



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**MONOGRAFÍA**

**DESCRIPCIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA**  
**(*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea***  
***arabica*)**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**TECNÓLOGA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**MANEJO Y CONTROL DE PLAGAS**

**AUTORA**  
**FAJARDO LOZADA YULEXY TATIANA**

**NARANJAL – ECUADOR**  
**2019**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**DESCRIPCIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA**  
**(*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea***  
***arabica*)**

**MONOGRAFÍA**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
Obtención del título de  
**TECNÓLOGA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**AUTORA**  
**FAJARDO LOZADA YULEXY TATIANA**

**TUTORA**  
**ING MONICA SANTOS CHICO. MSc.**

**NARANJAL – ECUADOR**

**2019**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**Aprobación de la tutora**

Yo, MONICA SANTOS CHICO, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutora, certifico que el presente trabajo de titulación: DESCRIPCION DEL CONTROL BIOLOGICO DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*), realizado por la estudiante FAJARDO LOZADA YULEXY TATIANA; con cédula de identidad 0942822545 de la carrera de Tecnología en Banano y Frutas Tropicales, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientada y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Mónica Santos Chico, MSc.

TUTORA

Naranjal, 9 de septiembre del 2019



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA TECNOLOGÍA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES**

**Aprobación del tribunal de sustentación**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H, Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “DESCRIPCION DEL CONTROL BIOLOGICO DE LA ROYA (*Hemileia vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*)”, realizado por la estudiante FAJARDO LOZADA YULEXY TATIANA, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

**Ing. Juan Javier Martillo, M.Sc**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Mónica Santos Chico, M.Sc**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**Ing. Pablo Vargas Guillen, M.Sc**  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Naranjal, 9 de septiembre del 2019

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre, por sus consejos, esfuerzos para brindarme lo mejor para mí en el transcurso de mi carrera. A mi hermano y a mi hermana que siempre están presentes dándome su apoyo moral. A la Universidad Agraria del Ecuador por darme la oportunidad de ser parte de ella, a los docentes ya que gracias a ellos he tenido la oportunidad de prepararme y así poder seguir adelante con mi meta.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme salud. A mis padres por estar conmigo en todo momento apoyándome y por ser mi motivo principal para llegar a cumplir mis metas.

Al PhD. Jacobo Bucaram, Rector Fundador de la Universidad Agraria del Ecuador. Además, agradezco a:

A la PhD. Martha Bucaram Levaron de Jorge, Rectora de la Universidad Agraria del Ecuador

MSc. Emma Jácome Murillo. Decana de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador.

MSc. Wilmer Pilaloe David. Coordinador del Programa Regional de Enseñanza Naranjal, por su colaboración desinteresada para la culminación de esta monografía.

A todos los catedráticos del Programa Regional de Enseñanza Naranjal, por su digna labor al brindarme sus enseñanzas, las cuales serán mi base principal para mi desenvolvimiento en el campo laboral y profesional.

### **Autorización de autoría intelectual**

Yo FAJARDO LOZADA YULEXY TATIANA, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre “DESCRIPCIÓN DEL CONTROL BIOLÓGICO DE LA ROYA (*Hemileia Vastatrix*) EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica*).” para optar el título de TECNÓLOGA EN BANANO Y FRUTAS TROPICALES, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autora me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6,8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad intelectual y su Reglamento.

---

FAJARDO LOZADA YULEXY TATIANA  
C.I: 0942822545

**Naranjal, 9 de septiembre del 2019**

## Índice general

Portada .....	1
Aprobación de la tutora .....	3
Aprobación del tribunal de sustentación.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento .....	6
Autorización de autoría intelectual .....	7
Índice general .....	8
Índice de figuras.....	11
Resumen .....	12
Abstract.....	13
1. Introducción .....	14
1.1 Importancia o caracterización del tema.....	14
1.2 Actualidad del tema .....	14
1.3 Novedad científica del tema.....	15
1.4 Justificación del tema .....	16
1.5 Objetivos .....	16
1.5.1 Objetivo general.....	16
1.5.2. Objetivos Específicos .....	17
2. Aspectos Metodológicos .....	18
2.1. Materiales .....	18
2.1.1 Recursos bibliográficos .....	18

2.1.2 Materiales y Equipos .....	18
2.1.3 Recursos humanos .....	18
2.2 Métodos .....	19
2.2.1 Modalidad y tipos de investigación .....	19
2.2.2 Tipos de métodos.....	19
2.2.3 Técnicas.....	20
2.3 Marco legal .....	21
3. Análisis y revisión de literatura .....	22
3.1 Historia de la roya en el cultivo de café .....	22
3.1.1 Variedades del cultivo de café.....	22
3.1.2 Producción del cultivo de café.....	23
3.1.3 Datos de requerimiento en el cultivo de café .....	24
3.2 Organismos empleados en el control biológico de la roya ( <i>Hemileia vastatrix</i> ), del café ( <i>Coffea arabica</i> ).....	25
3.2.1 <i>Lecanicillium lecanii</i> . .....	25
3.2.2 <i>Pseudomonas fluorescens</i> . .....	27
3.2.3 <i>Beauveria bassiana</i> .....	28
3.3 Taxonomía y ciclo biológico del agente causal de la roya del café. ....	29
3.3.1 Taxonomía. ....	29
3.3.2 Ciclo biológico .....	30
3.3.3 Morfología .....	31
3.4 Daños y sintomatologías que causa la roya del cultivo de café. ....	32
3.4.1 Daños.....	32

3.4.2 Síntomas.....	33
4. Conclusiones .....	37
5. Recomendaciones .....	39
6. Bibliografía .....	40
7. Glosario .....	48
8. Anexos.....	50

## Índice de figuras

Figura 1. Roya del café <i>Hemileia vastatrix</i> .....	50
Figura 2. Sintomatologías de la roya del café. ....	50
Figura 3. <i>Lecanicillium lecanii</i> .....	51
Figura 4. Pustulas de la roya siendo controlada por <i>Lecanicillium lecanii</i> . ....	51
Figura 5. Morfología de <i>Beauveria bassiana</i> .....	52
Figura 6. <i>Pseudomonas fluorescens</i> .....	52
Figura 7. Hongo de <i>Hemileia vastatrix</i> observado desde un microscopio.....	53
Figura 8. Nutrición del grano de café.....	53
Figura 9. Requerimientos del café.....	54

## Resumen

El presente trabajo describe la importancia de los controladores biológicos de la roya en el cultivo del café. Sobre la base de los objetivos específicos, las alternativas de control biológico para *Hemileia vastatrix* se describieron y se obtuvieron los datos correspondientes a hongos entomopatógenos como: *Lecanicillum lecanii*, *Pseudomonas fluorescens* y *Beauveria bassiana*, la taxonomía y el ciclo biológico de la roya, así como los daños y sintomatología en el cultivo del café. Esta enfermedad afecta a las plantas por medio de las caídas de las hojas infestadas por el hongo, por lo que reduce en un 50% el rendimiento y la calidad del producto. Cabe señalar que la oxidación cumple tres fases reconocibles, tales como: fase lenta donde infestan pocas hojas, fase rápida, explosivo y terminal que infectan completamente el follaje siendo más susceptibles al ataque de la roya, obteniendo como efecto negativo la descomposición del café, porque son los principales órganos de actividad fisiológica que aportan una gran cantidad de nutrientes a la planta. Además, el proceso de diseminación de la oxidación comienza en la parte inferior de las hojas, donde se observan manchas pálidas, que a lo largo del tiempo aumentan de tamaño con características de color amarillo o naranja con presencia de polvo en las hojas y frutos en el cultivo.

