ser el una de la causas del deseo de superarme.

A una persona muy especial en mi vida **ROSINDA ANTONIA SUAZO LOPEZ** por darme su apoyo, amor y comprensión.

A mis hermanos (a) **FRANCISCO EDGARDO VILLEDA, HUMBERTO GUTIERREZ Y GLENDA LISSETH GUTIERREZ**, por su cariño y apoyo brindado en todo momento para poder realizar mis estudio.

A mis tíos (as), primos(as), por su apoyo en todo el transcurso de mi formación profesional y en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A DIOS todo poderoso por iluminarme, brindarme la sabiduría y la fuerza para obtener cada logro de mi vida, guiarme por el camino correcto, y darme la bendición de poder culminar mi carrera universitaria.

A mis padres por el esfuerzo y sacrificio realizado para tratar de darme lo mejor en mi vida y darme toda su confianza.

A mis hermanos (a) por ser parte fundamental de este logro al darme todo su apoyo en cada momento.

A mis asesores **M Sc. Miguel Hernán Sosa, M Sc. Héctor Antonio Díaz, M Sc. Raúl Isaías Muños**, por su apoyo y orientación brindada y por transmitirme los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

A la Universidad Nacional de Agricultura: por permitirme ser parte de su familia y la formación brindada.

A mis compañeros de la R por todos los momentos compartidos, especialmente para mis hermanos **ORSON ONIL HERNANDEZ Y KEVIN FERNANDO GRANADOS** por todos los momentos compartidos y apoyo brindado.

CONTENIDO.

Pág.

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO.....	iv
LISTA DE CUADROS.	vi
LISTA DE FIGURAS.	vii
LISTA ANEXOS	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. La caficultura Hondureña.	3
3.2. Variedades utilizadas actualmente en Honduras.	4
3.3. Principales problemas de la caficultura Hondureña.....	6
3.3.1. Plagas y enfermedades	6
3.3.1.1. Broca del café. (<i>Hypothenemus hampei Ferrari</i>).....	7
3.3.1.2. Minador de la hoja de café. (<i>Leucoptera coffeella</i>).....	7
3.3.1.3. Picudo de la hoja de café (<i>Epicaerus capetillensis</i>)	7
3.3.1.4. Mancha de hierro (<i>Cercóspora coffeicola</i>)	8
3.3.1.5. Ojo de Gallo (<i>Mycena tricolor</i>	8
3.3.1.6. La roya del café.	9
3.3.2. Factores que determinan la incidencia y proliferación de roya.	14
3.4. Análisis multivariado.	20
3.5. Técnicas multivariante.....	20
3.5.1. Análisis de componentes principales.	20
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
4.1. Descripción del lugar.	22
4.2. Materiales y equipo	22
4.3. Descripción de la investigación	22

4.4.	Se tomaran las coordenadas con un GPS (Global Positionning System)	23
4.5.	Factores bajo estudio	23
4.5.1.	Nivel de daño.....	24
4.5.2.	Factor genético.....	24
4.5.3.	Factor climático	24
4.5.4.	Factor edafológico	24
4.5.5.	Factores de manejo agronómico	25
4.5.6.	Factores socioeconómicos.	25
4.6.	Análisis estadístico.....	25
4.6.1.	Estadística descriptiva	25
4.6.2.	Análisis de frecuencia.....	25
4.6.3.	Componentes principales (ACP).....	26
4.6.4.	Análisis de clasificación	26
4.6.5.	Análisis de correspondencia múltiple	26
4.6.6.	Análisis discriminante.....	26
4.6.7.	Correlación canónica.	27
V.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
5.1.	Estadística descriptiva.	28
5.1.1.	Nivel de daño por roya.....	28
5.1.2.	Factor socioeconómico.	31
5.1.3.	Factor edafológico y nutricional.	36
5.1.4.	Factor genético.....	41
5.1.5.	Factor climático.....	43
5.1.6.	Factor agronómico	45
5.2.	Análisis de componentes principales.	47
5.2.1.	Correlaciones de Pearson.	50
5.3.	Análisis de clasificación.	52
5.4.	Análisis de correlacion canónica.....	55
VI.	CONCLUSIONES.....	58
VII.	RECOMENDACIONES.....	59
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEXOS.....	65

LISTA DE CUADROS.

Cuadro 1 Relación entre fertilidad del suelo y % de roya de las fincas evaluadas.....	37
Cuadro 2 Fertilizantes foliares usados por los productores en la zona de San Marcos Ocotepeque.....	39
Cuadro 3 Resumen de las pérdidas ocasionadas por el daño sufrido por roya de café en la zona de San Marcos Ocotepeque en año 2012.....	40
Cuadro 4 Relación porcentaje de sombra de los cafetales y presencia de roya en la zona de San Marcos Ocotepeque	46
Cuadro 5 componentes principales retenidos atraves de ACP.....	47
Cuadro 6 Contribución relativa de las variables a su componente.....	48
Cuadro 7 Comunalidad (R^2) de cada variable explicada por los 6 componentes retenidos...	49
Cuadro 8 Cuadro 8 Grupos formados por los clúster con una similitud del 78 % y los individuos atípico.....	53
Cuadro 9 Análisis de correlacion canónica.....	55
Cuadro 10 Correlaciones entre la “X” y sus variables canónicas.....	56
Cuadro 11 Correlaciones entre la “Y” y sus variables canónicas.....	56

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1 Área afectada por roya y porcentaje de incidencia en la zona de agencia IHCAFE de San Marcos Ocotepeque, a una altura entre 1050- 1600msnm.....	28
Figura 2 Porcentaje incidencia de roya por finca evaluada.....	29
Figura 3 Porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades en fincas cafetaleras de San Marcos, Ocotepeque, 2013.....	30
Figura 4 Nivel de escolaridad de productores de la zona de San Marcos de Ocotepeque....	31
Figura 5 Conformación de las familias productoras y su disponibilidad de mano de obra económicamente activa en los cafetales de la zona de San Marcos Ocotepeque, a agosto de 2013.....	32
Figura 6 Costo económico por actividad de manejo por manzana en cafetales.....	33
Figura 7 forma de venta del café por parte de los productores.....	34
Figura 8 Porcentaje de productores que reciben capacitación técnica sobre manejo de café por parte de IHCAFE y otras instituciones.....	34
Figura 9 Porcentaje productores que reciben financiamiento y la fuente de financiamiento en la zona de San Marcos Ocotepeque.....	35
Figura 10 Porcentaje de productores que reciben otro ingreso diferente del café y certificación de las fincas.....	36
Figura 11 Dosis de fertilizante (qq/mz) aplicas en las fincas evaluadas.....	38
Figura 12 Número de fertilizaciones por año y porcentaje de los productores que realizan análisis de suelo en cafetales.....	38
Figura 13 Estado actual del área caficultora en la zona de San Marcos Ocotepeque.....	40
Figura 14 Cobertura (%) de las variedades utilizadas actualmente en la zona de San Marcos Ocotepeque.....	42
Figura 15 Edad media de plantaciones y variedades cultivadas actualmente en la zona de San Marcos Ocotepeque.....	43

Figura 16 Porcentaje de fincas donde se ha modificado el número de cortes y el clima en los últimos 5 años.....	44
Figura 17 Promedio de altura de planta y diámetro de copa en los cafetales evaluados....	45
Figura 18 Distancias de siembra promedios utilizados en cafetales de la zona de San Marcos der Ocotepeque.....	46

LISTA ANEXOS

Anexo 1 Encuesta Análisis multivariado sobre la incidencia de la roya anaranjada (<i>Hemileia vastatrix</i>) en distintas zonas cafetaleras de Honduras.....	60
Anexo2 Boleta toma de datos en el muestreo integral de las plagas del café.....	66
Anexo 3 Cuadro toma datos de porcentaje de sombra.....	67
Anexo 4 Boleta toma de datos altura, diámetro de copa, distanciamiento de siembra y porcentaje de pendiente de cada estación.....	68

RESUMEN.

Gutiérrez Mejía, W. 2013. Análisis multivariado de problemas fitosanitarios en cafetales de San Marcos Ocotepeque, Honduras. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. 84 pp.

El trabajo se realizó en la zona occidental de Honduras en el Departamento de Ocotepeque en el área que cubre la agencia del IHCAFE de San Marcos Ocotepeque en una altura de entre los 1050-1600 msnm, con el objetivo de poder determinar qué factores o variables están determinando el apareamiento de los problemas sanitarios, principalmente (*Hemileia vastatrix*), para lo que se muestrearon 25 fincas, los factores evaluados fueron nivel de daño, manejo agronómico, climático, edafológico, y socioeconómico. Para lo que se realizó un análisis multivariante, realizando primero una estadística descriptiva, lo que detalla bajos niveles de escolaridad de los productores, 50% de los suelos son de baja fertilidad y una importante incidencia del % de sombra sobre la incidencia de roya. El análisis de componentes principales permitió encontrar seis componentes que son: componente edafológico, asociado a la familia, costos, experiencia productor y costos de roya, agronómico, costos de roya y cosecha. Las correlaciones entre todas las variables evaluadas, determinaron la relación que existe entre variables asociadas a la familia y los costos de actividades, daño patológico, y área cultivada. El análisis de correlación canónica se encontró correlaciones entre las variables de los factores bajo estudio y la incidencia de patógenos. Encontrando así que las variables que mayormente determinan la presencia o no de *Hemileia vastatrix* y demás enfermedades son genéticas, socioeconómicas variables de manejo agronómico y edafológicos.

Palabras claves: análisis multivariado, problemas sanitarios, *Hemileia vastatrix*, café.

I. INTRODUCCION

Los problemas sanitarios como la roya del café (*Hemileia vastatrix*), broca del café, (*hipotenemus hampei*), antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), ojo de gallo. (*Mycena citricolor*) entre otras, son de las principales causas por las que se ve afectado el rendimiento del cultivo de café, cuantificándose pérdidas económicas considerables de aproximadamente 25% de la plantaciones en el año reciente en nuestro país principalmente por roya.

La caficultura hondureña ha sido por muchos años y continúa siendo, uno de los principales rubros de la economía del país, por la generación de empleo y por la captación de divisas.

En Honduras el café se cultiva en 15 de los 18 departamentos del país, la expansión de este cultivo en el territorio nacional se debe a las condiciones climáticas y edáficas ideales para el crecimiento y desarrollo óptimo de la planta. El 95.2% de los productores son pequeños con volúmenes de producción menores de 200 quintales, el 4.5% son medianos productores con producciones entre 200 y 1,000 qq; tan solo el 0.3% es considerado gran productor con sumas mayores de 1,000 qq. El área de producción es de 313,697 manzanas distribuida el de 77% en pequeños productores, 13% en medianos y 10% en grandes. (CEN 1999)

Con todo lo anterior en nuestro país no se cuenta con los medios que facilite tomar decisiones o acciones para darle respuesta a través de un plan de manejo a este enorme problema que ha traído grandes pérdidas económicas al sector cafetalero, que es el eje de la economía del país.

En el presente trabajo se realizó un estudio de los factores socioeconómicos, edáficos, genéticos, agronómicos y climáticos que incidieron en el desarrollo de los principales problemas fitosanitarios del cafeto, mediante un análisis multivariado que permitió correlacionar todos estos, con el nivel de daño causado por estos, por medio de un software estadístico, lo que pretende dar una respuesta o reducir el impacto económico, social y ambiental de la caficultura regional.

II. OBJETIVOS.

General.

- Realizar un estudio multivariado de los factores agronómicos, edáficos, genéticos, ambientales y socioeconómicos que posiblemente influyen en la incidencia de problemas sanitarios en fincas cafetaleras del sector del San Marcos Ocotepeque.

Específicos

- Caracterizar los factores agroecológicos, socioeconómicos, climáticos, edafológicos y genéticos de las fincas de la región de San Marcos Ocotepeque
- Correlacionar el efecto de los componentes climáticos y socioeconómicos con la incidencia de plagas y enfermedades en los cafetales de la región.
- Identificar a nivel de campo si el material genético utilizado es o no resistente a la roya del cafeto y que importancia toma este factor desde el punto de vista de la incidencia.
- Clasificar las fincas por su grado de similitud con respecto a los factores agroecológicos, edafológicos y socioeconómicos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1. La caficultura Hondureña.

En Honduras para el ciclo 2008-2009 se registró un total de 86,937 productores de café los cuales cultivan un área de 349,092.95 mz con producción de 4, 183,021.72 qq oro para una productividad de 11.98 qq oro/mz (IHCAFE 2009). El café se cultiva con importancia económica en 14 de los 18 departamentos del país. Las principales áreas de producción se encuentran en los departamentos de El Paraíso, Santa Bárbara, Olancho, Copán, Comayagua, La Paz y Lempira. Continúan en importancia, los departamentos de Cortés, Ocotepeque, Yoro, Francisco Morazán e Intibucá y por último están Choluteca y Atlántida (CEN 1999).

En Honduras se encuentran dos sistemas de cultivo de café: el sistema tradicional y el café con variedades mejoradas. En cafetales con variedades mejoradas se encuentran tres sistemas tecnológicos: bajo, medio y alto que están relacionados a las densidades de siembra, grado de la cantidad de uso de fertilizantes, manejo de sombra y la forma en que controlan las malezas (Altamirano 2012).

El cultivo del café representa para nuestro país uno de los principales pilares de economía, reduciéndose este de manera importante en el año reciente 2012, a causa del problema del de la roya del café, quien devasto aproximadamente el 25% de los cafetales existentes, en su mayoría de variedades susceptibles a este patógeno.

3.2.Variedades utilizadas actualmente en Honduras.

Variedad Typica

Comúnmente llamada criollo, indio o arabico, fue la primera en ser cultivada en América Tropical, representando cafetales muy antiguos y produce café de muy buena calidad. Es de porte alto, forma cónica, generalmente de tronco único, su producción es muy baja. Su reconocimiento es muy fácil, ya que los brotes nuevos de las hojas son de color bronceado. (IHCAFE 2011)

Variedad Bourbon

Alcanza la misma altura que la variedad Typica, porte alto, de forma menos cónica. Ramificación secundaria más abundante y bandolas más verticales que en el Typica, formando en promedio un ángulo de 58 grados con el tallo, entrenudos menos largos y mayor cantidad de axilas florales. Las hojas son más anchas y onduladas que la del Typica, así mismo, el grano es más pequeño y redondo. (IHCAFE 2011)

Variedad Caturra

Se originó probablemente por una mutación del Bourbon en el Brasil. El Caturra es más precoz y productivo que las líneas comunes de Typica y Bourbon. Es una planta de porte bajo y de entrenudos cortos, las hojas terminales son verdes y sus hojas maduras son redondeadas, grandes y oscuras. (IHCAFE 2011)

Variedad Pacas

Se originó de una mutación del Bourbon en El Salvador, similar al Caturra de Brasil y al Villa Sarchi de Costa Rica. Al igual que el Caturra, es de porte pequeño, entrenudos cortos, follaje abundante, producción alta, hojas más grandes, anchas y lustrosas de fructificación precoz y sistema radical desarrollado. Se adapta muy bien a zonas bajas con ocurrencia ocasional de períodos relativamente prolongados de sequía, altas temperaturas y suelos de baja capacidad de retención de humedad (arenosos). (IHCAFE 2011)

Variedad Villa Sarchi

Es originaria de Costa Rica, su nombre se debe a su zona de origen, la provincia de Alajuela, que antiguamente se llamó Sarchi. Es una planta de porte bajo, muy similar en su forma y tamaño al Caturra y Pacas; tiene brotes de color verde, hojas de tamaño mediano, sistema radical fuerte, entrenudos cortos en su eje principal y en sus bandolas (IHCAFE 2011)

Variedad Catuaí

Es originaria del Brasil y se trata de un cruzamiento entre las variedades Caturra amarillo y Mundo Novo, dando origen a líneas de Catuaí Rojo y Catuaí Amarillo. Fue introducida al país por el Instituto Hondureño del Café en el año de 1979, procedente de Guatemala. Se caracteriza principalmente por su elevado vigor vegetativo, alto potencial productivo, ramificación abundante y entrenudos cortos, precoz para entrar en producción, buena adaptabilidad a diferentes ambientes y excelente comportamiento en zonas de altura. (IHCAFE 2011)

Variedad IHCAFE-90

Se obtuvo de la evaluación y selección de progenies de café provenientes del cruzamiento entre plantas de la variedad Caturra susceptible a la roya (*Hemileia vastatrix*) y el híbrido de timor con resistencia. Presenta buena resistencia a la roya sin que hasta la fecha haya sido atacada por la enfermedad después de diez años de su liberación como variedad; recomendándose para alturas por encima de los 1000 msnm. (IHCAFE 2011)

Variedad Lempira

Proviene del cruce original entre una planta de la variedad Caturra susceptible a la roya (*Hemileia vastatrix*) y el híbrido de Timor con resistencia a la enfermedad, realizado en el Centro de Investigación de la Roya del Cafeto (CIFC) en Oeiras, Portugal (1959), para transmitirle a la variedad Caturra de porte pequeño y buena productividad, los genes de resistencia a la roya, corresponde a las mismas líneas que dieron origen a la variedad IHCAFE-90. Tiene alta resistencia a la roya y tamaño grande de grano. Puede ser cultivada en zonas con alturas entre los 800 y 1400 msnm. (IHCAFE 2011)

3.3. Principales problemas de la caficultura Hondureña

3.3.1. Plagas y enfermedades

El cultivo es afectado por diversas plagas insectiles las cuales ponen en riesgo la producción de las plantaciones, entre las cuales destacamos las siguientes.