**Palabras claves:** Entomopatógenos, Verticilar, Saprofito, Micelio, Cutícula, Haustorio.

### Abstract

This paper describes the importance of biological controllers of rust in coffee cultivation. On the basis of the specific objectives, the biological control alternatives for *Hemileia vastatrix* were described and data corresponding to entomopathogenic fungi such as: *Lecanicillum lecanii*, *Pseudomonas fluorescens* and *Beauveria bassiana*, taxonomy and the biological cycle of rust were obtained, as well as the damages and symptoms in coffee cultivation.

This disease affects the plants by means of the falls of the leaves infested by the fungus, reason why it reduces in a 50% the yield and the quality of the product. It should be noted that oxidation meets three recognizable phases, such as: slow phase where few leaves infest, rapid, explosive and terminal phase that completely infect the foliage being more susceptible to the attack of rust, obtaining as a negative effect the decomposition of coffee, because They are the main organs of physiological activity that provide a large amount of nutrients to the plant. In addition, the oxidation dissemination process begins at the bottom of the leaves, where pale spots are observed, which over time increase in size with yellow or orange characteristics with the presence of dust on the leaves and fruits in the crop.

**Keywords:** Entomopathogens, Verticillary, Saprofito, Mycelium, Cuticle, Haustorio.

## **1. Introducción**

### **1.1 Importancia o caracterización del tema**

El café al igual que la mayoría de cultivos es atacado por diferentes plagas, entre ellos la roya que es considerada una de las enfermedades de plantas más catastróficas, convirtiéndose en una plaga de gran importancia económica.

(Vimeo, 2013) , controlar la roya es un reto que implica habilidades, muchas de ellas han sido empleadas desde los tiempos de nuestros abuelos, lo más importante es conocer el cafetal como: la variedad de café, tipo de suelo, edad de la plantación, programas de fertilización, controles químicos utilizados, hospederos del hongo y otros datos importantes, como los climáticos.

El elevado costo económico para el caficultor al comprar agro insumos que son sumamente costosos, y además del daño ecológico por la descarga masiva de fungicidas sintéticos, serían razones suficientes para adaptar un plan integral que contemple opciones de controladores biológicos.

El beneficio económico de cosechar un café sano merece cualquier esfuerzo; los caficultores deben tomar en cuenta que, para neutralizar este problema, hay que implementar un manejo integral de plagas que contemple la poda, la fertilización, el manejo de la sombra y, sobre todo, el uso alternativo de controladores biológicos y productos como por ejemplo abonos orgánicos de varios tipos.

### **1.2 Actualidad del tema**

En el Ecuador el cultivo de café actualmente es afectado por plagas que supera el umbral económico, originando pérdidas en la cosecha, por lo tanto, provocando

que el Ecuador no sea considerado como un productor de café (Pàez, 2016).

En la actualidad se conoce que la roya del café *Hemileia vastatrix*, es un hongo devastador y de gran daño para las plantaciones de cafeto principalmente provocando la caída y pérdida de sus hojas por la contaminación apoderada del hongo, donde busca a los estomas de las hojas para alimentarse, siendo una plaga de importancia económica disminuyendo la producción y rentabilidad del cultivo de café

### **1.3 Novedad científica del tema**

Un efectivo manejo de la enfermedad roya *Hemileia vastatrix* es empleando controladores biológicos como hongos o bacterias endófitas, gracias a varios métodos alternativos, ayudaría de una manera considerable a disminuir la enfermedad de la roya.

Investigadores han desarrollado un programa de mejora genética de plantones de café resistentes a la enfermedad de la roya identificando los mejores genes de las mejores plantas usando modernas herramientas biotecnológicas que viene realizando el equipo de investigadores, permitirá acortar el tiempo de obtención de nuevas variedades mejoradas hasta en la mitad. Generar una variedad mediante método convencional tardaría de 20 a 25 años, con el uso de la biotecnología podrá hacerse hasta en 12 años, con el fin de producir cultivos que, además de resistir a la enfermedad, conserven lo mejor de las cualidades del café que producen (Mansilla, 2016).

## 1.4 Justificación del tema

La Roya del Cafeto es una de las enfermedades de mayor importancia económica que afectan al café y por tanto también, se dispone de mayor referencia de estudios y trabajos realizados, entre otros en relación a su manejo y alternativas de control. Es precisamente con base de este conocimiento que se cuenta con las herramientas tecnológicas necesarias para hacer frente a la enfermedad, que han logrado todos los productores que aplican oportunamente las recomendaciones técnicas (Miranda, 2013),

No obstante, se observó ciertos aspectos de contaminación en el círculo ambiental, cuando se usa cualquier tipo de producto tóxico, las partículas de éstas quedan suspendidas en el aire y son llevadas por el viento a otras áreas, contaminando los campos. Los productos químicos son una de las causas principales de la contaminación del agua y la atmósfera siendo necesario reemplazar el uso de estos químicos por alternativas amigables al medio ambiente, mediante el control biológico.

Para la precisión de este trabajo monográfico se plantea los siguientes objetivos:

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

- Describir alternativas de control biológico de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café.

### 1.5.2. Objetivos Específicos

- Detallar los organismos empleados en el control biológico de la roya. (*Hemileia vastatrix*) del café (*Coffea arabica*).
- Mencionar la taxonomía y ciclo biológico del agente causal de la roya del café.
- Especificar los daños y sintomatología que causa la roya del cultivo de café.

- **2. Aspectos Metodológicos**

**2.1. Materiales****2.1.1 Recursos bibliográficos**

El presente trabajo de investigación se realizó analizando textos impresos y digitales citados por diversos autores en sus obras de consulta que reposan en las diferentes bibliotecas agropecuarias existentes en nuestro país, así como también la modalidad de entrevista a productores que ya lo poseen.

- Centro de Información de la Universidad Agraria del Ecuador sedes, Naranjal, Milagro y Guayaquil.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, Estación Experimental del Litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja”.
- Sitios web afines al tema investigado.
- Folletos y revistas agrícolas sobre el cultivo de banano.

**2.1.2 Materiales y Equipos**

- Textos impresos
- Computador
- Hojas A4
- Cuaderno de apuntes
- Internet
- Lápiz
- Esferos
- Diccionario

**2.1.3 Recursos humanos**

- Autor de la monografía.

- Tutor de la monografía.
- Catedráticos de la Universidad Agraria del Ecuador.
- Expertos sobre el tema.

## 2.2 Métodos

### 2.2.1 Modalidad y tipos de investigación

En las instituciones y archivos antes mencionados se recopiló sistemáticamente la información sobre: “**Descripción del control biológico de la roya (*Hemileia vastatrix*) en el cultivo de café (*Coffea arabica*)**”.

Este trabajo de investigación bibliográfica, es: no experimental, descriptivo, y explicativo.

**No experimental:** En este punto se destacan los daños y sintomatologías que ocasiona la roya en el cultivo de café disminuyendo la producción, rentabilidad y la seguridad alimentaria de los consumidores.

**Descriptivo:** La roya del café se caracteriza por ser de tamaño microscópico de forma reniforme, lisa en la cara interna y rugosa en la externa, denominadas urediniosporas, que son producidas en grandes cantidades y corresponden al polvillo amarillo o naranja que se visualiza en el envés de las hojas de café y que es muy particular de esta enfermedad. Además, perjudicial para el agricultor debido a que conlleva la pérdida de las plantaciones, frutos y con mayor afectación en toda la producción.

**Explicativo:** Se comprende que la humedad es el principal factor que influye en la diseminación o dispersión de las esporas del hongo bajo condiciones climáticas favorables de 21 a 25°C.

### 2.2.2 Tipos de métodos

Para analizar los conceptos se utilizó los siguientes métodos:

### **2.2.2.1 Método Deductivo**

Se recopiló los datos que han sido validados anteriormente por diferentes fuentes legítimas, dando así pasó, a una nueva conclusión o posibles nuevas presunciones que podrían generar más soporte en el tema tratado.

### **2.2.2.2. Método de Análisis – Síntesis.**

Describe el presente estudio de investigación bibliográfica, recopilando la información a través de la observación, exponiendo la temática en general del objeto de estudio, por esto es importante la utilización de consultas en libros, revistas, páginas web y fuentes de información confiables, teniendo como finalidad el aporte de nueva inquisición para la sociedad en lo que vendría siendo sobre el tema. Descripción Del Control Biológico de la roya (*Hemileia vastatrix*), en el cultivo de café (*Coffea arabica*).

### **2.2.3 Técnicas**

Se utilizó la técnica de investigación bibliográfica, permitiendo la recopilación, el análisis, donde se fundamenta y complementa la investigación con las teorías de diferentes autores.

La observación de forma física, pertenece a los métodos tradicionales de obtención de información, permitiéndonos conocer las circunstancias de manera objetiva y la percepción directa del tema en cuestión, así como los procedimientos, procesos y otros.

- Observación
- Encuestas
- Entrevistas

### 2.3 Marco legal

El presente trabajo se relaciona con los artículos 14 y 15 de la Asamblea Constituyente.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la 25 soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (Ecuador, 2014)

### **3. Análisis y revisión de literatura**

#### **3.1 Historia de la roya en el cultivo de café**

Entendemos que la roya es una enfermedad que es ocasionada por el hongo *Hemileia Vastatrix* y está relacionada por el mal manejo del cultivo, en lo principal por la falta de uso de fertilizantes, como lo indica (PROMECAFE, 2016): “La Roya empezó a aparecer desde el año 1976, siendo la mayor afectación en el 2012. Afecta hojas maduras, y cuando el ataque es severo puede también infectar hojas jóvenes”. Como se puede entender esta enfermedad debilita a la planta, haciéndolas más expensas a los ataques, es por esto que es necesario el uso de los respectivos funguicidas, para tener un cultivo sano.

Con la amenaza constante de la roya del café, ha provocado que los principales países productores, tomen medidas de protección, como tenemos la creación y distribución de variedades de café que tengan un alto nivel de tolerancia, como lo define (Giuffra, 2015):“La roya del café es la más severa enfermedad del cultivo del café desde que fue reportada en 1869, es considerada una de las enfermedades de plantas más catastróficas de toda la historia”. Es por esto que se considera a la roya del café como el principal problema patológico de este cultivo, ya que el hongo ataca a las hojas sin importar cuál sea la edad, estas lesiones se manifiestan como manchas redondas en la parte inferior, recubiertas por un polvo color amarillento o naranja.

##### **3.1.1 Variedades del cultivo de café**

Una parte muy importante en la producción de un café de calidad es de lograr elegir las variedades adecuadas según el terreno, ya que tenemos una variedad dentro de este campo por lo cual se hace necesario la respectiva elección, como lo especifica (Cumbal, 2017):“Los granos de café conforman la materia prima de esta

bebida culta de nuestra sociedad, que se recogen de un arbusto denominado cafeto localizado especialmente en Yemen y Etiopía”. Como entendemos dentro de las variedades de cacao existentes tenemos, donde encontramos café Arábigo, Robusta, Liberica y Excelsa, donde el Arábigo conquista el mercado cafetero con casi el 80% de la producción mundial, considerado como el rey de las tazas de café.

La genética tendría que ser considerado como uno de los factores más importantes al momento de seleccionar el tipo de café, así lo indica (Saldiva, 2018):“Cada tipo de café tiene características diferentes, incluyendo el sabor, la resistencia a las plagas, el rendimiento, entre otras. Pero estas diferentes genéticas deberían ser solo uno de los factores a considerar en la elección de una variedad”. Otro de los factores importantes para la selección de la variedad de café es el presupuesto, ya que hay variedades que deben ser fertilizadas de cinco a seis veces por año, causando una inversión considerable.

### **3.1.2 Producción del cultivo de café**

Según la variedad de ecosistemas y climas en los diferentes países, permiten que el café se cultive en diferentes lugares, como en el Ecuador se lo puede hacer en la Costa, Sierra y Oriente, como lo indica (Agrotendencia, 2018):“Hoy día el café. El producto de la infusión de los granos tostados del cafeto solo es superado en consumo por el agua. Lo que lo convierte no solamente en el fruto más comercializado de la historia de la humanidad”. Podemos decir que el café según varias fuentes posee grandes implicaciones sociales, en primer lugar, tiene un gran valor simbólico a través de la historia de los seres humanos, para muchas personas tomar una taza de café por la mañana es una costumbre personal.

Como sabemos hay diferentes países que se dedican a la siembra y exportación del café, lo cual muchos consideran que es un mercado competitivo, pero hay que

tomar en consideración factores que pueden ser importantes para la respectiva comercialización del mismo, como lo define (Fernandez, 2017): “El caficultor reconoce que aún es difícil competir con grandes mercados como Brasil, Perú y Colombia, que han entrado a una caficultura a gran escala, sin embargo subraya que se deben aprovechar las ventajas de contar con diferentes pisos”. Esto quiere decir que nos permite producir cafés especiales, los mismos que son los que mejor se cotizan dentro del mercado mundial, haciendo esto un factor destacable dentro de este mercado competitivo.

### **3.1.3 Datos de requerimiento en el cultivo de café**

Dentro de los requerimientos nutricionales del café, comprenden todos los nutrientes que necesita esta planta para poder alcanzar su respectivo crecimiento y desarrollo en cada ciclo de cultivo, como lo define (Parra, 2016): “La fertilización es indispensable en el cultivo de café y cualquier otro tipo de cultivo que se desee desarrollar, sin esta las plantas no pueden alcanzar el desarrollo necesario y hasta pueden morir”. Como se puede entender la fertilización es un punto muy importante con respecto a la producción del café es por esto que se recomienda elaborar un plan de fertilización donde se base en los requerimientos nutricionales de la planta y en el análisis químico del suelo, de igual manera se recomienda complementar la nutrición en el cultivo con la adición de materias orgánicas.

Dentro de los requerimientos para el cultivo del café también encontramos al suelo, el cual es un elemento muy importante para el correcto desarrollo de la planta, es por esto que se debe tener en consideración varios factores, como lo indica (Ramirez, 2014) “El mejor café se produce en suelos drenados y ventilados, con buen nivel nutricional y alto contenido orgánico”. Se puede decir la estructura

del suelo tienen que dar paso al desarrollo de una zona radicular grande para que la planta pueda tener acceso al agua durante la temporada seca.