3.3.1.1. Broca del café. (*Hypothenemus hampei* Ferrari)

La broca del café (*Hypothenemus hampei*) del orden Coleóptera y familia Scolytidae, es considerada como la plaga más importante del cultivo de café. Es una plaga directa pues daña directamente el producto que se desea cosechar (grano). Su ataque reduce el rendimiento y merma la calidad del grano. Los daños más característicos son: pudrición del grano en formación causada por microorganismos saprófitos que entran por la perforación, caída de frutos jóvenes debido al ataque y disminución de peso del grano por efecto de la alimentación del insecto (Barrera 2002)

3.3.1.2. Minador de la hoja de café. (*Leucoptera coffeella*)

El minador de la hoja de café es un micro-lepidóptero es considerado uno de los principales problemas fitosanitarios del café, las infestaciones mayores de este patógeno se presentan en las zonas bajas, en la noche la hembra pone los huevos en la cara superior de las hojas maduras, las hojas afectadas por el minador muestran una o varias manchas irregulares de color café claro, las lesiones se pueden confundir con las que presenta la mancha de hierro, ojo de gallo o antracnosis (Barrera *et al.* 2006).

3.3.1.3. Picudo de la hoja de café (*Epicaerus capetillensis*)

El picudo de la hoja de café es un insecto que pertenece al orden Coleóptera en la etapa de adulto puede llegar a medir de 9 a 14 mm de largo, es de color grisáceo, café claro o negro. En la etapa juvenil vive en el suelo se alimenta principalmente de las raíces de malezas, siendo adulto se alimenta de hojas de varias plantas, entre ellas las del café. La mayor población se presenta en los meses de junio, julio y agosto, la presencia de esta plaga es más frecuente en las zonas de mayor altura, para la supervivencia estos insectos se dejan caer al suelo al escuchar ruidos mecanismo denominado tanatosis (Muñoz, 2001).

3.3.1.4. Mancha de hierro (*Cercóspora coffeicola*)

Las condiciones climáticas como ser la temperatura, humedad relativa y precipitación bajo las cuales se desarrolla el cultivo de café son condiciones a las cuales se pueden desarrollar de la mejor manera las enfermedades fungosas, es una epidemia que se mantiene todo el año sobre las plantas, se caracteriza por la presencia de manchas circulares generalmente de un cm de diámetro de color pardo-claro o café oscuro con un centro blanco ceniciento (Galeano, 2006).

3.3.1.5. Ojo de Gallo (*Mycena tricolor*)

La enfermedad ojo de gallo ocasionada por *Mycena citricolor*, es el principal problema de enfermedades en plantaciones de café arábica plantado en las áreas altas y húmedas en países en Centro América. El problema no es generalizado en las fincas y aparece en focos sectorizados debido a factores de clima, hospedero, posición del terreno, manejo agronómico y ventilación, entre otros. Todo ello, ayuda a comprender cómo se desarrolla la enfermedad y permite generar información para el manejo sostenible y racional del agrosistema. (ANACAFE s.f)

Según (SENASA s.f) El ojo de gallo ataca hojas y frutos en todos sus estados de desarrollo y se observa como una mancha redonda hundida y de diferente tamaño, tomando un color amarillento, volviéndose pardo al final. Las hojas afectadas presentan manchas más o menos circulares, visible en las dos caras de las hojas. Estas manchas al principio son de color café oscuro y gris blanquecino cuando han alcanzado su madurez. En este estado avanzado de la enfermedad puede desprenderse el tejido afectado, dejando perforaciones en las hojas.

3.3.1.6. La roya del café.

La roya o herrumbre, es sin duda la enfermedad más dañina del cafeto. No sólo es de mucha importancia para el caficultor sino también la más conocida y de peor fama de todas las enfermedades de las plantas tropicales. Se ha señalado a la roya del cafeto entre las siete pestes y enfermedades más importantes de los últimos 100 años, a la que podría compararse con las plagas de los tiempos bíblicos de Egipto. (Subero s.f)

Por su vez Ferreira, (2001) afirma que este hongo provoca que las hojas se caigan prematuramente afectando a la fotosíntesis, y la toma de nutrientes por parte de la planta; esto da como resultado frutos pequeños y escasa floración, por lo que reduce la cosecha y provoca pérdidas que pueden alcanzar un 70%, aunque típicamente va de 15 a 20%.

Origen

Es probable que esta enfermedad se haya originado en las montañas de Etiopía y de Uganda, en el noroeste de África. De allí se piensa que se diseminó a otras áreas del continente africano y al Asia. En Sri Lanka, una isla asiática conocida anteriormente como Ceilán, la roya devastó plantaciones extensas de café en 1870 y la producción anual redujo de 42 millones de kilogramos a sólo tres millones en menos de 30 años. (Avelino *et al* 1999)

En 1970, la roya del café fue reportada en Brasil, causando justificada alarma en el continente americano, el cual produce más del 65% del café mundial. Esta enfermedad también ha sido detectada recientemente en Paraguay, Argentina, Colombia, Ecuador y Venezuela, entre otros. (Subero s.f)

Actualmente la roya se encuentra en todo el continente americano y esto atribuido a diferentes factores, tomando relevancia el cambio climático que es sin duda uno de los más influyentes, lo que ha venido a causar enormes pérdidas en la producción principalmente en centro américa en el año 2012

Ciclo de vida de la roya del café

Básicamente, el ciclo de vida de un hongo fitopatógeno puede dividirse en las etapas siguientes: diseminación, germinación, penetración, colonización y esporulación. (Ver anexo 1). El proceso infectivo de la roya del cafeto comienza con los síntomas de la enfermedad que aparecen en el envés de las hojas, en donde se observan manchas pálidas que con el tiempo aumentan de tamaño y se unen formando las características manchas amarillas o naranja, con presencia de polvo fino amarillo, ahí es donde producen las esporas del hongo (Rivillas *et al.* 2011).

La diseminación se divide en liberación (la propágula se desprende), dispersión y deposición sobre los órganos por infectar. La germinación constituye el inicio del proceso infeccioso. Cuando se da la penetración del hongo, empiezan a establecerse relaciones tróficas entre el hongo y el hospedero. La colonización del órgano infectado lleva a la formación de los primeros síntomas visuales.

El periodo comprendido entre el inicio de la germinación y la expresión de los primeros síntomas, constituye el periodo de incubación (no se ha producido ninguna entidad infecciosa nueva). La emergencia posterior de nuevas propágulas infecciosas, constituye la etapa de la esporulación. El tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y la esporulación (periodo de latencia), representa la variable más importante. Cuanto más corto sea este, más rápido podrá repetirse el ciclo y más grave será la epidemia (Avelino *et al.* 1999).

Etiología

La roya del cafeto es causada por *Hemileia vastatrix* Berk & Br. El micelio de este hongo se encuentra completamente dentro del mesófilo y consiste de hifas hialinas en abundancia, de aspecto tortuoso y frecuentemente ramificado en forma muy irregular; el diámetro de las hifas es bastante uniforme y oscila entre 5 y 6 μm . (Subero s.f)

El micelio del hongo es más abundante en el parénquima esponjoso de la hoja y en las especies y variedades más resistentes de café queda confinado en esta parte del mesófilo. En las variedades más susceptibles, el micelio tiende a penetrar el tejido de empalizada y hasta puede enviar haustorios a las células de la epidermis superior. (Subero s.f)

Patogénesis.

La germinación de las uredosporas en el envés de una hoja de cafeto mojada puede comenzar solamente en una hora según Rayner (1972). Poros germinales se forman en dos y a veces cinco puntos equidistantes, por adelgazamiento del exosporio, luego sale un tubo germinativo en forma de dedo, con ápice redondeado, con una ligera constricción en el punto de salida. Este tubo permanece sin ramificarse por algún tiempo, pasando a él el contenido anaranjado y granulado de la espora. Después pueden formarse ramificaciones; algunas de ellas son cortas, otras se extienden considerablemente, pero en general el crecimiento es limitado asegura Rayner (1972)

En el haz foliar, el crecimiento de los tubos germinales es menos vigoroso, pero se extiende y ramifica más. Es posible que se forme en este caso un apresorio, que puede producir uno o más procesos y hasta se puede desarrollar un apresorio secundario. Eventualmente todo se muere sin haber ocurrido la penetración. (Subero s.f)

Síntomas y daños.

La roya se manifiesta como manchas redondas amarillo anaranjadas, con apariencia aceitosa por el haz y polvorientas en el envés de las hojas. Al comienzo el área afectada tiene un diámetro de aproximadamente tres milímetros y es aproximadamente circular, pero gradualmente aumenta el tamaño hasta dos centímetros o más. La coloración amarillo anaranjada se debe a la presencia de miles de uredosporas que constituyen las unidades reproductivas del patógeno (López 2005).

Las lesiones comúnmente pueden ser limitadas por la nervadura principal y con menos frecuencia por una vena lateral, pero a veces estas barreras apenas retardan la expansión de una lesión o tienen poco efecto. La apariencia exacta de una lesión puede variar de acuerdo con la variedad del cafeto, según la susceptibilidad. Tales variaciones pueden afectar el tamaño de las lesiones, la proporción del área que muere y el espesor de la capa de polvo formada por las esporas. A veces se puede apreciar una zonificación circular de la parte amarillo-naranja de las lesiones. (Subero s.f).

Cuando hay áreas grandes de la hoja infectada por la enfermedad, las áreas adyacentes, no infectadas, también pueden secarse y morir, afectando con frecuencia la hoja entera. Aun cuando sólo haya unas pocas lesiones, la hoja a menudo se reduce mucho y puede caerse a temprana edad. (OEA 1977)

Como consecuencia de lo anterior y de la abscisión de hojas muy atacadas, un árbol afectado severamente puede perder gran parte de su follaje, lo que a su vez puede conducir a una muerte descendente (dieback) más o menos pronunciada de sus ramas. Este efecto depende del clima reinante en ese momento, de la cosecha que produce el árbol y de la reserva de carbohidratos.

El hongo solo puede infectar las hojas, disminuye el área de fotosíntesis, baja el potencial productivo de la planta y las pérdidas que causa la enfermedad se da en ciclos productivos posteriores. Las hojas afectadas eventualmente se vuelven necróticas y caen prematuramente, esto es seguido por muerte regresiva de las ramillas, y el debilitamiento de la planta, hasta que muere. (López 2005)

Epidemiología.

La epidemia de roya empieza con la formación del inóculo primario, el cual es el inóculo responsable del desarrollo inicial de la epidemia. La mayor fuente de inóculo primario es el inóculo residual (Mayne 1930), inóculo constituido por las lesiones necrosadas y/o latentes llevadas por las hojas del cafeto que sobrevivieron después de la época seca (Muthappa 1980). La cantidad de inóculo residual depende de la intensidad de defoliación.

En la zona tropical el desarrollo epidemiológico del hongo comprende cuatro fases: desarrollo lento, fase de crecimiento acelerado, infección máxima y descenso. La curva de desarrollo de la enfermedad está relacionada a cinco factores principales, la lluvia, la temperatura, la carga fructífera, la época de cosecha y el inóculo residual (Avelino *et al.* 1999).

Paradójicamente, las aplicaciones de fungicidas pueden aumentar la cantidad de inóculo residual porque prolongan la vida de las hojas. La primera fase de la epidemia inicia con las primeras lluvias del año, las cuales reactivan la esporulación sobre las lesiones necrosadas y / o latentes y se forma el inóculo primario. La segunda fase consiste en la repetición del ciclo (policiclo) y la formación del inóculo secundario, cuya cantidad puede verse reducida también por la defoliación del cafeto (natural o causada por la misma enfermedad) (Avelino *et al.* 1999)

Según Subero (s.f) todas las especies de café son atacadas en mayor o menor grado por *H. vastatrix*, así como también las especies silvestres. La planta de café es susceptible al ataque de la roya durante todas las etapas fenológicas de su desarrollo, desde el estado cotiledonar hasta la etapa productiva en el campo.

En algunas variedades de café que poseen resistencia horizontal y son infectadas, el patógeno se establece en ellas, pero, bien el número de lesiones es menor, el período de latencia más prolongado o, la cantidad de esporas producidas por pústula es menor que en una variedad

susceptible. En este tipo de variedad con resistencia horizontal se reduce la tasa de infección y también algunas veces afecta el inóculo inicial indirectamente, asegura Subero (s.f)

Sobrevivencia.

H. vastatrix es un parásito obligado y sobrevive únicamente en tejido vivo del hospedante, las urediniosporas pueden sobrevivir hasta por 6 semanas bajo condiciones ambientales secas. No se han reportado hospedantes alternos y no sobrevive en restos del cultivo (APS 2011).

3.3.2. Factores que determinan la incidencia y proliferación de roya.

Según Silva *et al* (2000) la intensidad y severidad de los ataques de la roya están condicionadas por diversos factores bióticos y abióticos que influyen directa o indirectamente sobre la evolución de la epidemia.

Humedad.

La infección de la roya *H. vastatrix* depende de condiciones de alta humedad relativa (mayor al 50%), la cual se debe principalmente a las lluvias, por lo tanto las lluvias abundantes favorecen la dispersión e infección de la roya y los periodos de sequía provocan la disminución en la incidencia de la enfermedad. Las uredosporas tienen que alcanzar los estomas situados en la parte inferior de las hojas para infectarla afirma Rayner (1961 y 1972).

Sin embargo Ricardo (2009) dice que hay germinación cuando existe una humedad relativa de 75 a 91% en este momento es cuando las uredosporas se encuentran viables. La humedad relativa en el aire de 95 y 98% son inadecuadas para estimular la germinación. Aún en atmósfera saturada, la germinación no tiene lugar cuando no hay agua líquida en contacto con las esporas

Estudió la humedad en el envés de las hojas del cafeto y encontró que las gotas de lluvia que rebotan de las hojas inferiores pueden transportar esporas que se encuentran en la superficie de las hojas afirma. Morales (2011.)

La lluvia

Se indicó que el agua líquida actúa a nivel de esporulación (transporte), depósito, germinación y penetración de las uredosporas en las hojas. Esto explica que la epifitias se desarrolla durante la época de lluvias y que su descenso se observa cuando el periodo de lluvias se detiene. (López 2010)

El agua de lluvia y el viento son las formas en que mayormente se transmite esta enfermedad. Para que el hongo infecte la planta necesita alta humedad y exceso de agua en las hojas, pero es muy susceptible cuando no hay la humedad necesaria ya que el proceso infeccioso se puede detener. La lluvia se ha convertido en uno de los principales enemigos para los productores ya que transmite la roya ya sea por salpique o por arrastre, pero el viento no se queda atrás este puede llevar al hongo a otras plantaciones. Al igual el uso de semillas infectadas, el traslado de herramientas en diferentes fincas, animales y el hombre son potenciales para la transmisión de esta enfermedad. (Ferreira 2001)

La temperatura

López (2010) asegura que la temperatura es una condicionante de la cual depende la germinación. La formación del apresorio y la progresión del hongo en la hoja dependen de esta variable también. El resultado de estos efectos es que el período de incubación se acorta extremadamente en los meses en que las temperaturas no son ni excesivas ni demasiado bajas. (Avelino *et al.* 1999).

El periodo de incubación se acorta extremadamente en los meses con temperaturas favorables para la germinación (entre 22 y 23 °C) (López 2010). Sin embargo Subero (s.f) asegura que la temperatura afecta el desarrollo epidémico de la roya del cafeto debido a su acción directa sobre el proceso de germinación e infección del hongo, y una vez establecido éste sobre el período de incubación y latencia.

Temperaturas por debajo del óptimo tienden a inhibir el crecimiento del hongo, prolongando el tiempo de germinación de las uredósporas, la formación de apresorios, la penetración y colonización del hospedante, haciendo más largo el ciclo epidémico de la roya. Temperatura por encima del óptimo, alteran el metabolismo y disminuyen el poder germinativo. El hongo necesita calor. En temperaturas de 22 a 24 grados centígrados el hongo se multiplica y crece dentro de la hoja. (Sarantes s.f)

La luz

De acuerdo con los estudios de la *H. vastatrix*, la luz es un factor determinante para la germinación de las uredósporas, para el inicio del proceso infectivo y para la sobrevivencia o viabilidad de las esporas producidas, o sea, para la cantidad de inóculo efectivo disponible para la iniciación de una epidemia. (Ricardo 2009)

La luz tiene un efecto negativo sobre la germinación de las uredósporas del hongo. La ausencia de luz estimula la germinación y el crecimiento del tubo germinativo. Intensidad lumínica superior a 2,5 bujías/pie reducen gradualmente el desarrollo de las lesiones y de la germinación, sin embargo, ésta aún se realiza bajo una intensidad de 10 bujías/pie. La duración del período de oscuridad para obtener un máximo de germinación es de cuatro horas, siendo en cambio necesario nueve horas para un máximo de infección. (Subero s.f)

Nutrición

El equilibrio nutricional desempeña un papel importante en la expresión de resistencia o susceptibilidad de la planta a la enfermedad, ya que los elementos minerales están involucrados en todos los mecanismos de defensa como componentes integrales o activados, inhibidores y reguladores del metabolismo. (Silva *et al.* 2000)

El efecto de los nutrimentos sobre las enfermedades puede ser atribuido a las siguientes causas: (Silva *et al.* 2000)

- Crecimiento de la planta, que puede influenciar su microclima y de ese modo afectar la infección y esporulación del patógeno.
- La pared celular y tejidos, así como también la composición bioquímica del vegetal.
- La tasa de crecimiento que puede favorecer a las plántulas al escapar a la infección en la fase de mayor susceptibilidad y que pueden afectar el patógeno a través de alteraciones en la forma de crecimiento, en la morfología y anatomía, y particularmente en su composición química. Por lo tanto, los nutrientes minerales pueden aumentar la resistencia o tolerancia de las plantas al ataque de patógenos (Malavolta 1993).

La nutrición mineral es un factor ambiental que puede ser manipulado fácilmente. Existen varias referencias sobre la importancia de nutrientes minerales en las enfermedades de plantas; así, el conocimiento de las funciones de estos elementos se hace necesario para estudiar su papel en la resistencia. No se debe olvidar que la presencia de un determinado elemento en el suelo no implica necesariamente su disponibilidad para el crecimiento del vegetal. Igualmente, el balance de los mismos determinará la manifestación de elementos de resistencia en la planta, particularmente los que condicionan resistencia, debido a barreras mecánicas y/o acciones bioquímicas. (Silva *et al.* 2000)

Factores a considerar sobre la condición nutricional-fisiológica del cafeto

La capacidad de defensa de las plantas, es sin duda, influenciada por el vigor y su estado fenológico. El equilibrio nutricional es importante, ya que las plantas con exceso o deficiencia están predispuestas a las enfermedades.

Todos los nutrientes son parte fundamental para el buen estado de la planta y la disposición y suministro de estos le provee a la misma de las condiciones fisiológicas que al final determinan de cierta manera la susceptibilidad o resistencia a cierta enfermedad, por eso el asegurarse un buen equilibrio de todos los nutrientes brindara a la planta los mecanismos de defensa a los patógenos. Todo esto debido a que cada nutriente tiene una función específica en la producción de compuestos fisiológicos que proveen a la planta de características diferentes. (Silva *et al.* 2000)

Sin lugar a duda la conjugación de todos estos factores antes mencionados de manera favorable a este patógeno, nos traerán como resultado una epidemia enorme, que nos dejara enormes pérdidas económicas y devastación de los cafetales principalmente en aquellos cultivados con variedades susceptibles a este hongo.

3.3.2.1. Impacto económico de la roya del café.

La (FAO 2013) afirma, que el país más afectado sería Honduras con una pérdida de 1,8 millones de quintales. Luego le siguen Guatemala con 650 mil, Nicaragua con 600 mil, El Salvador con 400 mil, Costa Rica con 200 mil y Panamá con 60 mil. El jefe de operaciones de la OIC en tanto, detalló que las pérdidas en Honduras serían de 13% a 14%.

El hongo de la roya, que afecta al 25% de las plantaciones de café de Honduras, y la caída de precios del grano en el mercado internacional, provocará que las exportaciones bajen en unos 500 millones de dólares y que se pierdan unos 100,000 empleos, La roya ha atacado unas

70,000 hectáreas de cafetales (25%) de las 280,000 que Honduras tiene cultivadas, indicó del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE 2013.),

No obstante según datos de la Organización Centroamericana de Exportadores de Café (ORCECA 2013), Nicaragua perderá 600,000 quintales; Guatemala 650,000, El Salvador 400,000, Costa Rica 200,000, Panamá 60,000 y Honduras 1.8 millones de quintales.

Del total de plantaciones de café hondureño, el 50% (140,000 hectáreas) están cultivadas con variedades Lempira y Parainema, que son "resistentes" a la roya, mientras el restante 50% con Caturra, Catuaí, Bourbon y Pacamara, que son "más susceptibles" a esa enfermedad. (IHCAFE 2013)

Durante la actual cosecha Honduras perderá hasta 1.2 millones de quintales de 46 kilos de la producción 2012-2013 estimada en ocho millones, que generaría unos 1.500 millones de dólares, según el (IHCAFE 2013). No obstante, el brote de la roya y la caída de precios en el mercado internacional hará que la cifra prevista se reduzca en unos 500 millones de dólares, es decir un 33.33%.

Para combatir la roya en Honduras se requiere unos 1,674 millones de lempiras (83 millones de dólares) para comprar fungicidas, insumos y capacitar a técnicos y productores sobre el manejo del café y sus enfermedades. (IHCAFE 2013)

El estudio y evaluación del daño y los factores que inciden en desarrollo de la roya del cafeto resulta muy complejo y requiere de una herramienta metodológica, que permita medir, explicar y predecir el nivel de relación que se tiene entre los diferentes factores. Como también identificar variables que son más relevantes en el apareamiento desarrollo del patógeno.

3.4. Análisis multivariado.

El Análisis multivariante es un conjunto de métodos estadísticos y matemáticos, destinados a describir e interpretar los datos que provienen de la observación de varias variables estadísticas, estudiadas conjuntamente. (Cuadras 2012). Sin embargo, para que un análisis sea considerado verdaderamente multivariado, todas las variables deben de ser aleatorias y deben de estar interrelacionadas de manera que los diferentes efectos no puedan ser interpretados significativamente de manera independiente. (Cayuela 2010).

El uso del análisis multivariado tiene importantes ventajas sobre los análisis simples, tales como minimizar el error estadístico de predicción, considerar las correlaciones entre las respuestas e identificar diferencias importantes entre los grupos o niveles de tratamiento de cada uno de los factores operativos (Stevens 2002). Según algunos autores el propósito de realizar un análisis multivariado es medir, explicar y predecir el grado de relación entre los diferentes factores.

La implementación de esta herramienta metodológica para un estudio nos lleva a la utilización de diferentes técnica que nos permiten relacionar y ordenar los diferentes bajo estudio de manera que podemos obtener la información que deseamos.

3.5. Técnicas multivariante.

3.5.1. Análisis de componentes principales.

El método de análisis de componentes principales es uno de los más difundidos, permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población.

El análisis de componentes principales (PCA) es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables). Es decir, ante un banco de

datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independiente entre sí. (Cayuela 2010).

Según Terrades M. (s.f) un aspecto clave en ACP es la interpretación de los factores, ya que ésta no viene dada a prioridad, sino que será deducida tras observar la relación de los factores con las variables iniciales (entonces habrá, que estudiar tanto el signo como la magnitud de las correlaciones). Esto no siempre es fácil, y será de mucha importancia el conocimiento del investigador.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1.Descripción del lugar.

La investigación se realizó en fincas cafetaleras de la zona San Marcos Ocotepeque en la zona occidental de Honduras a una altura promedio de 1303msnm, mínima 1050msnm, máxima 1656msnm. Con una precipitación promedio anual de 1500mm mínima 1200mm, máxima 1800mm y temperaturas de media anual 23.8°C, mínima de 23°C, máxima de 24.6°C, (SINIT 2013) teniendo como sede la agencia de extensión del mismo lugar.

El trabajo se realizó entre los meses de Julio a Septiembre del año 2013, y consistió en hacer un análisis multivariado de los problemas fitosanitarios en diferentes cafetales en la zona que cubre la agencia de IHCAFE en San Marcos Ocotepeque.

4.2.Materiales y equipo

En la ejecución del trabajo se utilizó el laboratorio de suelos del IHCAFE, cinta métrica, GPS (Global Positionning System), estación meteorológica, (para los datos de temperatura, precipitación), computadora, software SAS.

4.3.Descripción de la investigación

Se tomó como base el trabajo de (Avelino 1995) (Encuesta diagnóstico sobre la roya anaranjada del cafeto en Honduras), el número y la selección de las fincas a muestrear se realizó en acuerdo con los técnicos del IHCAFE. Para lo cual se observaron criterios de daño sufrido, nivel tecnológico del productor, área bajo manejo y acceso.

Al momento de llegar a las fincas seleccionadas, cada lote se subdividió en 5 sub parcelas de 3 plantas cada una, de las cuales se extrajeron los datos de las variables bajo estudio, mediante el llenado de una encuesta donde se consideran los cinco factores discriminados en sus distintos componentes o variables.

Dicha encuesta fue elaborada por los estudiantes participantes del estudio y revisada por los técnicos del IHCAFE y de la UNA.

El muestreo de enfermedades se hará según la metodología de recuento de enfermedades en café propuesto por el equipo del proyecto Catie/INTA-MIP/NORAD en 1995 (Monterroso, D; Gutiérrez, F; Stover y Gómez, D). En cada una de las plantas seleccionadas se elige una bandola entre el medio y la parte alta. En la segunda planta se escoge una bandola del medio y la parte baja y así sucesivamente hasta tener las tres plantas. De cada bandola apunte en la hoja de recuento hojas totales, hojas con roya, hojas con mancha de hierro, hojas con antracnosis hojas con minador y frutos totales. Toda esta información es individual por lo tanto debe recogerse en boletas individuales.

4.4. Se tomaran las coordenadas con un GPS (Global Positionning System)

Esto con el objetivo de tener la ubicación exacta donde se encuentran las fincas muestreadas a través de las coordenadas UTM, así como la altura (msnm) y así hacer una clasificación por extractos altitudinales.

4.5. Factores bajo estudio

Como el estudio es multivariado se analizaron cinco factores con sus distintos componentes o variables cualitativas y cuantitativas estos son: genéticos, climáticos, edafológicos, de manejo agronómico y socioeconómico.

4.5.1. Nivel de daño.

El dato principal de daño patológico, fue conformado y contrastado matemáticamente con los factores causales para la cual se tomaron de cada finca un muestreo total de 15 plantas distribuidas en cinco subparcelas, constituidas de tres plantas cada una. La evaluación del nivel de daño se realizara según metodología arriba expuesta y se vació dicha información en la boleta adjunta (ver anexo).

4.5.2. Factor genético

Se diferenciaron dos niveles de susceptibilidad a la roya: variedades susceptibles y resistentes. Los genotipos resistentes cultivados actualmente en Honduras son: Lempira, IHCAFE 90 y Parainema. Y las susceptibles son: Typica, Bourbon, Pacas, Catuaí. Además se tomó datos fenotípicos como, altura de planta, diámetro de copa.

4.5.3. Factor climático

Se consideró medir los efectos de la temperatura, humedad relativa, precipitación, para lo que se necesitó los datos meteorológicos de la estación meteorológica de la zona del estudio.

4.5.4. Factor edafológico

Las variables edafológicas se evaluaron a través de análisis de suelos y las características analizadas fueron las siguientes: nivel de fertilidad, pendiente terreno (en %), pH, porcentaje de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro y aluminio lo que se determinó en el laboratorio de suelos de IHCAFE. Se realizó un muestreo en cada sub parcela, precisamente entre la calle de cada una de las plantas seleccionadas para la toma de datos, estas muestras se tomaron a 15cm de profundidad.

4.5.5. Factores de manejo agronómico

Las variables de manejo agronómico fueron dados por el productor, se evaluaron factores como: Porcentaje de sombra, distancia de siembra, entre surcos y plantas, podas, regulación de sombra, manejo y control de plagas, fertilizaciones. Para el cálculo de sombra se utilizó el método de áreas sombreadas en hoja de papel en blanco a nivel de la cintura del evaluador en cuatro puntos cardinales, de cuatro puntos equidistantes debajo del árbol de sombra

4.5.6. Factores socioeconómicos.

Las variables socioeconómicas que se evaluaron son manejo tecnológico del cultivo, nivel educativo del productor, recursos financieros disponibles, y asistencia técnica recibida, datos de producción entre otros. Los cuáles fueron dados por el productor a través de la encuesta aplicada.

4.6. Análisis estadístico.

4.6.1. Estadística descriptiva

Se hará un análisis preliminar para estimar el comportamiento de las diferentes accesiones con cada descriptor cuantitativo, haciendo uso de: rango, media, desviación estándar y coeficiente de variación.

4.6.2. Análisis de frecuencia

Se realizará un análisis de frecuencia para los descriptores cualitativos, con el fin de determinar las variables más frecuentes en fincas (Sanabria 2005)

4.6.3. Componentes principales (ACP)

Las variables cuantitativas colectadas en cada finca se analizaran mediante el análisis multivariado de componentes principales, que tiene la finalidad de reducir la dimensión del problema y permite además eliminar ciertas variables que aportan poca información y generar nuevas variables (Díaz. 2002).

4.6.4. Análisis de clasificación

Para las variables cualitativas de cada finca se utilizara el análisis de clasificación para agrupar las fincas encuestadas en grupos relativamente homogéneos con base al grado de similitud entre ellas con respecto a las diferentes características (Hair et al, 1992 citado por Sanabria. 2005).

4.6.5. Análisis de correspondencia múltiple

Para el análisis de correspondencia múltiple (ACM) se utilizara matrices de uno y dos de las variables cualitativas con la finalidad de obtener 2 dimensiones de valores continuos para cada set de datos (García, 2005. citado por Sanabria 2005).

4.6.6. Análisis discriminante

Las dos dimensiones que se obtendrán en el ACM, se utilizaran junto con la matriz de datos cuantitativos para realizar la clasificación de las fincas encuestadas en San Marcos Ocotepeque mediante análisis Cluster.

4.6.7. Correlación canónica.

Se estimara mediante el análisis de correlación canónica (Díaz 2002) la relación que puede existir entre factores agronómicos y edafoclimaticos en la incidencia de roya en las fincas evaluadas de San Marcos Ocotepeque.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Estadística descriptiva.

5.1.1. Nivel de daño por roya.

El daño por roya sufrido en el año recién pasado sin duda ha sido uno de los golpes más fuertes para la caficultura nacional, y ha dejado el parque cafetero en un estado muy deteriorado o disminuido con daños irreparables.

En lo que se refiere al nivel de daño sufrido en los cafetales de la zona bajo estudio se constató que el 39% de los cafetales en producción fueron afectados por roya (ver figura 1), de ellos, en su totalidad presentaban variedades susceptibles, específicamente la variedad pacas, siendo esta variedad la que representa el 50% del total de los cafetales de la zona lo que pronostica una enorme pérdida, o sea una gran reducción en la producción de este año.

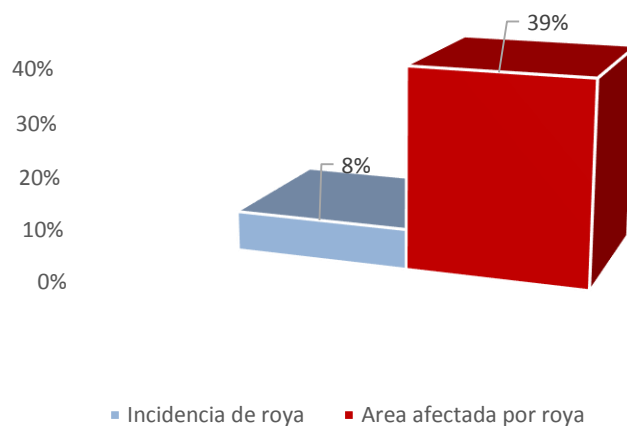


Figura 1 Área afectada por roya y porcentaje de incidencia en la zona de agencia IHCAFE de San Marcos Ocotepeque, a una altura entre 1050- 1600msnm.