### **3.2 Organismos empleados en el control biológico de la roya (*Hemileia vastatrix*), del café (*Coffea arabica*).**

Según (FAO, 2015) , los organismos empleados en el control biológico son:

#### **3.2.1 *Lecanicillium lecanii*.**

Hongo entomopatògeno empleado en el control natural, con la capacidad de provocar en el insecto la pérdida de sensibilidad, incoordinación de movimientos, obstrucción de los conductos respiratorios, obstaculizando los órganos y por ende la muerte completa del insecto. Este hongo se fija en la cutícula, perforándola con la ayuda de enzimas que alteran el tejido, provocando como efecto favorable la fácil penetración de la espora. Además, se caracteriza por ejercer control en insectos con aparatos bucales chupador y raspador entre ellos: trips, pulgones, mosca blanca etc. También como preferencia de hospedante en plagas de: café, banano, aguacate, maíz, cítricos y una gran diversidad entre otros cultivos. Las dosis de aplicación encomendadas están entre 2 a 3 por hectárea según la densidad de población existente. (Greenimportsol, s,f).

La especialidad de *Lecanicillium*, es que están destinados, como agente de control natural de tipo roya, ejerciendo efecto parasitante sobre el huésped, donde en entrar en relación con el insecto se extiende dentro del cuerpo produciendo toxinas, ocasionando la muerte por la aparición de una espora blanquecina que lo cubre completamente. (AGROBIOTICOS, 2010).

### 3.2.1.1 Taxonomía

Según (Vargas, 2017) , la taxonomía de ***Lecanicillium lecanii*** es:

Reino:	Fungí
División:	Asmycota
Subdivisión:	Ascomycotina
Clase:	Sordariomycetes
Orden:	Hypocreales
Género:	<b><i>Lecanicillium</i></b>
Especie:	<b><i>L.lecanii</i></b>

### 3.2.1.2 Reproducción

***Lecanicillium lecanii***, se caracteriza por tener la capacidad de reproducirse asexualmente a través de esporas denominadas conidias, localizadas en las partes laterales de los conidióforos, donde con fiálides se fijan de forma verticilar en el micelio. Además, se diseminan por diversos factores naturales entre ellos: viento, agua o lluvias, donde se ha logrado el desarrollo saprofita del hongo perteneciente a la clase Deuteromycetes (Prieto A; et al, 1998).

### 3.2.1.3 Mecanismos de acción

Este hongo entomopatógeno actúa sobre el cuerpo de los insectos a través del micelio, secretando una toxina denominada ciclo Depsipeptido bassianolide, donde infecta mediante una espora pegajosa, cuando entran en relación con el insecto, invaden los órganos internos consumiéndolo por completo ocasionando como efecto favorable la muerte del huésped (Padilla, 2017).

### 3.2.2 *Pseudomonas fluorescens*.

Agente empleado con el objetivo de remediar un medio ambiente alterado por contaminantes, a su condición natural a través del control biológico. Este se clasifica como bacteria de crecimiento, por controlar patógenos en las plantas por medio de sustancias, que incrementan la resistencia procedente de ellas, obteniendo efectos favorables como la aportación de nitrógeno, incrementando la zona radicular (Peres Z; et al, 2015).

#### 3.2.2.1 *Taxonomía*

Según (Perez, 2015), la taxonomía de *Pseudomonas fluorescens* es:

Reino:	Bacteria
Filo:	Proteobacteria: Gammaproteobacteria
Orden:	Pseudomonadales
Familia:	Pseudomonadaceae
Género:	<b><i>Pseudomonas</i></b>
Especie:	<b><i>Pseudomonas fluorescens Migula</i></b>

#### 3.2.2.2 *Modo de acción*

Este hongo se puede diseminar por medio de diferentes elementos que influyen como el aire, agua, cumpliendo un ciclo de incubación entre 24 a 72 horas para su emergencia (Microbitos, 2015).

También posee la capacidad de reducir la infestación por patógenos mediante la creación de sideróforos, empleando una gran cantidad de sustancias en su metabolismo. Además, se considera que la inoculación de esta bacteria reduciría

la utilización de agroquímicos empleados en la agricultura, debido a que es una bacteria heterótrofa (Perotti R; et al, 2005).

### 3.2.3 *Beauveria bassiana*

Se constituye por ocasionar enfermedades en insectos patógenos que afectan a diversos cultivos, disminuyendo la población de manera natural. Se encuentran en el suelo, utilizados como bioinsecticidas controladores de plagas y enfermedades (Ecured, s,f).

Se constituye por ocasionar esporas como insecticida que se mezclan y se aplican en el insecto. Donde entran en contacto y germinan creando un tubo germinativo, en la cual crea compuestos capaces de perforar la quitina, entrando en el interior del huésped desarrollándose con prisa. Normalmente infectan todos los estadios del hospedante como huevo, larva, pupa y adulto cubriendo totalmente el cuerpo entre 12 y 15 días con un halo blanquecino ocasionando que el insecto sucumba. Cabe recalcar que no infestan a otros controladores biológicos debido a que son compatibles con insecticidas y abono foliares (Terralia, s,f).

#### 3.2.3.1 *Taxonomía.*

Según (Damas, 2012) , la taxonomía de *Beauveria bassiana* es:

Reino:	Fungi
Sub-reino:	Dikarya
Filum:	Ascomycota
Sub-filum:	Pezizomycotina
Clase:	Sordariomycetes

Sub-clase:	Hypocreomycetidae
Orden:	Hypocreales
Familia:	Cordycipitaceae
Género:	<b><i>Beauveria</i></b>
Especie:	<b><i>bassiana</i></b>

### **3.2.3.2 Mecanismos de acción**

Las esporas de ***Beauveria bassiana*** tiene como objetivo, germinar en la piel del insecto, a través de acción física y enzimática atravesando la cavidad corporal, donde por ende el hongo se prolifera en los órganos internos, creando desbalances funcionales, como convulsiones, parálisis, incoordinación de movimientos, deja de alimentarse, y finalmente muere. El tiempo estimado para eliminar al insecto es de 72 horas, pero varia, según la cantidad de esporas que se coloquen en él, o dependiendo de la temperatura y fisiología del huésped (Dulce, 2011).

## **3.3 Taxonomía y ciclo biológico del agente causal de la roya del café.**

### **3.3.1 Taxonomía.**

Según (Hernández, 2017) , la taxonomía de la roya (***Hemileia vastatrix***) es:

Phylum:	Basidiomycota
Clase:	Pucciniomycetes
Orden:	Pucciniales
Familia:	Mikronegeriaceae
Género:	<b><i>Hemileia</i></b>

Especie: ***vastatrix***

### **3.3.2 Ciclo biológico**

#### **3.3.2.1 Diseminación**

En esta etapa la diseminación se efectúa a través de uredosporas, estas poseen un tamaño de 30 mm de largo y 20 mm de ancho, donde en grandes densidades de población, crean un polvillo amarillo localizado en el envés de las hojas del café. Además, se clasifican en tres fases entre ellas liberación, donde la uredospora se despega de la lesión, dispersión y otra que se encarga de depositar la espora e infestar en una hoja nueva de la planta (Acuña, 2014)

#### **3.3.2.2 Germinación**

En este ciclo la roya es depositada en el envés de la hoja emitiendo cuatro tubos germinativos, cumpliendo un lapso de 6 a 12 horas. Además, el hongo requiere de condiciones climáticas como agua, luminosidad y temperaturas de 28°C para multiplicarse. Extrayendo los nutrientes para su desarrollo, y como efecto la aparición de los síntomas en las hojas de la planta. Por lo tanto, se caracteriza por estar expuesta entre 21 a 24 días al sol y entre 18 a 22 días bajo sombra (Serna C; et al, 2011).

#### **3.3.2.3 Penetración**

La incrustación del hongo se genera a través de las estomas bien desarrolladas, donde las hojas jóvenes son más receptivas a las hojas adultas. Cabe recalcar que la cantidad de heridas en la inoculación disminuye en el follaje más viejo. Además, una gran densidad de luz previamente a la depositación, y fructificación de la planta, eleva los daños frente al cultivo (Avelino J; et al, 2013).

#### **3.3.2.4 Colonización**

El desarrollo del hongo es un proceso que se inicia de una manera natural por la infección mediante las hifas que ingresan y se desarrollan en las hojas, donde germina causando como primer síntomas lesiones amarillentas y por otra parte el de incubación, proceso que se lo considera de poca importancia epidemiológico debido a que no se ha producido alguna presencia o actividad infecciosa. (Astorga C; et al, 2015)

#### **3.3.2.5 Esporulación**

El proceso de esporulación cumple un ciclo de 10 a 14 días hasta desarrollarse una nueva uredinia y se formen nuevas urediniosporas. Los daños por la esporulación aumentan de tamaño en el transcurso de 2 a 3 semanas, por ende, las lesiones producirán 6 ciclos de esporas diseminándose 300.000 esporas en 5 meses. Por lo tanto, los procesos de infestación permanecen de acuerdo a los factores climáticos favorables, donde la densidad de población del hongo aumenta en grandes cantidades (Arneson, P., 2011).

#### **3.3.3 Morfología**

Las esporas de la roya son de tamaño microscópico de 30mm de largo y 20 mm de ancho, llamadas urediniosporas que se dispersan en altas cantidades, produciendo un polvillo amarillo o naranja, color caracterizado de esta enfermedad, observado en el envés de las hojas. Considerada una de la plaga responsable de las grandes pérdidas en calidad, producción y rentabilidad del cultivo de café (Gomez, 2015).

### **3.4 Daños y sintomatologías que causa la roya del cultivo de café.**

#### **3.4.1 Daños.**

Los daños en los cafetos se deben al ataque intensivo de *Hemileia vastatrix* cuya plaga responsable de lesiones en las hojas y frutos del cultivo de café. Las causas inician con la dispersión de esporas quienes son los aparatos reproductivos del hongo, estos pueden permanecer años en este estado. Donde en el lapso de 3 a 12 horas surgen, para ello necesitan de un tubo germinativo que va recorriendo sobre la gota de agua hasta encontrar en el envés de la hoja una estoma accesible. Donde a través de los espacios intercelulares rápidamente se comienza a desarrollar apareciendo unos órganos llamados haustorios, en la cual se alimentan del tejido de la hoja. Cumpliendo un ciclo de 10 a 15 días se puede observar manchas amarillas tornándose de color café a medida que se va degradando el tejido (Osorio, 2014).

Además, para la diseminación se requiere de diversos factores climáticos tales como; agua, temperatura que oscile entre el 25°C y condiciones de oscuridad óptimas. También en la germinación cumple un ciclo de 5 a 8 horas, una vez que el hongo ha germinado atraviesa las hojas mediante las estomas (SENASICA, 2016)

Cabe recalcar que las hojas más afectadas por la roya son las más jóvenes entre 10 a 30 % de su tejido dejando de ser funcionales causando, de inmediato el decaimiento del cafeto, debido que son ellas quienes inician con el proceso de fotosíntesis, respiración y transpiración, aportando nutrientes en la planta. El hongo origina etileno, ocasionando el envejecimiento, caída prematura de las

hojas, frutos mal desarrollados y por ende grandes pérdidas económicas siendo un problema grave para el agricultor (Boadella, s,f).

***Hemileia vastatrix*** necesita condiciones particulares para parasitar las hojas de la planta de café. En especial, requiere de la lluvia para iniciar su ciclo de esparcimiento entre hojas y entre plantas, así como de la presencia de una capa de agua en el envés de las hojas para germinar, todo esto acompañado de temperaturas entre 16 y 18°C y en condiciones de baja intensidad luminosa (Fundesyram, 2014)

### 3.4.2 Síntomas

Esta enfermedad infesta hojas lo cual reduce el rendimiento o ratiun en un 50 % debido a que mayor cantidad de hojas enfermas mayor es el impacto de la producción. Esta epidemia presenta tres fases identificables denominadas fase rápida, fase lenta y terminal donde cada una de ellas actúan sobre las plantas ocasionando lesiones graves hasta poblarla por completo. Los efectos pertenecen a lesiones cloróticas en las partes de las hojas debido a que se acumula más agua en los bordes y por ende tienden a diseminarse obteniendo más presencia de esporas en el cultivo (Croplife, s,f).

En el momento que se desarrolla en los momentos que el hongo se desarrolla en la plantación, aparecen una gran cantidad de pústulas en la cara inferior de las hojas, con manchas de color amarillo pálido, que posteriormente forman un polvo anaranjado correspondiente a las uredósporas del hongo. La infección provoca una alta defoliación de la planta, que en ocasiones puede comprender la totalidad de las hojas de la planta, debilitándola y reduciendo la producción en forma considerable y a veces completamente (Cordero, 2017)

Las hojas presentan en su envés pequeñas pústulas o bultitos con coloraciones que pueden ser naranjas, amarillas, marrones, negruzcas o blanquecinas. Sin embargo, habitualmente son rojizos, razón por la que esta enfermedad tiene este nombre.

En el haz de las hojas muestran manchas decoloradas, donde van adquiriendo un color más oscuro a medida que continua la enfermedad hasta ponerse completamente negras en el último estado, las hojas más atacadas se secan y caen, causando una defoliación completa, como efecto consecuente la debilitación y muerte de la misma (Matabi, 2015).

La aparición del brote inicio en el año 2012 siendo un problema grave para los caficultores donde más de 1.3 millones de agricultores depende del cultivo, para satisfacer sus necesidades humanas. Los efectos originados por la roya en el 2013 y 2015 afecto la calidad de la producción y rendimientos del café disminuyendo las oportunidades laborales e ingresos para los pequeños productores de este rubro monetario como lo es el café (Promecafe, 2016).

Las variaciones climáticas pueden causar variaciones en la multiplicación de plagas. Como temperaturas que oscilen entre los 17° y 27 °C y una mayor cantidad de horas donde se mantenga la humedad en la hoja del cafeto, son factores esenciales que permiten que el patógeno *Hemileia vastatrix* pueda completar sus ciclo biológicos de germinación, colonización y formación de sus aparatos reproductivos y diseminación en un corto período, propiciando con ello el desarrollo de epifitias no esperadas (Chaves, 2011)

Los factores que favorecen la germinación de la roya oscila a temperaturas entre el 22°C, humedad relativa del 80%, presencia de sombra, alta fructificación,

altitudes inferiores a 1500 msnm, suelos con mal drenaje, cambios bruscos en el ambiente lo cual, ha desmotivado a los caficultores a realizar inversiones para el combate de la roya (Scan, 2015)

Si la infección es fuerte, en los estados iniciales la superficie entera de la hoja puede estar manchada por áreas pequeñas, expuestas de diferentes maneras. Aun cuando haya unas pocas infecciones estas pueden expandirse si la hoja sobrevive suficiente tiempo, hasta que gran parte de la hoja muere. Cuando hay áreas grandes de la hoja infectadas por la enfermedad, las áreas adyacentes, no atacadas, también pueden secarse y sucumbir. Afectando por frecuencia la hoja entera puede caerse en edades tempranas (Rayner, 1972).

Las lesiones comúnmente pueden ser limitadas por la nervadura principal y con menos frecuencias 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 del hongo (Aguilera, 2013).

La roya del café no solo ha reducido la producción del grano y sus ingresos económicos, sino que también está impactando en la seguridad alimenticia en familias de bajos recursos que dependen de este cultivo, advirtió en un estudio la organización humanitaria internacional Oxfam (Panama, 2014).