En lo que se refiere al nivel de incidencia actual, a pesar de que el productor está realizando actividades de control, en todas las fincas cultivadas con variedades susceptibles existe la presencia del patógeno mostrando en promedio una incidencia del 8% de roya en la zona evaluada lo que equivale a una media de incidencia sobre el umbral de daño económico.

Cabe destacar que esta incidencia fue encontrada en los meses de julio y agosto, es decir, en el inicio ascendente de la curva epidemiológica, lo que predice que esta incidencia aumentara por las condiciones favorables de precipitación y humedad elevada que se presentaron en los meses siguientes, debe sumársele el hecho del deficiente manejo sanitario de las fincas evaluadas.

Si se realiza un análisis de incidencia por finca se observan, enormes diferencias de una finca a otra, que va desde 0% en fincas cultivadas con variedades resistentes, hasta casi un 26% en variedades susceptibles principalmente pacas(ver figura 2), siendo estos los picos más altos esto debido a diferentes factores como ser principalmente genético.

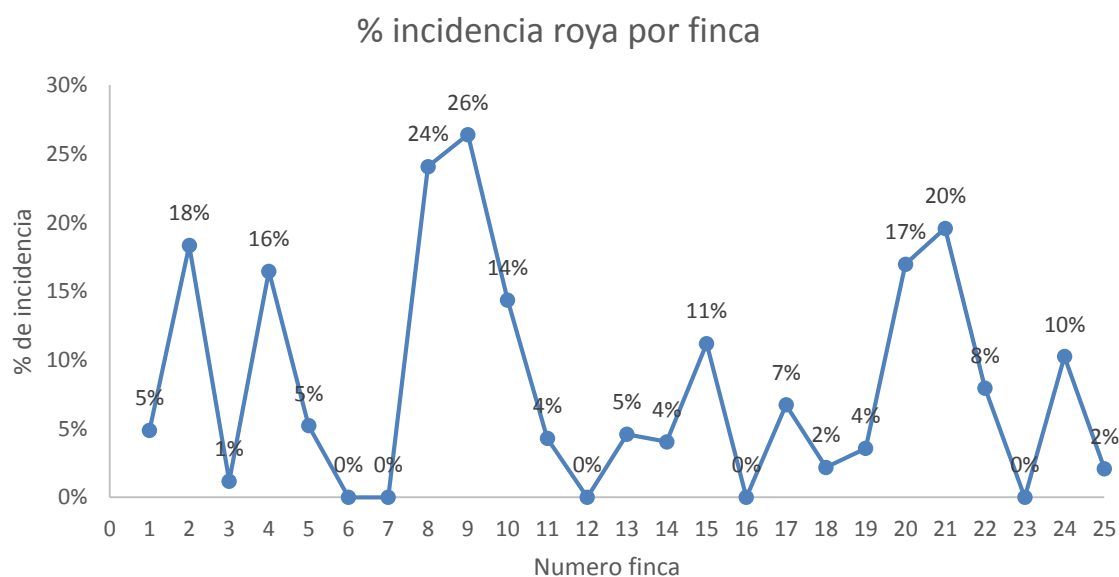


Figura 2 Porcentaje de incidencia de roya por finca evaluada.

Incidencia de plagas y enfermedades.

El muestreo realizado para cuantificar el nivel de incidencia de las plagas y enfermedades (ver figura 3) que más daño causan en los cafetales muestra que el patógeno que más se presenta es la roya de café con 8% de incidencia.

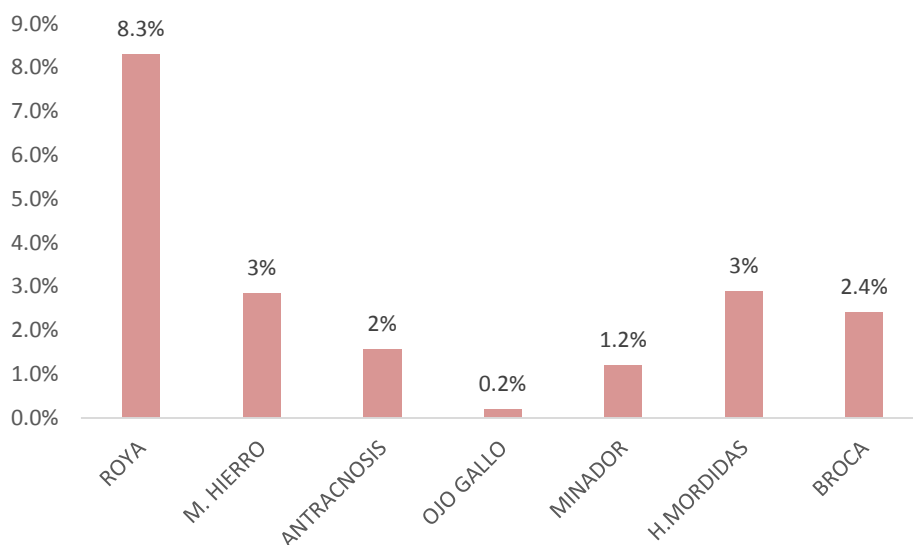


Figura 3 Porcentaje de incidencia de plagas y enfermedades en fincas cafetaleras de San Marcos, Ocotepeque, 2013.

Otros patógenos que causan daños importantes como la broca del café, mancha de hierro se presentan en un 2.4 y 3% de incidencia respectivamente, siendo esta primera con una mayor incidencia más en cafetales cultivados con la variedad I-90. Otra enfermedad no menos importante es antracnosis, encontrando incidencia de 2% principalmente en fincas con poca sombra mostrándose también a nivel de fruto. Otras enfermedades como ojo de gallo y mal de hilachas son poco comunes en la zona. (ver figura 3)

Encontrándose daños significativos también de plagas insectiles como minador, al igual que hojas mordidas por grillo y otros.

5.1.2. Factor socioeconómico.

Nivel de escolaridad del productor.

El nivel de escolaridad de tan solo el 3er grado en la mayoría de los productores, podría ser una amenaza y debilidad a la vez para las proyecciones de desarrollo del sector caficutor, el tema se complica si se suma a que los problemas que actualmente presenta el sector requiere de una mayor capacitación o nivel académico para poder entenderlo y manejarlos, como se observa en la figura 4, pero también hay un 12% de ellos que no logro ir a la escuela y otra gran parte no culmino su educación secundaria y en su caso una minoría pudo alcanzar un título de media, y de igual manera una educación universitaria, figurándose así de un nivel de escolaridad muy bajo para un sector muy importante en la economía del país.



Figura 4 Nivel de escolaridad de productores de la zona de San Marcos de Ocotepeque

Conformación de las familias productoras de café.

La conformación de las familias productores de café se da como se observa en la gráfica, en promedio las familias están integradas por 4.5 miembros de los cuales 4 de ellos dependen económicamente de él y solo dos de ellos colaboran con las actividades de la finca.(ver figura 5)

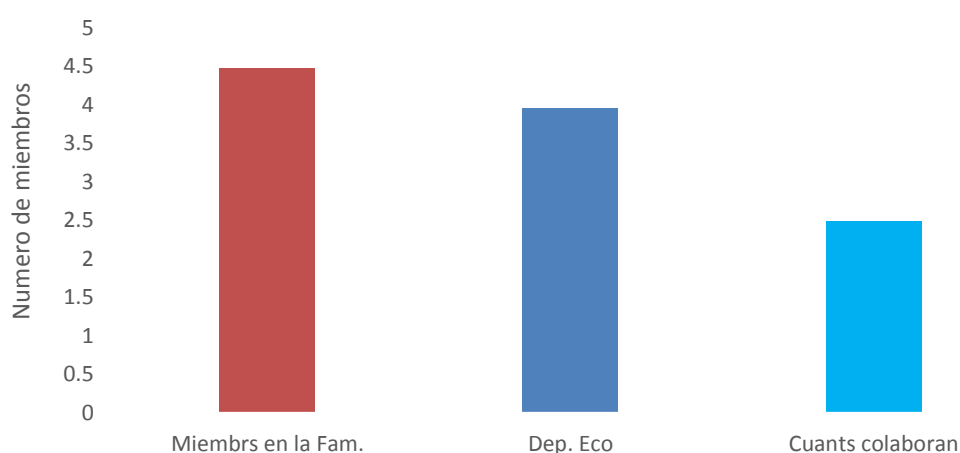


Figura 5 Conformación de las familias productoras y su disponibilidad de mano de obra económicamente activa en los cafetales de la zona de San Marcos Ocotepeque, a agosto de 2013.

Costo económico en actividades del cafetal.

Sin duda alguna el costo económico de las actividades realizadas en el manejo del cafetal representa para el productor unos de sus mayores egresos y esto se ve reflejado en la gráfica siguiente, donde se observa que el mayor costo económico por manzana se da en la recolección de la cosecha siendo el segundo costo importante la fertilización, no siendo así para actividades importantes como regulación de sombra o control de roya, podas, donde el productor destina muy pocos fondos o simplemente algunos no las realizan.(ver figura 6)

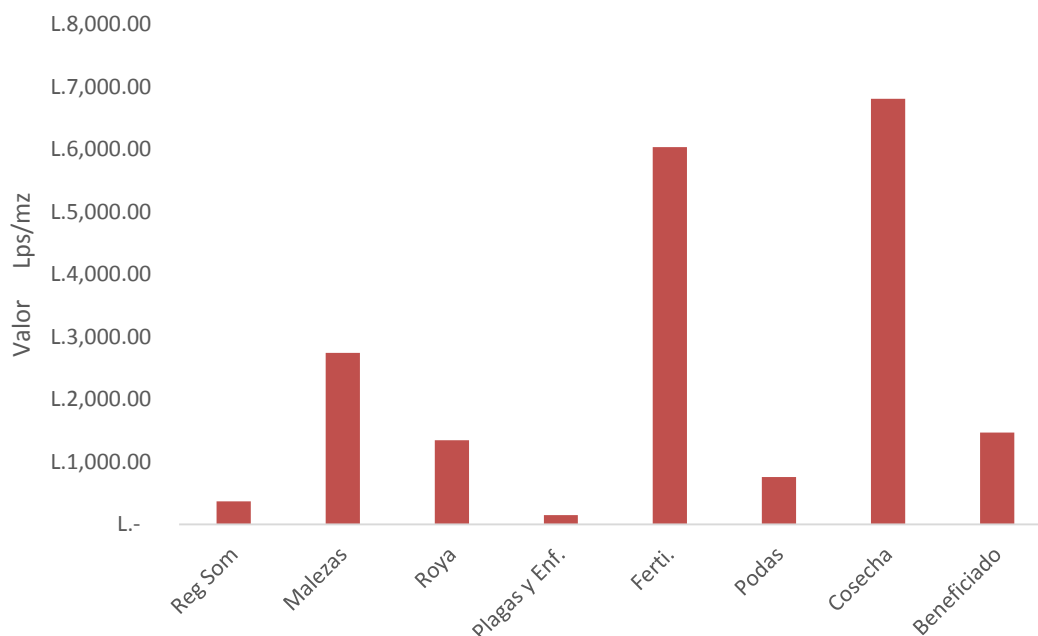


Figura 6 Costo económico por actividad de manejo por manzana en cafetales.

Cabe destacar que costos como son en control de roya se han visto incrementados desde el año 2012, cuando el patógeno de la roya tuvo una explosión de agresividad, llevando al productor a aplicar productos para poder contrarrestarlo y de esa manera poder evitar que sus pérdidas sean mayores o un ataque mayor.

Forma de venta del café

El productor de café hoy en día tiene muchas oportunidades de preparar su café para poder venderlo a mejor precio, pero esto no lo están haciendo, como se observa en figura 7 más del 70% de los productores venden su café en estado de pergamino húmedo, exponiéndose así a un menor precio y a grandes descuentos de parte de los intermediarios que son a quienes la mayoría de los productores venden su café

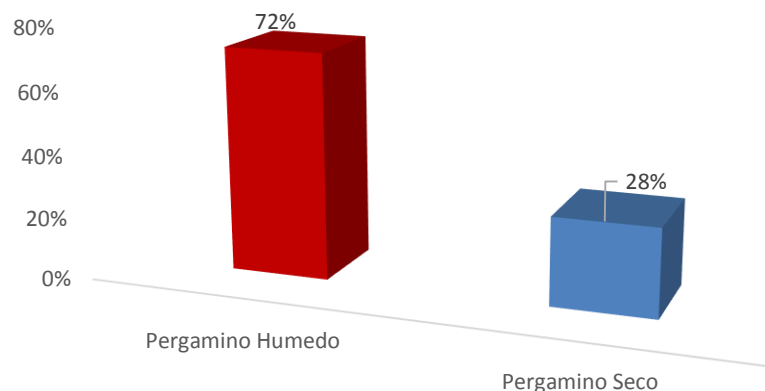


Figura 7 Forma de venta del café por parte de los productores.

Capacitación técnica recibida.

Un aspecto importante en la agricultura y principalmente en la caficultura es la capacitación técnica que debe recibir el productor para así obtener una mejor productividad, con base en un buen manejo que sin duda alguna no se dará sin la ayuda técnica, pero este no es el caso de la caficultura, según observa en la figura 8, apenas un 20% de los productores reciben este beneficio, factor que sin duda debe de ser preocupante para los que buscan una mejora en este sector y un desafío para las organizaciones de los caficultores hondureños.

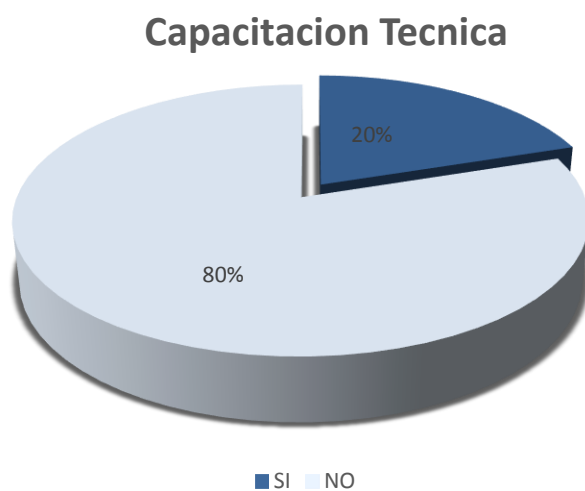


Figura 8 Porcentaje de productores que reciben capacitación técnica sobre manejo de café por parte de IHCAFE y otras instituciones.

Acceso al financiamiento.

Un aspecto importante para que el productor pueda darle un buen manejo al cafetal, y principalmente productores dependientes para los cuales el café representa su única fuente de ingreso, es sin duda el acceso al financiamiento, pero esto solo se da para el 36% de los productores y los que reciben provienen en un 78% de los intermediarios, lo que significa altos intereses y además que su cosecha este comprometida y están obligados a venderlo en las condiciones que imponga dicho prestamista. (ver figura 9)

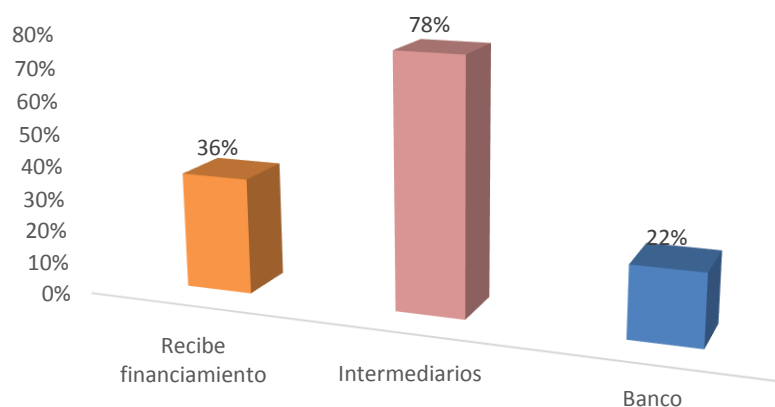


Figura 9 Porcentaje productores que reciben financiamiento y la fuente de financiamiento en la zona de san marcos Ocotepeque.