Según investigaciones técnicas *Hemileia vastatrix* es un hongo que existe en el cultivo de café desde hace años. Siendo los factores ambientales como el cambio climático como la sequía, lluvia, entre otros fenómenos se dispersó la roya que estaba aún nivel controlable. Todo esto crea que las plantas sean

menos resistentes y el hongo pueda multiplicarse fácilmente en los cafetales ocasionando graves daños en las plantaciones (Cafenica, 2013).

#### 4. Conclusiones

Los organismos para el control de enfermedades por la influencia que ellos ejercen sobre el desarrollo del hongo causal, y que han sido verificados como parte de los resultados de diferentes trabajos de investigación consultados, teniendo las clasificaciones taxonómicas de los tres organismos controladores hallados en las referencias citadas, por tanto, se concluye que ***Lecanicillium lecanii***, ***Pseudomonas fluorescens*** y ***Beauveria bassiana***, son los principales agentes de control.

El ciclo biológico del hongo ***Hemileia vastatrix*** de la roya transcurre en los procesos de disseminación, germinación, penetración, colonización, esporulación., el mismo que se inicia con la presencia de uredòsporas, que se disseminan a través del envés de las hojas, iniciando el proceso infeccioso, al germinar presentando los tubos germinativos, los cuales al contar con las condiciones fisiológicas y ambientales necesarias, continúan su desarrollo, procediendo a la correspondiente inserción dentro del sistema foliar para colonizar y consecuentemente desarrollarse, siguiendo su ciclo mediante nuevas esporulaciones, las cuáles aseguran la continuidad de la infección dentro del sistema vegetal afectado.

Referente a la especificación de los daños y la sintomatología ocasionados por la roya, los cuáles inician con la aparición de manchas amarillas en el envés de las hojas, por efecto de diferentes factores que influyen tanto en la sobrevivencia del hongo, como en su multiplicación, tales como el exceso de humedad, altas temperatura, suelos con mal drenaje etc. Como efecto consecuente la caída prematura de las hojas, debido a que son ellas el elemento fundamental para el proceso de fotosíntesis, respiración, transpiración aportando los nutrientes que

necesita la planta para desarrollarse y la consecuente baja producción y eliminación, por lo que se concluye que es de vital importancia el manejo del cultivo en cada una de sus fases desde la selección de suelos, sistema y frecuencia de riegos, manejo de la fertilización, así como realizar las labores a tiempo y considerando siempre el manejo de BPA.

## 5. Recomendaciones

Debido a la problemática actual tanto por los efectos de la variabilidad climática que influye en el normal desarrollo de las condiciones de cultivo, así como la necesidad de emplear un sistema de trabajo acorde a la conservación, tendiente al equilibrio del ecosistema y que favorezca las condiciones fitosanitarias del cultivo, por tanto dejar el uso de agro tóxicos que va de la mano con la recomendación de controladores biológicos en su lugar, los cuales cumplen con las expectativas tanto de control como de conservación ambiental.

Analizar e investigar las condiciones climáticas favorables en la diseminación del hongo y respecto a la aplicación de labores culturales preventivas, para así no tener un alto porcentaje de infección en el momento del control de esta enfermedad.

Se recomienda emplear controladores biológicos para disminuir los niveles de infección causado por el hongo de *Hemileia vastatrix* en los cafetales, con el objetivo de descartar el uso de agroquímicos que contaminan el medio ambiente y la biodiversidad de especies benéficas en el ecosistema, llevando además a efecto la idea de realizar nuevos estudios e investigaciones referentes a los periodos de incubación, como de latencia, y todo lo referente al desarrollo del agente causal, puesto que se han realizado observaciones , debidas probablemente a los cambios en los aspectos climatológicos, la enfermedad se aprecia más agresiva, requiriéndose estudiar los ciclos consecutivos de la misma, para así lograr actualizar la información.

## 6. Bibliografía

- Acuña, R. (2014). *Análisis de las condiciones de manejo que propiciaron el impacto de la roya (Hemileia vastatrix) en la zona cafetalera de los municipios de Jinotega, el Tuma-La Dalia y San Ramón, Nicaragua*. Turrialba- Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza escuela de posgrado.
- Agrobanco. (2012). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de café*. Villavirgen-Peru: Financiamiento asistencia técnica y capacitación.
- AGROBIOTICOS. (2010). *Lecanicillium lecanii*. Obtenido de *Lecanicillium lecanii*: <http://agrobioticos.com/productos/insecticidas/lecanicillium-lecanii/>
- Agrotendencia. (2018, 11 22). *El cultivo del café*. Retrieved from <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-de-cafe/>
- Aguilera, O. (2013). *Descripción de las principales plagas insectívoras y enfermedades en café, Coffea arabica y forma de control*. Trujillo-Peru: Universidad nacional de Trujillo.
- Arneson, P. (2011). *Roya del café*. Guayaquil-Ecuador: Universidad católica del Ecuador.
- Arnold, S. (2006). *Archivo:Mac's killing cancer cell.jpg*. Obtenido de *Archivo:Mac's killing cancer cell.jpg*: [https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mac's\\_killing\\_cancer\\_cell.jpg](https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mac's_killing_cancer_cell.jpg)
- Astorga C; et al. (2015). Prevención y control de la roya del café. *CATIE* ISBN: 978-9977-57-655-8, 19-23.

Avelino J; et al. (03 de Diciembre de 2013). *La roya anaranjada del cafeto* . Obtenido de La roya anaranjada del cafeto : [https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036/file/LA\\_ROYA\\_ANARANJADA\\_DEL\\_CAFETO\\_V1.pdf](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01071036/file/LA_ROYA_ANARANJADA_DEL_CAFETO_V1.pdf)

Boadella, A. (s,f). *Descripción botánica de la roya del café*. Obtenido de Descripción botánica de la roya del café: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3538>

Cafenica. (2013). *Impacto de la roya y crisis de la caficultura en las familias de pequeños/as productores/as de café en nicaragua*. Obtenido de Impacto de la roya y crisis de la caficultura en las familias de pequeños/as productores/as de café en nicaragua: [http://resiliencia cafe.com/media/filer\\_public/f7/8f/f78f8f1a-52df-4d58-9e00-0653a77f923d/leaf\\_rust\\_findings.pdf](http://resiliencia cafe.com/media/filer_public/f7/8f/f78f8f1a-52df-4d58-9e00-0653a77f923d/leaf_rust_findings.pdf)

Cenicafe. (2011). *Cultivemos café / Manejo Integrado del Cultivo*. Obtenido de Cultivemos café / Manejo Integrado del Cultivo: [https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos\\_cafe/enfermedades/P2](https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/enfermedades/P2)

Chacon, J. (s,f). *Beauveria bassiana: características, taxonomía, morfología, ciclo de vida*. Obtenido de Beauveria bassiana: características, taxonomía, morfología, ciclo de vida: <https://www.lifeder.com/author/jose-yvanosky-vazquez-chacon/>

Chaves. (2011). *Roya del cafeto*. Obtenido de Roya del cafeto: <http://www.mag.go.cr/informacion/prog-nac-cafe-inf-sobre-roya.pdf>

- Cordero, G. (2017). *Eficiencia de control de la roya del cafeto (hemileia vastatrix berk. & br.) con triazoles y estrobilurinas en el rosario de narajo costa rica*. San carlos-Costa rica: Instituto tecnológico de costa rica.
- Croplife. (s,f). *Roya del cafeto*. Obtenido de *Roya del cafeto*: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-del-cafeto>
- Croplife. (s,f). *Roya del cafeto*. Obtenido de *Roya del cafeto*: <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-del-cafeto>
- Cumbal. (2017, 03 23). . Retrieved from : <https://www.cafescumbal.com/cuantas-variedades-cafe-mundo/>
- Damas, G. (2012). *Aislamiento y efectividad de beauveria bassiana villemín para el control biológico de la cucaracha urbana periplaneta americana I*. San Nicolás de Los Garza-México: Universidad autónoma de nueva león.
- Dulce, A. (26 de Noviembre de 2011). *Beauveria bassiana*. Obtenido de *Beauveria bassiana*: <http://beauveriabassiana.blogspot.com/2011/11/como-actua-beauveria-bassiana-sobre-las.html>
- Ecuador. (2013). *Plan nacional del buen vivir*. Quito: Senplades.
- Ecuador. (2014). *Asamblea Constituyente*. Quito: Senplades.
- Ecured. (s,f). *Beauveria bassiana*. Obtenido de *Beauveria bassiana*: [https://www.ecured.cu/Beauveria\\_bassiana](https://www.ecured.cu/Beauveria_bassiana)
- Ecured. (s,f). *Verticillium Lecanii*. Obtenido de *Verticillium Lecanii*: [https://www.ecured.cu/Verticillium\\_Lecanii](https://www.ecured.cu/Verticillium_Lecanii)

FAO. (2015). Manejo agroecológico de plagas y enfermedades del café. *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura ciudad de panamá ISBN 978-92-5-308966-6, 26-30.*

Fernandez, F. (2017, 05 23). *Cafe Robusta*. Retrieved from Estacion experimental central de la amazonia: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4788/7/iniapeecaga008.pdf>  
Cafe Robusta

Fundesyram. (05 de Agosto de 2014). *Aspectos epidemiológicos de la roya del café*. Obtenido de Aspectos epidemiológicos de la roya del café: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=3557>

Giuffra. (2015, 01 30). *Historia de la Roya en Brasil*. Retrieved from <https://agiuffra.com/?p=772>

Gomez, D. (2015). *Evaluación de accesorios para la aplicación de fungicidas en el control de roya del café (hemileia vastatrix)*. Jutiapa-Guatemala: Universidad rafael landívar.

Greenimportsol. (s,f). *Lecanicillium Lecanii*. Obtenido de Lecanicillium Lecanii: <http://www.greenimportsol.com/producto/lecanicillium-lecanii-lecanicillium-lecanii-green/>

Hernández, D. (2017). *Caracterización molecular de roya (Hemileia vastatrix) en plantas de café en Ángel Albino Corzo, Chiapas*. Chiapas-Peru: Universidad de ciencias y artes de chiapas.

Mansilla, R. (15 de Noviembre de 2016). *Con biotecnología científicos peruanos combaten la roya amarilla del café*. Obtenido de Con biotecnología científicos

peruanos combaten la roya amarilla del café:  
<http://cienciactiva.gob.pe/ciencia-al-dia/con-biotecnologia-cientificos-peruanos-combaten-la-roya-amarilla-del-cafe>

Matabi. (11 de Marzo de 2015). *Roya. síntomas y formas de control*. Obtenido de  
 Roya. síntomas y formas de control:  
<https://www.goizper.com/blogmatabi/elaliadoparatuhuertoyjardin/roya-sintomas-formas-control/>

Microbitos. (28 de Abril de 2015). *Pseudomonas aeruginosa, P. putida, P. fluorescens; Morfología, medios de cultivo, enfermedades y más*. Obtenido de  
 Pseudomonas aeruginosa, P. putida, P. fluorescens; Morfología, medios de cultivo, enfermedades y más.:  
<http://microbitosblog.com/2015/04/28/pseudomonas-aeruginosa-p-putida-p-fluorescens-morfologia-medios-de-cultivo-enfermedades-y-mas/>

Miranda, I. M. (04 de 2013). *INSTITUTO DEL CAFE DE COSTA RICA*. Obtenido de  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11452e/A11452e.pdf>

Osorio, G. (2014). *Evaluación del impacto provocado por la roya del café hemileia vastatrix, en el municipio de olopa universidad de san carlos de guatemala*.  
 Chiquimula-Guatemala: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Padilla, V. (2017). *Evaluación de dos productos y tres dosis de verticillium lecanii (verticillium lecanii) para el control de mosca blanca (bemisia tabaci) en tomate hotícola (lycopersicum esculentum)*". Cevallos-Ecuador: Universidad tecnica de ambato.

- Pàez, E. (2016). *micro economía de la demanda del café en ecuador*. Quito-Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas.
- Panama. (02 de Febrero de 2014). *Efectos de la roya del café*. Obtenido de Efectos de la roya del café: <https://www.panamaamerica.com.pa/economia/efectos-de-la-roya-del-cafe-2957>
- Parra, Y. (2016, 11 29). *La fertilizacion, deficiencias de nutrientes en el cultivo de cafe y mas*. Retrieved from <https://agronomaster.com/cultivo-de-cafe/>
- Peres Z; et al. (2015). *Pseudomonas fluorescens Migula, control biológico o patógeno*. *Revista de proteccion vegetal ISSN 2224-4697*, 30, 1-3.
- Perez, S. (2015). *Pseudomonas fluorescens Migula, ¿control biológico o patógeno?* *Proteccion vegetal ISSN: 2224-4697*, 30, 225-234.
- Perotti R; et al. (2005). *Supervivencia de Pseudomonas fluorescens en suelos con diferente contenido de materia orgánica*. *Revista argentina de microbiologia ISSN 1851-7617*, 1-2.
- Prieto A; et al. (1998). *Evaluacion del entomopatogeno verticillium lecanii (zimm) viega5 en el control de la escama blanda philephedra tuberculosa nakahara & gill en guanabana (anona muricata l.)\**. *Agronomia colombiana ISSN 2357-3732*, 15(2.3), 106-111.
- Promecafe. (14 de Mayo de 2016). *El impacto de la roya de café en el sector cafetalero de América Central*. Obtenido de El impacto de la roya de café en el sector cafetalero de América Central: <http://fews.net/sites/default/files/documents/reports/AMERICA%20CENTRAL%20Informe%20Especial%20-%20sector%20cafetalero%20-%202016.pdf>

PROMECAFE. (12 de 05 de 2016). *Fews Net*. Obtenido de <http://fews.net/sites/default/files/documents/reports/AMERICA%20CENTRAL%20Informe%20Especial%20-%20sector%20cafetalero%20-%202016.pdf>

Ramirez, B. V. (2014, 12 17). *Criterios para definir la densidad maxima de siembra en cafe*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/272088543\\_Criterios\\_para\\_definir\\_la\\_densidad\\_maxima\\_de\\_siembra\\_en\\_cafe](https://www.researchgate.net/publication/272088543_Criterios_para_definir_la_densidad_maxima_de_siembra_en_cafe)

Rayner. (1972). *Micologia historia y biologia de la roya del cafeto*. Turrialba-Costa Rica: Instituto interamericano de ciencias agricolas de la O.E.A.