Algo importante y por el cual el sector cafetero debe de luchar es por diversificar sus fincas, y que le permita de esa manera obtener otros ingresos, que vengan a fortalecer la economía de cada productor, y así de alguna manera poder darle un mejor manejo a su cafetal, o tener otra alternativa de ingreso y que le sea rentable en los momentos de crisis por precios o problemas fitosanitarios, como está sucediendo en la actualidad, pero eso no ocurre con los productores de esta zona, donde un porcentaje mínimo de productores tiene un ingreso alternativo, y la mayoría son cafedependientes. (ver figura 10)

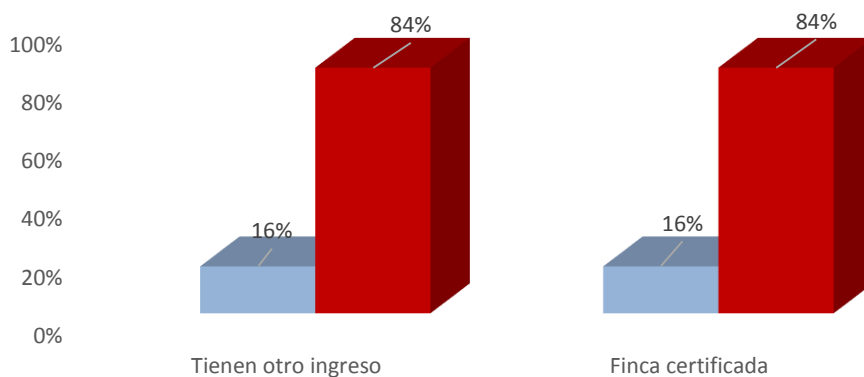


Figura 10 Porcentaje de productores que reciben otro ingreso diferente del café y certificación de las fincas.

La certificación de las fincas hoy en día en este mercado en el cual cada vez es más exigente, es un elemento que contribuye con el productor con mejores precios y un mercado asegurado, con todo eso hoy se va volviendo muy importante en los sistemas de producción cafeteros pero a los productores aún no se les ha hecho conciencia en eso, que se ve reflejado en el grafico donde apenas un 16% tienen certificadas sus fincas, dato que hace reflejar la necesidad que las instituciones encargadas capaciten y motiven a los productores para que puedan adoptar esta opción. (ver figura 10)

5.1.3. Factor edafológico y nutricional.

Nivel de fertilidad de suelos de los cafetales.

Las características químicas que presenta un suelo principalmente el nivel de fertilidad, es un factor muy importante para cualquier cultivo, según muestra el (cuadro 1) el 50% de los suelos de las fincas evaluadas presentan un nivel de fertilidad baja según datos de análisis de suelos. Sin embargo, plantas mal nutridas presenta proporcione alta de daño patológico según lo muestra Avelino (1999)

Cuadro 1 Relación entre fertilidad del suelo y % de roya de las fincas evaluadas.

Grupos	Fincas	Frecuencia	Escala	Nivel fertilidad	% roya
1	2,3,7,11,12,13,15,16,17,18,20,25	50%	0-5 Baja	3.26	6
2	4,5,6,9,19	21%	5-10 Media	6.93	10
3	1,8,10,19,22,23,24	29%	> 10 Alta	13.18	9

También se encontró que el valor del pH de los suelos de los cafetales se encuentra en una media de 4.71, con un valor máximo 5.3 y los mínimos de 4.1 siendo estos valores por debajo de los ideales del cultivo, necesitando estos suelos de enmiendas para corregir este factor. Siendo estos suelos pobres en materia orgánica presentando una media de 3.5% con un valor máximo 8.31 y un mínimo de 1.85%.

Sin embargo, Avelino (1999) muestra un efecto original del pH y del contenido en materia orgánica sobre la enfermedad. Siendo los cuales con (pH entre 4.7 y 6.5) y los suelos con contenidos en materia orgánica inferiores a 3%, los favorables al desarrollo de la roya anaranjada.

Nivel de fertilización.

Un aspecto importante en el manejo del cafetal y que determina de alguna manera muchos factores como ser, la presencia de enfermedades, carga fructífera, el desarrollo de la planta entre otros, es la fertilización, y como se observa en la figura 11 los productores realizan de alguna manera una buena fertilización que va de entre 5-7 qq por manzana por aplicación y está en su mayoría dos veces por año (ver figura 12), sin embargo esta fertilización no se da en base a un análisis de suelos en un 92% de los casos (ver figura 12), factor importante en el momento que tipo de fertilizante a usar y en qué cantidad.

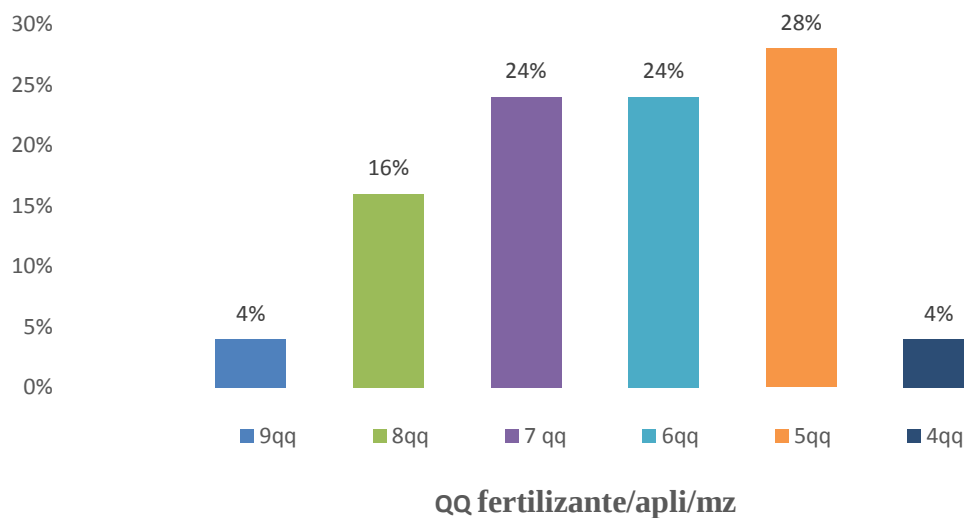


Figura 11 Dosis de fertilizante (qq/mz) aplicas en las fincas evaluadas

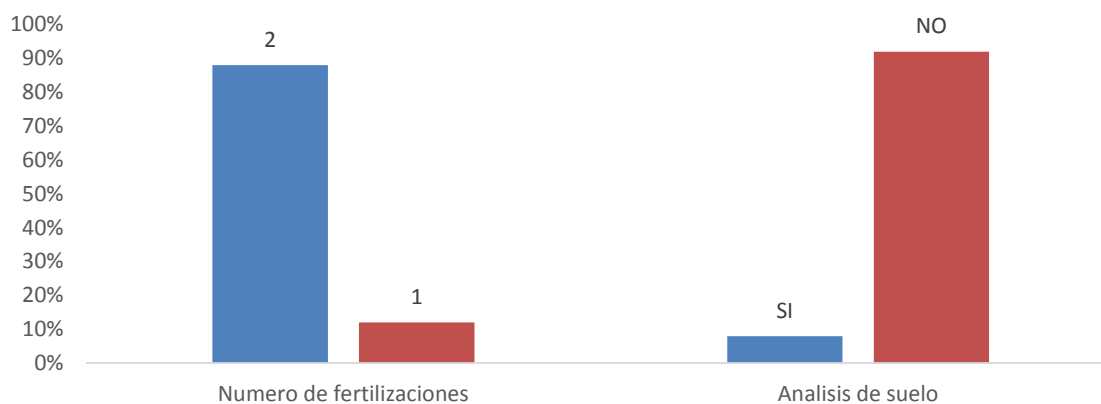


Figura 12 Número de fertilizaciones y practica de análisis de suelos en la zona de San Marcos, Ocotepeque.

Uso de fertilizantes foliares.

La fertilización es un factor muy importante para proveer a la planta principalmente de los micronutrientes que ni el suelo ni los fertilizantes granulados le pueden aportar y que algunos de ellos condicionan la mejor disponibilidad de algunos macronutrientes. Como se observa en el cuadro 2 la mayoría de productores realizan fertilizaciones foliares y la mayoría de los mismos más de 2 veces por año.

Cuadro 2 Fertilizantes foliares usados por los productores en la zona de San Marcos Ocotepeque.

Fertilizante foliar	Frecuencia	%	Dosis (ml/bomba 20lts)	Número de veces
20-20-20 NPK	4	16	100	2
Metalozone	5	20	50	2
Byfolan	4	16	100	2
Maxi grow	3	12	50	1
Foltron plus	1	4	100	1
Enerfol	1	4	100	2
Biofoliamin	2	8	100	2
Ninguno	5	20	0	0

Condiciones de los cafetales.

El parque cafetero de los productores se encuentra en una difícil situación. Esto debido que en los últimos años, y precisamente en el año recién pasado, sufrió enormes daños debido al patógeno de la roya del café, como se observa en la figura 13 casi un 40% de este parque cafetero fue afectado por este patógeno, pero la esperanza de nuestros productores es que un 18% de este se encuentra en plantío y que de alguna manera vendrá a aliviar la rebaja en la producción para este y los siguientes años.

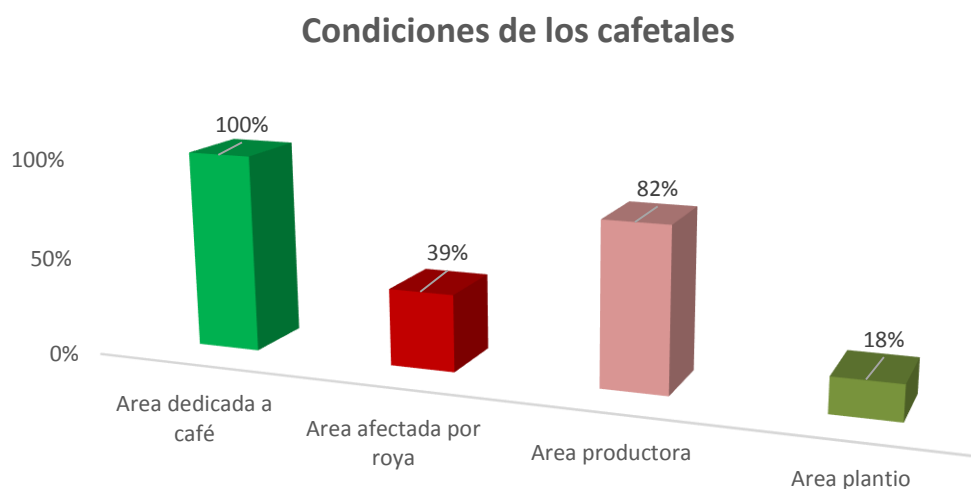


Figura 13 relaciones porcentuales entre área cultivada y atacada por roya en la zona de San Marcos Ocotepeque.

Viendo lo anterior sin duda la cosecha de este año sufrirá una importante baja, ya que si bien ya existe una área importante de plantío que producirá la primera cosecha, esta no suplirá la rebaja por el área que fue afectada por roya, ya que esta solo representa un 50% del área dañada por roya y que la cosecha esperada de estas mismas, no es la cantidad que produce una finca en plena producción la que se da a partir de la segunda cosecha.

Cuadro 3 Resumen de las pérdidas ocasionadas por el daño sufrido por roya de café en la zona de San Marcos Ocotepeque en año 2012.

COSECHA	Área productora mz	Producción obtenida/ obtener qq	Costo MO cosecha lps	Promedio qq/mz	Área dañada mz	Área plantío
2012-2013	163.75	4514	1,805,600.00	27.6	64	34.75
2013-2014	134.5	3708	1,112,305.00	27.6		
DIFERENCIA	29.25	806	-693,295.00			
%	-18%	-18%	-38%		39%	18%

Otro aspecto importante que será afectado es la mano de obra que se empleara en la recolección de la cosecha, por la disminución de esta, esto referente al número de corteros que se utilizaran en las fincas, pero a esto también hay que sumarle que los precios del café se han reducido considerablemente, lo que traerá una baja en el pago de la mano de obra, en conclusión, este año no será favorable para el sector cafetero, tanto para los que dependen directa o indirectamente de este importante sector.

5.1.4. Factor genético.

Variedades usadas.

El parque cafetero de la zona del estudio está poblado por diferentes variedades, que tienen diferentes características fenotípicas y genotípicas, que las vuelve atractivas por los productores, en la figura 14 se muestra que el 50% de estas fincas están constituidas por la variedad pacas que es una variedad susceptible a roya y 50% a resistentes, característica muy importante en la actualidad, vista la agresividad que está presentando este patógeno en los dos últimos años, además de esto, las variedades también determinan la calidad del café, factor determinante en la comercialización del mismo. Todo esto lleva a decir que la producción está amenazada por muchos y diversos factores, variando en su importancia, imputables al productor y otras fuera de su alcance, como socioeconómicos y tecnológicos.

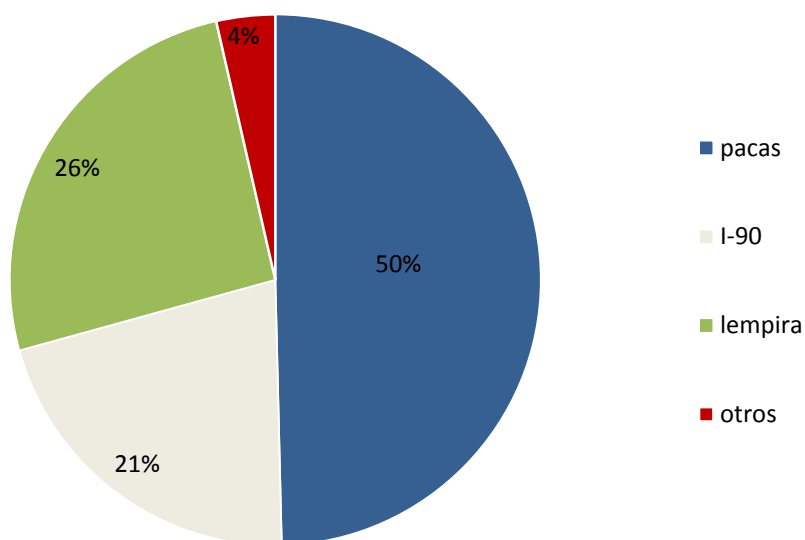


Figura 14 Cobertura (%) de las variedades utilizadas actualmente en la zona de San Marcos Ocotepeque.

Edad de las plantaciones de los cafetales.

En la gráfica 14 se observa que la variedad pacas es la que tiene una mayor edad de plantada con una media próxima a los 15 años, es decir, según muestra la (figura 15), que el 50% de estas plantaciones tiene esa edad. Cabiendo destacar que las otras variedades además de ser menos cultivadas tienen una edad promedio de 6 años, es decir, han sido recientemente plantadas y cultivadas por los productores.

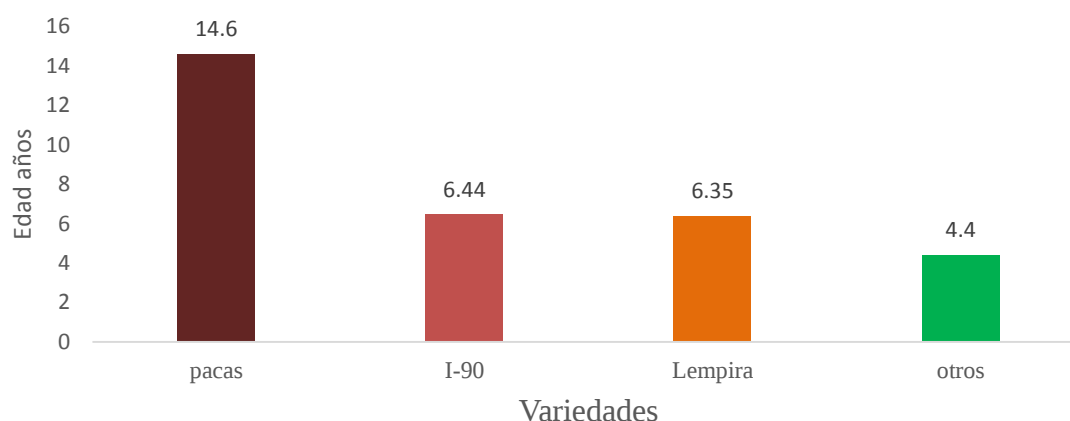


Figura 15 Edad media de plantaciones y variedades cultivadas actualmente en la zona de San Marcos Ocotepeque.

Posiblemente también se trata de nuevos productores, sin mucha experiencia y no preparados para anticiparse a un hecho que podría suscitar como es el caso del inoculo de la roya.

5.1.5. Factor climático.

Este es un factor que sin duda hoy está afectando enormemente el sector cafetero, esto debido, a los diferentes cambios que ha tenido el mismo en los últimos años, y esta es la percepción de todos los productores, porque la mayoría opina que la temperatura ha ascendido considerablemente así como también que las lluvias no siguen un correcto patrón de distribución y ocurren meses con excesiva precipitación, meses que anteriormente eran más secos.

Es importante destacar también que en ninguno de los lugares donde se ubican las fincas existe una estación meteorológica que permita monitorear las diferentes variables climáticas, y así poder comprobar la percepción de los productores de un cambio en las condiciones climáticas en la zona.

Otro aspecto importante es que en la mayoría de las fincas cafetaleras se ha modificado el número de cortes, esto debido, de alguna manera por las diferentes fluctuaciones en el clima, principalmente en las lluvias inductoras de la floración las que normalmente ocurren en enero y febrero de cada año.(ver figura 16)

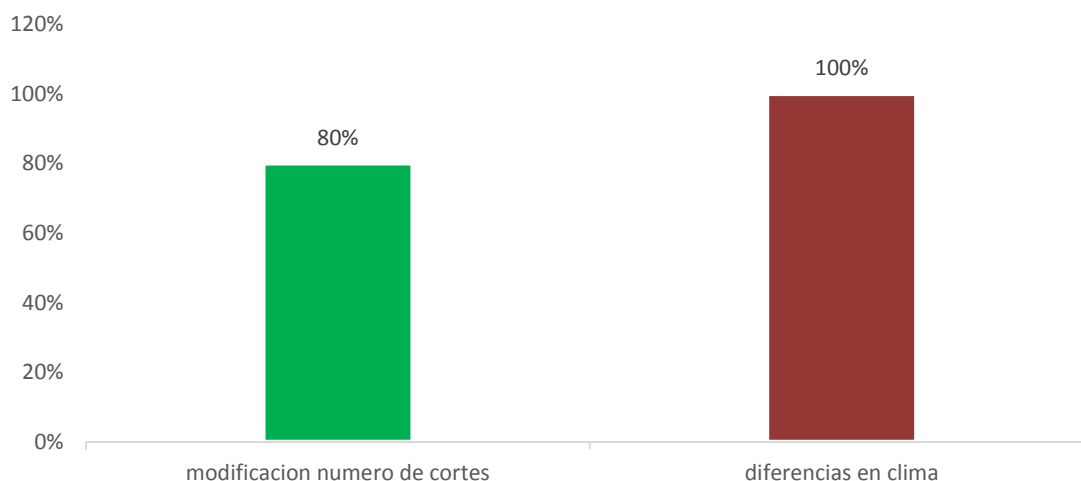


Figura 16 Porcentaje de fincas donde se ha modificado el número de cortes y el clima en los últimos 5 años.

Inicio de la época lluviosa

En lo que se refiere a la época lluviosa esta inicia en mayo o junio en algunas zonas, y los meses más lluviosos en la mayoría de los casos según la percepción del productor son septiembre y octubre siendo este tiempo donde los patógenos principalmente los hongos como es el caso de la roya recibe las condiciones ideales como humedad, precipitación, y temperatura para su desarrollo, y es precisamente en este momento que requiere de un manejo adecuado para evitar los altos niveles de daño y pérdida.

5.1.6. Factor agronómico

Variable altura de planta y diámetro de copa.

La altura de planta promedios que se mantiene en las fincas va desde 1.5 a 2.2m, es decir una altura aceptable, y considerando la edad de las plantaciones de pacas probablemente, se puede decir que han sido recepadas periódicamente. Y para la variable diámetro de copa, este tamaño se mantiene entre 1-1.5m, sumado esto a las distanciamientos de siembra (figura 18) crea microclimas ideales para desarrollo de patógenos, y por otro lado lo que se puede decir es que la planta alcanza en esta zona un buen desarrollo esto debido a diferentes factores principalmente nutricionales que son los que determinan la estructura reproductiva.

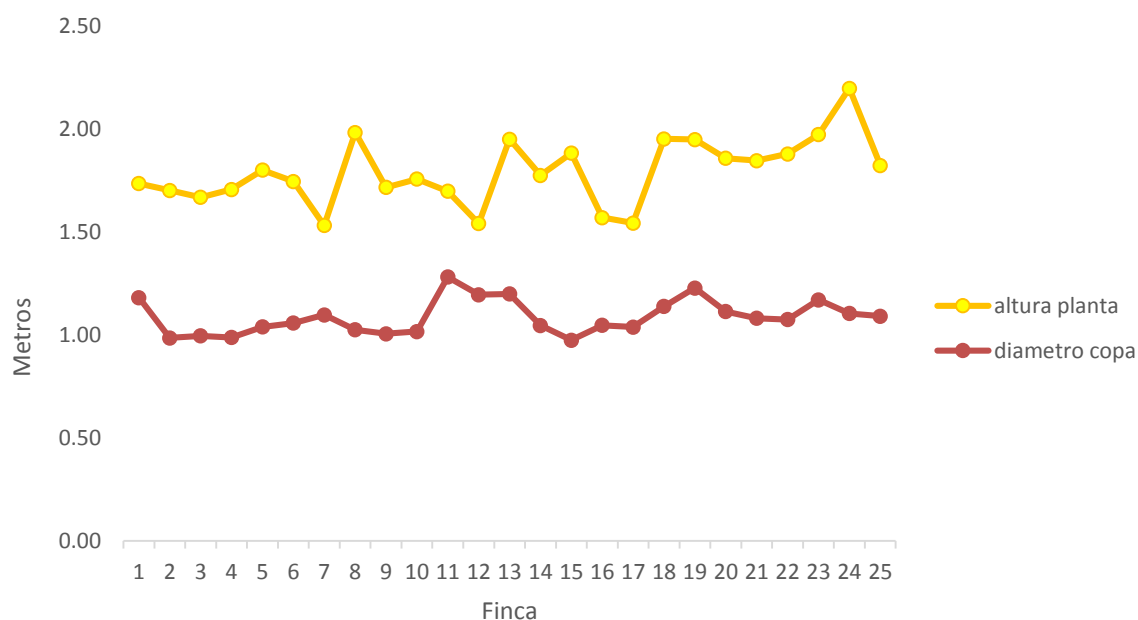


Figura 17 Promedio de altura de planta y diámetro de copa en los cafetales evaluados.

Variables distancia de siembra.

Con respecto a las distancias de siembra utilizadas, se observa que las distancias entre surco están entre 2-1.5m y las distancias entre planta están entre 0.9-1.3m siendo las distancias entre surcos las más variables entre una finca y la otra, obteniendo así densidades de siembra

entre 3000-5000 plantas por manzana, siendo estas altas densidades las que crean en los cafetales microclimas óptimos, para el desarrollo de patógenos principalmente roya ,por el nivel de luminosidad y la humedad entre otras condiciones óptimas para el desarrollo de este patógeno.

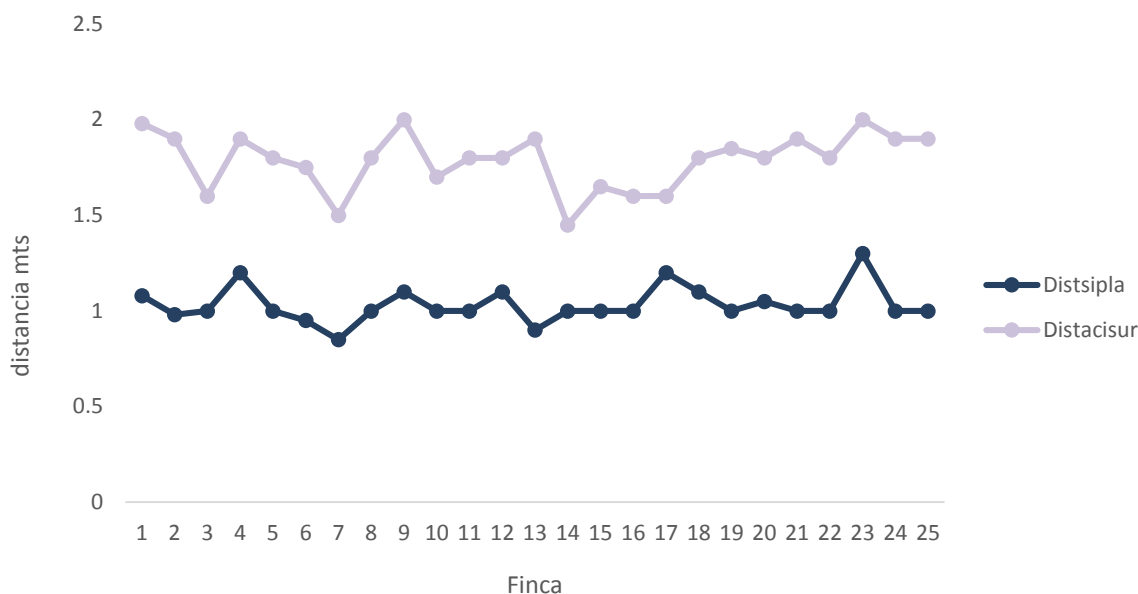


Figura 18 Distancias de siembra promedios utilizados en cafetales de la zona de San Marcos de Ocotepeque.

Porcentaje sombra.

El porcentaje de sombra en un cafetal determina el microclima existente en el mismo, y a un mayor % de sombra se propicia las condiciones para los patógenos, principalmente hongos como es el caso de la roya y se desarrollen en las condiciones ideales, como alta humedad, baja luminosidad entre otros, como se muestra el cuadro 4 donde a mayor % de sombra mayor incidencia de roya se presenta en los cafetales.

Cuadro 4 Relación porcentaje de sombra de los cafetales y presencia de roya en la zona de San Marcos Ocotepeque.

Grupo	% sombra	Frecuencia	%	% roya
1	0-25	8	32	3
2	0-50	15	60	10
3	50-75	2	8	17

5.2. Análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales (ACP) permitió retener 6 componentes que explican el 77% de la variación acumulada de las variables originales siendo estos: componente edafológico, asociado a la familia, costos, experiencia productor y costos control de roya, agronómico y el último por costos de cosecha y manejo de roya.

Cuadro 5 componentes retenidos através de análisis de componentes principales (ACP).

COMPONENTE	VALOR PROPIO	DIFERENCIA	PROPORCIÓN	ACUMULATIVO
1	3.886116	1.100691	0.2159	0.2159
2	2.785425	0.33887	0.1547	0.3706
3	2.446555	0.559532	0.1359	0.5066
4	1.887023	0.247731	0.1048	0.6114
5	1.639292	0.338741	0.0911	0.7025
6	1.300551	0.399782	0.0723	*0.7747

*Variación acumulada.

Para obtener los anteriores componentes principales se redujeron el número de variables, eliminado aquellas cuyo coeficiente de variación es menor de 15%, y las variables que no son comunes para todas las fincas como ser, costo regulación de sombra, costo control plagas y enfermedades, distancias de siembra, diámetro de copa, porcentaje de pendiente, y las variables dependientes, como la incidencia de plagas y enfermedades.

Dichos componentes fueron formados por la contribución relativa de las variables que más valor aportan a la variación de los seis componentes. (Ver cuadro 6)

Cuadro 6 Contribución relativa de las variables a su componente.

	Comp 1	Comp 2	Comp 3	Comp 4	Compo 5	Comp 6
acpr	0.017719	32.30488	1.087705	46.44458	18.52671	1.618398
arcu1	17.56543	23.49006	40.54851	0.394705	16.52507	1.476222
mifa	0.265548	43.62101	23.90734	0.058348	4.20871	27.93904
deco	2.701447	52.30354	10.32438	2.770155	10.99802	20.90246
coscomal	1.708584	1.178347	3.208785	3.212036	88.18073	2.511514
coscoroy	3.56E-05	0.390715	10.06795	34.94791	5.617041	48.97634
cosfert	14.24062	25.01964	53.6232	4.604249	1.62267	0.889615
coscosech	0.101691	1.761432	47.19094	1.128705	18.88432	30.93291
edpla	22.46175	21.31284	18.69237	16.83585	7.188133	13.50905
MO	0.587667	25.96639	3.087956	54.85475	6.450801	9.052435
P	9.75563	4.992595	40.16178	36.15347	6.101662	2.834861
Ca	88.54972	0.935523	6.37172	3.273799	0.105209	0.764024
Mg	77.12314	3.346983	2.957171	8.041553	0.9123	7.618851
Mn	40.16681	0.001104	0.182433	14.16684	45.21714	0.265679
Fe	59.80923	3.911655	8.579358	7.853066	19.55087	0.29582
Al	16.91011	6.272128	18.06373	29.3293	3.476934	25.9478
dim1	76.32506	0.873547	0.533862	0.815736	15.96623	5.48557
dim2	0.0258	39.46153	1.368338	4.985995	8.170028	45.98831

La Comunalidad de cada variable explicada por los 6 componentes retenidos, es de más del 65% de la variación total de las características estudiadas excepto la variable de hierro (Fe) en el suelo y las dimensiones obtenidas de las variables cualitativas, lo cual significa que la clasificación de las fincas en base a esas 6 variables sintéticas o CP, aportan suficiente información para definir la tipología de grupos, que se forman por las diferentes fincas.

Cuadro 7 Comunalidad (R^2) de cada variable explicada por los 6 componentes retenidos.

Var-/CP	1	2	3	4	5	6	Comunalidad R2
acpr	-0.0152	0.5511	0.0948	-0.5439	-0.3202	0.0843	71.828
arcul	-0.4379	0.4287	0.5278	-0.0457	-0.2758	-0.0734	73.767
mifa	-0.0643	0.6982	0.4844	-0.0210	0.1664	-0.3818	90.017
deco	-0.1997	0.7438	0.3097	0.1409	0.2617	-0.3213	88.067
coscomal	-0.1789	-0.1258	0.1946	0.1710	0.8348	0.1255	82.763
coscoroy	-0.0009	0.0768	0.3652	-0.5976	0.2233	0.5873	89.127
cosfert	-0.3888	-0.4364	0.5987	0.1541	-0.0853	0.0562	73.421
coscosech	-0.0421	-0.1484	0.7199	0.0978	-0.3728	0.4249	87.114
edpla	0.4929	0.4065	-0.3568	-0.2974	0.1811	0.2211	70.569
MO	-0.0970	0.5457	-0.1764	0.6528	-0.2087	0.2202	85.642
P	0.3620	-0.2193	0.5828	0.4856	0.1860	0.1129	80.201
Ca	0.9221	0.0802	0.1963	0.1236	0.0206	0.0496	91.345
Mg	0.8303	0.1464	0.1290	0.1868	0.0587	-0.1510	78.871
Mn	0.6284	0.0028	-0.0336	0.2600	-0.4330	-0.0296	*65.198
Fe	-0.6456	-0.1398	-0.1940	0.1630	0.2397	-0.0263	55.866
Al	-0.5092	0.2626	-0.4176	0.4673	-0.1500	0.3649	87.671
dim1	0.6860	-0.0621	-0.0455	0.0494	0.2038	0.1064	53.183
dim2	0.0189	0.6259	-0.1092	0.1831	0.2185	0.4617	69.845

Acpr: años como productor **arcul:** área cultivada **mifa:** miembros de la familia

Deco: dependen económicamente **coscomal:** costo control de malezas

Coscoroy: costo control de roya **cosfert:** costo fertilizante **coscosech:** costo cosecha

Edpla: edad planta **MO:** materia orgánica **P:** fosforo **Ca:** calcio **Mn:** magnesio

Mg: Manganeseo **Fe:** hierro **Al** aluminio dim1 y dim2 dimensiones obtenidas de las variables cualitativas

Mediante el análisis de componentes principales se realizó la correlación de Pearson la cual permitió encontrar la correlación entre variables analizadas. Encontrando significancia en las siguientes correlaciones.

5.2.1. Correlaciones de Pearson.

El área cultivada que posee un productor dependerá de muchos factores, entre ellos está la disponibilidad de mano de obra que se tenga para poder darle el manejo adecuado, y es lo que se constató en la región de San Marcos Ocotepeque, donde a mayor número de miembros por una familia mayor es el área cultivada por lo que es posible afirmar que entre más miembros tiene una familia mayor es el área cultivada que tiene esa familia, cabe destacar que eso no solo sucede por la mano de obra que representan los miembros, sino también la mayor cantidad de recursos que necesita esta, lo que podría generar a un interés por tener una mayor área cultivada.

La dependencia económica que tiene una familia sin duda está dada por el número de miembros que la integran, y es el caso de las familias productoras de café de la zona de San Marcos Ocotepeque, siendo esta una variable muy importante desde diferentes puntos de vista ya que se tiene una disponibilidad de mano de obra para actividades del cafetal, pero a la vez puede ser un impedimento para hacer dicho manejo, ya que los recursos serían destinados a los miembros de la familia y no al manejo del cafetal, lo que llevaría a una baja productividad, o tener los cafetales en mal estado, lo que los predispondría a ataques de patógenos.

Sin embargo, el número de miembros que tengan las familias cafetaleras, no significa que todos ellos colaboran en las fincas, es por eso que el área que se tiene cultivada depende, de que cuantos miembros de los que integran la familia colaboran con las actividades de los cafetales, que son los que directamente son la mano de obra disponible y que no representaría un costo a la finca lo que viene a reducir el margen de ganancia para el productor.

El buen manejo y las buenas condiciones que se le proporcionen al cafetal determinaran el nivel de producción que este pueda brindar, tal es el caso que entre más se invierte en la fertilización, los costos de cosecha son mayores debidos a una mayor producción.

Los costos que se incurran para realizar las actividades estan dados de alguna forma por los miembros de la familia que se involucren para realizarlas, ya que estos pueden disminuir a medida que estos se realicen con la mano de obra disponible en la familia y fue lo que determino en la zona, donde los costos de control de maleza dependen de cuantos miembros de la familia colaboran para hacerlo.

Los costos de una actividad serán mayores a medida que los factores que conllevan a esta actividad sean altos, y es el caso, del costo de regulación de sombra dependerá de qué porcentaje de sombra tenga la finca, ya que de esta manera la finca requerirá de un regulación continua de la sombra.

La presencia de roya en los cafetales pude estar dada por muchos factores, que de alguna forma condicionan el ambiente, y lo vuelven más favorable para que este hongo se pueda desarrollar, como ser del porcentaje de sombra que se mantiene en el cafetal, ya que este puede crear un microclima, con alto nivel de humedad, una baja luminosidad, condiciones óptimas para el desarrollo de este patógeno

La disponibilidad de algunos nutrientes en el suelo depende de la presencia de otros, como es el fosforo que su disponibilidad depende - presencia de Fe, Al, y Mn solubles. Así como también de la presencia de minerales que contienen Fe, Al y Mn (anónimo), y así se justifica la correlacion existen en las fincas evaluadas entre la presencia de manganeso (Mn) y fosforo (P).

Según Quintero (1995) La disponibilidad del magnesio al igual que el calcio, depende de la fracción intercambiable y de su balance en relación con este último nutrimento y con el potasio, comprobando así lo encontrado en los suelos de los cafetales evaluados a través de su análisis donde se encontró una alta correlación entre P-Ca.

5.3. Análisis de clasificación.

El análisis por conglomerado permitió agrupar las fincas de acuerdo a características similares mediante el agrupamiento de clouster a un nivel de similitud del 78% como se muestra en la figura 18 al igual que determinar los individuos atípicos es decir que son diferentes de acuerdo a sus características de los demás individuos.

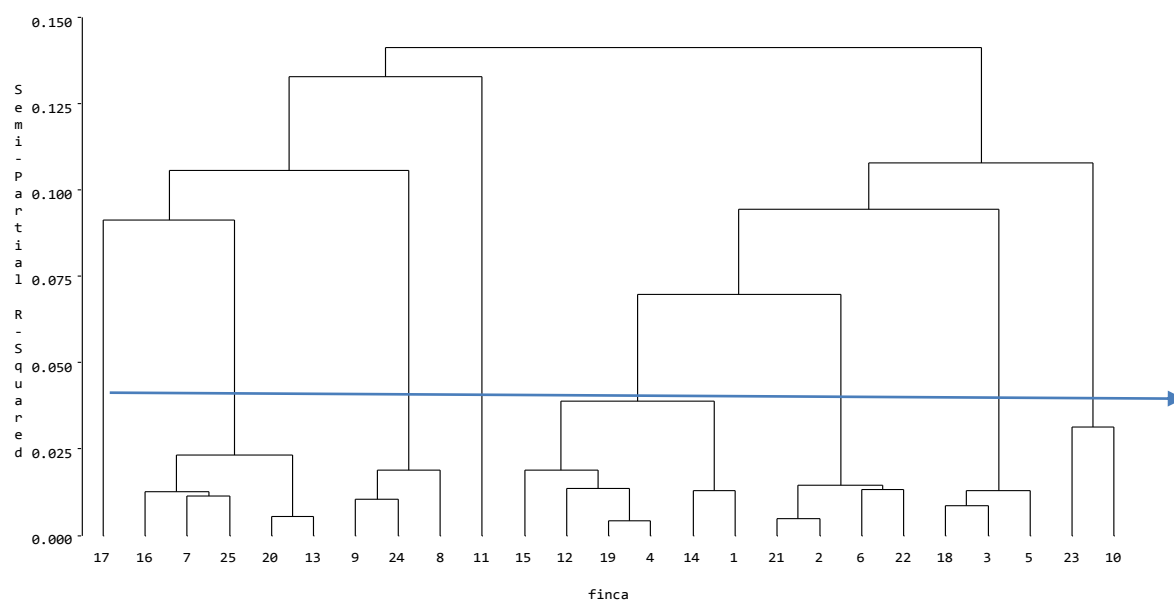


Figura 19 Agrupación de fincas de acuerdo a similitud mediante clouster.

Después de realizado el análisis y se agruparon los individuos con características similares formando 6 grupos, así como también diferenciar los individuos (fincas) atípicos es decir que no tienen características similares con los demás.

El análisis de clasificación mediante un ACP permitió conformar 8 grupos o tipologías, dicho agrupamiento se conforma con un % de similitud hasta de un 78% al igual que identificar individuos atípicos.

Cuadro 8 Grupos formados por los clúster con una similitud del 78 % y los individuos atípicos

Grupo	Fincas	Variables similares	Plagas y Enfermedades	Individuos atípicos
1	1,4,12,14,15,19	Costo control malezas, Mg, Al	Minador, ojo de gallo	
2	2,6,21,22	Dependen económicamente, costo control roya, costo fertilización, MO, Mg, Al	Ojo de gallo, antracnosis, roya	
3	7,13,16,20,25	Miembros de familia, dependen económicamente, edad plantación, MO, P, Ca, Mg, Fe, Al	Minador, ojo de gallo	
4	3,5,18	Años como productor, miembros familia, dependen económicamente, edad plantación, MO, P, Mg, Al	Ojo de gallo, roya	
5	8,9,24	Miembros familia, dependen económicamente, costo control roya, MO, Mg, Al	Antracnosis, ojo de gallo, minador, roya	
6	10,23	Años como productor, área cultivada, costo control maleza, costo fertilizante, edad plantación, MO, Ca, Al	Roya, mancha de hierro, antracnosis, minador	
7				11
8				17

En la agrupación uno estas fincas son similares en variables socioeconómicas como costo del control de malezas altos y variables edafológicas como ser magnesio (Mg) y aluminio (Al) bajos, lo cual lleva a bajos niveles de incidencias de enfermedades como minador y ojo de gallo.

Lo que indica que suelos con desbalances nutricionales, así como el manejo que le brinda el productor al cafetal predisponen a los mismos al ataque de diferentes plagas y enfermedades.

En las fincas de la agrupación dos, las variables más relevantes son socioeconómicas, principalmente aquellas relacionadas con lo que invierte el productor en el manejo de su cafetal, lo que le permite tener bajos niveles de incidencia de enfermedades debido a que el buen manejo le proporciona un buen estado a la planta.

Las fincas del grupo tres están agrupadas por variables principalmente socioeconómicas como ser que el costo del sustento de la familia al ser pocos sus miembros es bajo y existe así una mayor disponibilidad de fondos para el manejo de cafetal, y variables edafológicas, como ser MO, P, Ca, Mg, Fe, Al bien balanceadas, mostrando niveles de enfermedades bajos, demostrándose así que la nutrición que pueda tener la planta la predispone a plagas y enfermedades.

En el grupo cuatro, la incidencia de roya, ojo de gallo y son comunes, siendo estas un reflejo de los factores socioeconómicos (Años como productor, Miembros familia, Edad plantación) y edafológicos (MO, P, Mg, Al).

En la agrupación cinco, los factores socioeconómicos (Miembros familia, Dependencia económica, Costo control roya y edafológicos (MO, Mg, Al), son los que influyen en el desarrollo de enfermedades como roya, antracnosis, ojo de gallo, y plagas como el minador. Resaltándose así la disponibilidad de fondos que pueda tener el productor y el desequilibrio en la nutrición del suelo en el desarrollo de enfermedades.

Según la agrupación seis los factores que más afectan la incidencia Roya, Mancha de hierro, Antracnosis, Ojo de gallo, Minador son los socioeconómicos encontrando variables como años como productor, Área cultivada, Costo control Maleza, Costo fertilización, genéticos como Edad plantación y los edafológicos caracterizado por suelos pobres en materia orgánica, y un desequilibrio en elementos importantes como calcio y aluminio. En cuanto a las fincas 11 y 17 poseen patrones diferentes a las demás fincas.

5.4. Análisis de correlación canónica.

El análisis de correlación canónica permitió encontrar la relación de los aspectos agronómicos, edafológicos, socioeconómicos, climáticos y genético (variables Y), con respecto a la incidencia de plagas y enfermedades (variables X). En resumen de lo expuesto en las correlaciones simples, la correlación canónica permitió concluir sobre todas las variables de manera conjunta. El cuadro 8, muestra nivel de confianza de que las respuestas encontradas en las correlaciones de Pearson son ciertas

Cuadro 9 Análisis de correlación canónica.

	Valor correlacion	Error estándar	Nivel significancia
1	0.983597	0.006641	0.967464
2	0.975114	0.010033	0.950846
3	0.938359	0.024389	0.880517
4	0.857445	0.054049	0.735213
5	0.828519	0.064004	0.686444
6	0.768199	0.083664	0.590129
7	0.56138	0.139795	0.315148

Cuadro 10 Correlaciones entre la “X” y sus variables canónicas.

		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
Arcul	y1	0.0506	-0.2061	0.0388	-0.5099	0.1145	0.0595	0.1263
Mifa	y2	0.2056	-0.1058	-0.1854	-0.391	0.2015	-0.226	0.2355
Deco	y3	0.176	-0.1804	-0.3006	-0.4536	0.0092	-0.1481	0.1308
Coscomal	y4	-0.2217	0.1938	-0.4334	0.2285	0.1106	0.346	-0.0694
Coscoroy	y5	0.3294	0.3715	-0.1714	0.2923	0.4137	-0.3083	-0.2558
Cosfert	y6	-0.3822	-0.1994	-0.1245	0.0594	-0.0385	-0.2678	0.1953
Coscosech	y7	0.3325	-0.0696	0.0569	0.1508	0.1327	-0.232	0.4134
Edpla	y8	0.2822	0.3894	0.0291	-0.2336	0.1656	0.0506	-0.2491
MO	y9	0.2375	-0.1561	0.1905	-0.3186	-0.0596	0.1312	-0.4183
P	y10	0.1627	-0.054	0.1608	0.4884	-0.2502	0.2381	0.2187
Ca	y11	0.4283	0.1664	0.3269	0.1324	0.007	0.4854	0.0095
Mg	y12	0.272	0.0428	0.2125	-0.0713	0.2808	0.5258	0.0347
Mn	y13	0.4093	-0.068	0.7175	0.1285	-0.3439	0.0219	-0.2057
Fe	y14	-0.0011	-0.1926	-0.6137	-0.0418	-0.474	-0.182	-0.2158
Al	y15	0.031	-0.1834	-0.266	-0.0678	-0.2593	-0.0387	0.2097
Acpr	y16	0.4049	-0.4723	-0.0475	-0.1106	0.5013	0.0236	-0.0018

Arcul: área cultivada, **Mifa:** miembros en la familia, **Deco:** dependen económicamente, **Coscomal:** costos en control de malezas, **Coscoroy:** costos en control de roya **Cosfert:** costos en fertilizaciones, **Coscosech:** costo cosecha, **Edpla:** edad de las plantaciones, **Mo:** materia orgánica, **P:** fosforo, **Ca:** calcio, **Mg** magnesio **Mn** manganeso **Fe:** hierro, **Al:** aluminio.

Cuadro 11 Correlaciones entre la “Y” y sus variables canónicas

		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
Roya	x1	-0.4097	0.6681	-0.1983	0.2389	-0.4393	-0.1608	0.2657
manhi	x2	-0.0202	0.4474	0.5505	-0.0262	0.5067	-0.0548	0.4858
antrac	x3	-0.5941	-0.3259	-0.0004	0.0147	-0.2544	-0.3311	0.6052
ojogallo	x4	0.1605	-0.0737	0.3583	-0.5319	-0.5827	0.4468	0.1357
Mindr	x5	0.12	-0.0938	0.6431	-0.3649	-0.1928	-0.5875	0.2184
mordds	x6	-0.7829	0.3543	0.2444	0.0065	0.0693	-0.2701	-0.3521
Broca	x7	0.0331	0.2263	0.1816	-0.7792	0.1334	0.4777	0.2482

Roya: roya, **Antrac:** antracnosis, **Mhie:** mancha de hierro, **Ojogallo:** ojo de gallo, **Mindr:** minador, **Mordds:** hojas mordidas por gusanos o grillos, **Broca:** broca.

Relación encontrada entre las variables acumuladas y las distintas plagas y enfermedades:

A mayor presencia de calcio (Ca) menor presencia de roya, antracnosis y hojas mordidas, esto debido a que la presencia de Ca regula condiciones como pH, además ayuda a la absorción de micro y macronutrientes.

La experiencia del productor tiene un efecto directo con la presencia de roya. A menos años como productor más presencia de roya, esto explica la importancia que tiene el productor para poder manejar un patógeno.

A mayor presencia de manganeso (Mn) en el suelo, mayor es la presencia de mancha de hierro, ojo de gallo y minador, el Mn dificulta la absorción de Fe y Zn, se presenta comúnmente en suelos muy ácidos el Mn es importante en la fotosíntesis:

Entre menor es el área cultivada de productor menor es la incidencia de broca debido a que este en una menor área puede realizar labores de repela y pepena que son las que evitan altos porcentajes de broca, como también menor es el la presencia de minador y ojo de gallo

La presencia altas de Mg n el suelo menor es la presencia de mancha de hierro, antracnosis y roya y minador Mg es importante en la fotosíntesis (Herrera s.f)

A medida el nivel del % de materia orgánica es mayor, mayor es la incidencia de mancha de hierro y antracnosis, es debido a que él % de materia orgánica en el suelo en cafetales está influenciada por el porcentaje de sombra que pueda haber en los mismos.

VI. CONCLUSIONES

En la zona de San Marcos, los cafetales se encuentran entre una altura media de 1300msnm, con distanciamientos de siembra inadecuados, los suelos poseen un pH que va de 4.1-5.3 y las familias son numerosas y bajos niveles de escolaridad.

El factor socioeconómico tiene influencia sobre la incidencia de patógenos debido a que los productores realizan un mal manejo de los cafetales por falta de fondos, así como la altura msnm no es una barrera para desarrollo de patógenos principalmente de la roya.

El factor genético está por encima de todos los factores, debido a que en la zona la mayoría de las fincas están cultivadas con variedades susceptibles a roya siendo la variedad más usada la variedad pacas (50%).

Las fincas se agrupan de acorde a factores edafológicos y socioeconómicos principalmente y son los que determinan la incidencia de plagas y enfermedades.

VII. RECOMENDACIONES.

A los productores realizar análisis de suelos en sus fincas que les permita usar el fertilizante y cantidad requerida para tener un mejor aprovechamiento de los mismos.

Al IHCAFE (Instituto Hondureño del café) a brindarles capacitación técnica a los productores acerca del manejo de cafetetales y sobre la roya anaranjada del café, enseñando a los productores a realizar en sus fincas prácticas de monitoreo para poder tratarla a tiempo. Así como incentivar a los productores a diversificar sus fincas para que les permita de esa manera tener otra fuente de ingreso.

A los productores a renovar los cafetales con edad avanzada y que fueron afectados por roya por una variedad resistente a este patógeno, que les permita tener una mejor productividad y no estar predispuestos a nuevos ataques de roya.

VIII. BIBLIOGRAFÍA.

Altamirano J. 2012 Influencia de la variabilidad climática sobre la producción de café (*Coffea arábica* L.) en Honduras, tesis presentada a CATIE, (en línea), consultado 13 de abril de 2013, disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9022E/A9022E.PDF>.

ANACAFE s.f (Asociación Nacional del café) Ojo de gallo, (En línea) consultado 12 de noviembre de 2013. Disponible en https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Prevencion_Ojo_de_Gallo

Avelino J., R. Muller, A. Eskes, R. Santacreo y F. Holguín. 1999. La roya anaranjada del cafeto: mito y realidad, Desafíos de la caficultora en Centroamérica. San José, CR. (En línea). Consultado 20 de abril de 2013. Disponible en <http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/Plagas/Roya/pdfs/Articulos/La%20Roya%20anaranjada%20del%20cafeto%20Mito%20y%20Realidad%20Avelino%20et%20al%201999.pdf>.

Barrera, J.F. 2002. Tres plagas de café: la broca de café una plaga que llegó para quedarse. Colegio de la Frontera Sur, México. 17 p (En línea) consultado 15 de noviembre de 2013. Disponible en http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/publicaciones/pdf/09_capitulo04c.pdf

Cayuela L. 2010. Análisis multivariante. (En línea) consultado 20 de abril de 2013. Disponible en <http://158.49.96.73:8080/documenta/bitstream/00000001/27/1/6-Analisis%20multivariante.pdf>

CEN (Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Desarrollo). 1999. La Caficultura en Honduras. Marzo, 1999. 25 p. (en línea). Consultado el 12 de abril 2013. Disponible en: http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen536_final.pdf

Fageira, N. K.; Baligar, V. C. y Jones, C. A. 1990. Citado por Silva R y otros 2000. Growth and mineral nutrition of field crop. New York, USA. Marcel Dekker. 488 p. disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd67/texto/rsilva.htm

FAO, 2013. Impacto de la roya en centro américa. (En línea) consultado 8 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/>

Ferreira S, 2001. Hemileia vastatrix (en línea) Consultado el 20 de abril del 2013. Disponible en http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/Type/h_vasta.htm

Gali, A. s.f. La roya del cafeto. Perjuicios y beneficios para la cafeticultura. Mexico. (En línea) consultado 2 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.forumdelcafe.com/pdf/La%20Roya%20del%20Cafeto.pdf>.

IHCAFE 2011. Guía variedades de café. (En línea). Consultado 20 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.ihcafe.hn/>

_____2013. Problemática de la roya del café. (En línea) consultado 15 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.ihcafe.hn/>

López D. 2010. Efecto de la carga fructífera sobre la roya (Hemileia vastatrix) del café, bajo condiciones microclimáticas de sol y sombra, en Turrialba, Costa Rica, CATIE, (en línea) consultado 22 de abril de 2013, disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5960e/A5960e.pdf>

López, J. 2005. Evaluación de alternativas para el manejo de la roya (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) en el cultivo del café (*Coffea arábica* L) en fincas de los departamentos de Carazo, Granada y Masaya. (En línea). Consultado 25 de abril de 2013. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh201864e.pdf>.

Malavolta, E. 1993. Nutricao mineral e adubacao do cafeeiro. Colheitas económicas máximas. Sao Paulo, Bra. Agronómica Ceres. 210 p. disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd67/texto/rsilva.htm

Morales, A. 2011. Estimaciones de los efectos del cambio climático sobre la roya (*Hemileia vastatrix*) y la broca (*Hypothenemus hampei*) del cafeto en la región de Coatepec, Veracruz. (En línea). Consultado 2 de mayo de 2013. Disponible en http://132.248.9.195/ptb2011/marzo/0667388/0667388_A1.pdf

Moreno A. El análisis de correlación canónica como instrumento para la evaluación de la eficiencia. (En línea) consultado 25 de abril de 2013. Disponible en <http://eprints.ucm.es/6743/1/0121.pdf>

Muños R. 2011. Plagas insectiles del cafeto. (En línea) consultado 12 de noviembre de 2013. Disponible en www.ihcafe.hn

OEA 1977. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. Contribuciones del IICA al conocimiento de la roya San José, C.R.

ORCECA, 2013, Organización Centroamericana de Exportadores de Café. (En línea). Consultado 9 de mayo de 2013. Disponible en http://en.centralamericadata.com/es/article/home/Centroamrica_pierde_37_millones_de_quintales_de_caf

Padilla C. Barquero M. Mora B. 2013. Situación actual de la roya del cafeto en Costa Rica. (En línea). Consultado 3 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.oirsa.org/portal/documents/documentos-taller-roya/11-Costa-Rica.pdf>

Pereira S; Rodríguez F; Carre V; Goreti ; Zambolim L. 2009. Efecto de la aplicación foliar de silicio en la resistencia a la roya y potenciar la actividad de las enzimas de defensa en el café. (En línea). Consultado 12 de mayo de 2013. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198256762009000400004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt

Rayner W. 1972. Micología, historia y biología de la roya del cafeto. (En línea) Consultado 16 de mayo de 2013. Disponible en http://books.google.hn/books?id=_Sfyo_OfeR8C&pg=PT14&dq

Ricardo A. 2009. Epidemiología agrícola. (En línea) consultado 25 de mayo de 2013. Disponible en http://dc304.4shared.com/doc/_JfLfkZB/preview.html

Sarantes D. Roya en café (en línea) consultado 22 de abril de 2013. Disponible en <http://www.funica.org.ni/docs/HV14-Roya-Cafe.pdf>

SEGARPA. 2013. México. Ficha técnica de la roya del cafeto. (En línea). Consultado 8 de mayo de 2013. Disponible en <http://amecafe.org.mx/downloads/FichaT%C3%A9cnicaRoyadelCafeto.pdf>

Silva R; Rosales M; Tenías J 2000, Aspectos nutricionales y fisiológicos de la roya del Cafeto, (en línea), consultado 25 de abril de 2013. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd67/texto/rsilva.htm

SINIT 2013 Sistema Nacional de Información Territorial. (En línea). Consultado 8 de mayo de 2013. Disponible en <http://www.sinit.hn/index.php>

Subero L. La roya del cafeto (en línea) consultado el 15 de abril de 2013. Disponible en <http://www.infocafes.com/descargas/biblioteca/136.pdf>

Terrades M. s.f. Análisis de componentes principales. (En línea). Consultado 28 de abril de 2013. Disponible en http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Componentes_principales.pdf

The American Phytopathological Society (APS). 2011. Coffee rust (*Hemileia vastatrix*). (En línea) Consultado el 25 de abril de 2013. Disponible en <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>

ANEXOS.

ANEXO 1. ENCUESTA

Análisis multivariado sobre la incidencia de la roya anaranjada (*Hemileia vastatrix*) en distintas zonas cafetaleras de Honduras.

I. Ubicación de la finca

1.1. Departamento _____ Municipio _____ Aldea _____

1.2. Nombre de la finca _____

1.3. Área sembrada con café: En producción Ha _____. En plantío Ha _____

II. Aspectos Generales del Productor

2.1. Nombre del productor _____

2.2. Clave IHCAFE _____ Identidad _____

2.3. Nivel de escolaridad que posee el productor

Ninguna ____ Primaria (hasta 3^{er} grado) ____ Primaria (mayor 3^{er} grado) ____

Secundaria C ____ / I ____ Universitaria C ____ / I ____

2.4. Edad: _____ Años. Años como productor de café _____

2.5. Lugar donde vive: En la finca _____ Fuera de ella _____

Factor I. Aspectos socioeconómicos del productor y de la finca

1.1. Meses que realiza mayor actividad en la finca _____

1.2. ¿Cuántos miembros son en su familia? _____

1.3. ¿Cuántos dependen económicamente de usted? _____

1.4. ¿Cuántos miembros de su familia colaboran con las actividades de la finca _____

- 1.5. ¿Cuál es el costo por año de las siguientes actividades:
 Regulación de sombra _____ Control de malezas _____ Control de Roya _____
 Otras plagas y enfermedades _____ Fertilizaciones _____ Podas _____
 Cosecha _____ Beneficiado _____
- 1.6. ¿Cuál es la disponibilidad de la mano de obra en la zona?
 Escasa _____ Suficiente _____ Abundante _____
- 1.7. ¿Cuántos jornales utiliza en las actividades de la finca/ mes? _____
- 1.8. ¿Cuántos jornales participan por día en las actividades de cosecha? _____ por cuánto tiempo? _____ días .
- 1.9. ¿Cuál es la forma de pago a sus trabajadores?
 Al día _____ Hora _____ Semanal _____ Quincenal _____ Mensual _____
- 1.10. ¿Cuál es el costo diario por jornal? Lps _____
- 1.11. ¿Cuenta usted con un medio de transporte en su finca. Si _____ No _____
 En caso de si, ¿Cuál? _____
- 1.12. ¿Tiene casa en su finca? Si _____ No _____
- 1.13. ¿Tiene beneficio? Sí _____ No _____
- 1.14. ¿Cómo vende su café?
 En uva _____ Pergamino Oreado _____ Pergamino Húmedo _____
 Pergamino seco _____ Otros _____ ; En lata _____ Pesado _____
 ¿Cuál es su producción anual?: _____ qq café pergamino seco.
- 4.7. ¿Qué tipo de café produce en su finca?
 Standard _____ Altura _____ Estricta Altura _____ Especial _____
- 1.15. ¿Cómo seca su café? Patio de cemento _____, Secadora solar, _____ secadora mecánica _____ Otros, explique _____
- 1.16. ¿Qué hace con la pulpa del café? Aboneras _____ Tira a la finca _____ La deja en el beneficio _____ La tira en cualquier lugar _____
- 1.17. Destino de las aguas mieles? Ríos _____ Quebradas _____ Laguna de oxidación _____ Otros _____
- 1.18. ¿Con cuáles servicios públicos cuenta en su finca?: Luz eléctrica _____,
 Agua entubada _____, teléfono fijo _____, letrinas _____, pozo séptico _____ Otros _____

- 1.19. Distancia de su finca a la escuela más cercana _____ km
- 1.20 ¿Qué otro tipo de ingreso genera su finca? Especifique: _____
- 1.21 ¿Tiene otro tipo de ingreso además de los de su finca? Sí _____ No _____
Especifique: _____
- ¿Recibe algún tipo de financiamiento? Sí _____ No _____
¿De quién?: Banco _____ Cooperativa _____ Intermediarios _____ Otros _____
- 1.22 ¿Recibe capacitación técnica sobre el manejo del café? Sí _____ No _____
¿De parte de quién? _____
- 1.23. ¿Pertenece a alguna organización del sector cafetalero?: Sí _____ No _____
- 1.24. Cuál es el sistema de manejo de su finca: Orgánico _____ Convencional _____ Ambos _____
- 1.25. Tiene certificada su finca Sí _____ No _____
Que institución la certifica _____

Factor II. Aspectos Climáticos de la finca

- 2.1. ¿En cuál mes comienza la época lluviosa en la zona de su finca? _____
- 2.2. ¿Cuántos meses dura la época lluviosa? _____
- 2.3. ¿Cuál(es) es o son lo(s) mes(es):
Más lluviosos? _____ Más secos _____
- 2.4. Se ha modificado la fecha de inicio de corte? Sí _____ No _____
En qué mes lo iniciaba hace 5 años _____ En que mes ahora? _____
- 2.5. Ha tenido pérdidas en la cosecha por problemas de lluvia Sí _____ No _____
Y por sequía? Sí _____ No _____
- 2.6. Ha notado diferencias en el clima en los últimos 5 años Sí _____ No _____
Si su respuesta es sí, especifique _____
- El cambio de clima ha modificado el número de cortes en su finca? Sí _____ No _____
En caso de Si; Cuantos cortes realizaba hace 5 años? _____ Y cuantos ahora? _____
- 2.7 * Temperatura promedio (°C) _____ Precipitación media anual (mm) _____
- 2.8. * Humedad relativa media anual (%) _____ Altitud promedio (msnm) _____
- 2.9. ¿Existe alguna estación meteorológica en la zona? Sí _____ No _____
Si su respuesta es sí, ¿Quién la maneja? _____

- 2.10. Tiene registros de las condiciones climáticas en su finca Si ____ No ____
¿Cuáles?: Precipitación____, Temperatura____ Humedad Relativa____
Años que tiene de llevar los registros: _____

Factor III. Aspectos Genéticos de la finca

- 3.1 ¿Cuáles son las variedades resistentes a la roya que tiene en su finca?
Ihcafe 90____ Lempira____ Parainema ____ Otros _____
- 3.2. ¿Cuáles son las variedades susceptibles a la roya cultivadas en su finca?
Típica ____ Bourbon____ Mundo Novo____ Caturra____ Catuai ____
Villa Sarchi____ Pacas _____ Otras_____,_____;_____

Factor IV. Aspectos Edáficos y Nutricionales

- 4.1. Fertiliza: Si____ No____
Si su respuesta es sí, tipo de fertilizantes que utiliza.
Orgánico al suelo____ ¿Cuál? (es) _____
g/planta____ ¿Cuántas aplicaciones al año?_____
Orgánico a la planta _____ ¿Cuál? (es) _____
ml/litro de agua____ ¿Cuántas aplicaciones al año?_____
Químico al suelo____ Cuál(es) _____
g/planta____ ¿Cuántas aplicaciones al año?_____
Químico foliar ____ Cuál(es) _____ Dosis_____
¿Cuántas aplicaciones al año?_____
qq de fertilizante/mz/aplicación _____
- 4.2. ¿ Realiza las fertilizaciones en base a un análisis de suelo?. Si ____ No____
- 4.3. ¿De cuál institución obtiene sus análisis de suelos? FHIA ____ IHCAFE ____ Otros____

Factor V. Aspectos de Manejo Agronómico de la finca

5.1 Que variedades de café existen en su finca, área y edad.

Parcela	Nombre de la parcela	Variedad	Área (mz)	Área dañada Con roya (%)	Edad (Años)	Distanciamiento (m)		Producción (qq pergamino Seco)
						Surco	Plantas	
1								
2								
3								
4								
5								

5.2.¿Cómo controla las malezas? De forma mecánica: Con machete __Cuma o pando__

Azadón ____ Otros (especifique)_____ Número de veces/año_____

De forma química:

Con herbicidas:_____ Número de veces/año _____

Cuáles: Gramoxone__ Round-up__ 2,4-D__ Gardoprim __ Otros:_____

5.3. Insectos que causan más daño a su finca?

1. Insecto _____ Control?_____
2. Insecto _____ Control?_____
3. Insecto _____ Control?_____
4. Insecto _____ Control?_____

5.4. Enfermedades que causan más daño a su finca?

1. Enfermedad_____ Control?_____
2. Enfermedad_____ Control?_____
3. Enfermedad_____ Control?_____

5.5.Conoce la Roya del café. Si ____No____

5.6.Tiene presencia de Roya en su finca. Si ____No____

5.7.Área de su finca dañada por Roya _____mz.

5.8.¿En comparación a años anteriores, observo más ataque de roya en la temporada pasada (Cosecha 2012/2013)? Sí ____ No____

5.9. Nivel de daño por roya en la Cosecha 2012/13: Bajo__ Medio __ Alto __Muy alto__

5.10. Realiza control de roya. Sí __ No__

5.11. Qué acciones realiza para reducir el daño de roya

5.12. Utiliza fungicidas para controlar roya? Sí__ No__

5.13. ¿Cuáles utiliza y qué dosis?:

Producto Dosis	No. de aplicaciones/año	cc o g/Bomba 20 lts	No de Bombas/mz	Lts o kg/ mz/aplic.	Otros

5.14. Que otras actividades realiza para reducir el daño de la roya ?

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____
 5. _____
-

Anexo2 Boleta toma de datos en el muestreo integral de las plagas del café.

PLAGAS DEL CAFETO	Estación 1				Estación 2				Estación 3				Estación 4				Estación 5				%
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Total de hojas/bandola																					
Hojas con roya																					
Hojas con antracnosis																					
Hojas con mancha de hierro																					
Hojas con mal de hilachas																					
Hojas con ojo de gallo																					
Hojas con minador																					
Picudo																					
Grillo indiano																					
Frutos brocados																					
Frutos totales																					

Anexo 3 Cuadro de porcentaje de sombra

Estaciones	% de sombra en cada punto cardinal		% de sombra total/estación	% de sombra apreciación visual
1	N			
	S			
	E			
	O			
2	N			
	S			
	E			
	O			
3	N			
	S			
	E			
	O			
4	N			
	S			
	E			
	O			
5	N			
	S			
	E			
	O			
Total				

Anexo 4 Boleta toma de datos altura, diámetro de copa, distanciamiento de siembra y porcentaje de pendiente de cada estación.

Estación	Planta	Altura (m)	Diámetro de Copa (m)	Pendiente		Orientación de surcos	distancia (m)	
				%	Orientación		surco	planta
1	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
2	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
3	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
4	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
5	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
Total								
Promedio								