Saldiva, I. P. (2018, 08 12). *El cultivo de cafe*. Retrieved from *Coffee arabica Linn y Coffea* : <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/94831/Cultivo+del+Caf%E9+2018.pdf;jsessionid=DDBA3245C1D300572D92A6C803BA2B9C?sequence=2>

Scan. (06 de Junio de 2015). *La roya del café “un enemigo silencioso que lo puede dejar en la ruina”*. Obtenido de *La roya del café “un enemigo silencioso que lo puede dejar en la ruina”* : <https://www.sustainabilityxchange.info/filesagri/BPA-3.-La-Roya-del-Caf%C3%A9-20150914.pdf>

SENASICA. (2016). *Roya del cafeto . Dirección General de Sanidad Vegetal ISBN: 978-607-715-150-0, 4-5.*

Serna C; et al. (2011). *La roya de cafeto en colombia, impacto manejo y costo de control. CENICAFE ISSN 0120 - 047, 8-10.*

Terralia. (s,f). *Beauberia bassiana*. Obtenido de *Beauberia bassiana*:  
[http://www.terralia.com/productos\\_e\\_insumos\\_para\\_agricultura\\_ecologica/view\\_composition?composition\\_id=10357](http://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/view_composition?composition_id=10357)

Vargas, A. (2017). *efecto de la aplicacion de lecanicillium lecanii sobre la incidencia y severidad de la roya(hemileia vastatrix) en el cultivo de cafe(coffea arabica)*. San pedro de monte de osca, San jose-Costa rica: Universidad de costa rica.

Vimeo. (09 de Marzo de 2013). *Cómo enfrentar la roya del cafeto*. Obtenido de  
Cómo enfrentar la roya del cafeto:  
<https://www.nacion.com/opinion/foros/como-enfrentar-la-roya-del-cafeto/WZUN5WJF45E2ZBLU3VDRGCGT6Y/story/>

## 7. Glosario

**Adhesión:** La adhesión es la propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto.

**Estomas:** Abertura microscópica del tejido epidérmico de los vegetales superiores, especialmente el de las hojas y partes verdes, por donde se verifica el intercambio de gases entre la planta y el exterior.

**Esporulación:** Es la designación atribuida al acto, practicado por un ser (hongo o planta), de reproducirse usando esporas.

**Haustorios:** Es el extremo de las hifas de un hongo parásito, simbiote o de la raíz modificada de una planta parásita.

**Hifas:** Son una red de filamentos cilíndricos que conforman la estructura del cuerpo de los hongos multicelulares. Están constituidos por una fila de células alargadas y tubulares, envueltas por una pared celular compuesta de quitina.

**Micelio:** Se conoce como micelio al conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo

**Pústulas:** Lesiones en la piel y mucosas por acumulación epidérmica o subdérmica de pus y que son parte del cuadro clínico de varias enfermedades

**Proliferación:** Proceso de replicación celular por el cual se produce la expansión del clon linfocitario, que reconoce específicamente un antígeno concreto

**Saprofito:** Es un organismo heterótrofo que obtiene su energía de materia orgánica muerta o de los detritos desechados por otros seres vivos, de los cuales extrae los compuestos orgánicos que requiere como nutrientes.

**Sucumbir:** Rendirse o ceder ante una presión, dejando de oponer resistencia.

**Toxemia:** Enfermedad causada por la diseminación de bacterias y sus toxinas en el torrente sanguíneo.

**Uredosporas:** forman la llamada fase de repetición de las royas ya que se pueden producir varias "cosechas" de las mismas en una fase del ciclo; de esta forma se logra aumentar enormemente la dispersión del hongo por el medio.

## 8. Anexos



**Figura 1.** Roya del café *Hemileia vastatrix* (Croplife, s,f)



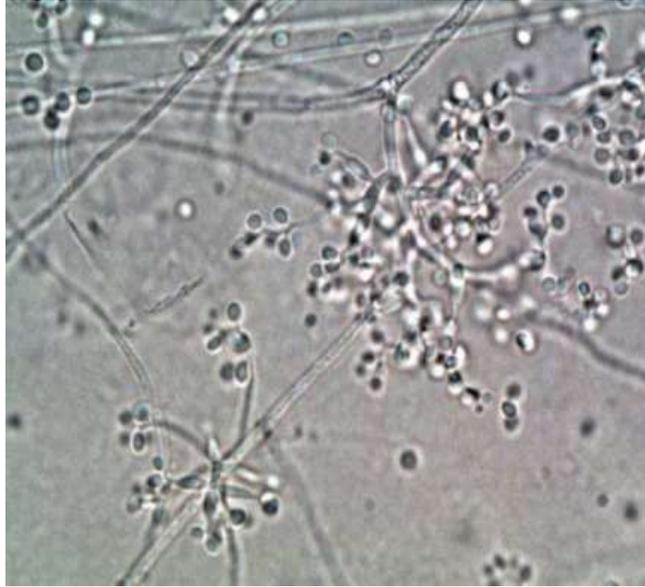
**Figura 2.** Daños y sintomatología de la roya del café (Agrobanco, 2012)



**Figura 3.** *Lecanicillium lecanii* (Ecured, s,f)



**Figura 4.** Pústulas de la roya siendo controlada por *Lecanicillium lecanii* (Cenicafe, 2011)



**Figura 5.** Morfología de *Beauveria bassiana* (Chacon, s,f)



**Figura 6.** *Pseudomonas fluorescens*

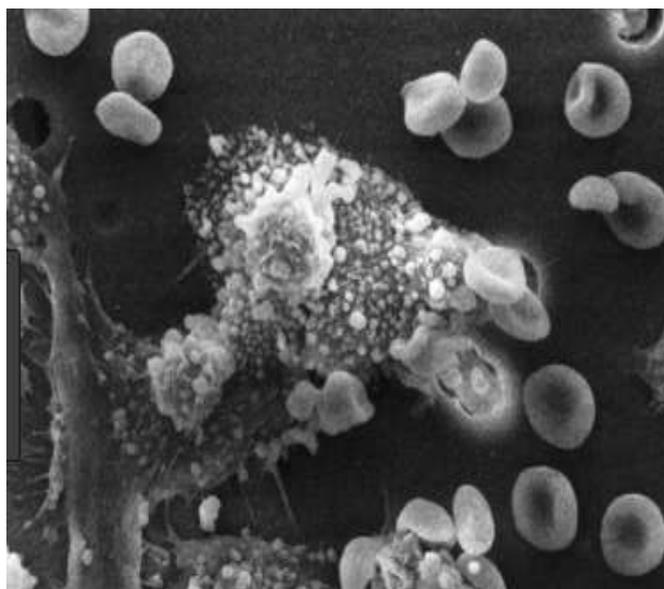


Figura 7. Hongo de *Hemileia vastatrix* observado desde un microscopio (Arnold, 2006)



Figura 8. Nutrición del grano de café. (Cenicafe, 2011)

Abono orgánico	M.O(%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (mg.kg <sup>-1</sup> )
Pulpa de café compostada	55,0	4,2	0,3	5,3	0,9	0,2	
Pulpa de café lombricompuesto	56,0	3,7	0,3	9,6	1,2	0,2	
Gallinaza		2,9	3,1	2,8	3,0-8,0	0,6-1,3	
Pollinaza		4,3	1,5	2,1	3,2	0,6	1,7
Porquinaza		4,0-6,0	0,4	0,9	2,0-4,0	0,4	0,14
Harina de plumas de pollos		4,6	0,38	0,23	0,23	0,20	1,4
Harina de sangre		12,0	0,10	0,30	0,5	0,06	0,13
Cachaza	76,0	0,55	1,1-1,3	0,7-0,9	2,4	0,82	0,19
Bovinaza	5,3	5,0	0,1	1,6	13,2	5,0	
Equinaza		1,2	0,1	1,6	15,7	2,8	
Ovinaza		1,6	0,1	2,3	11,7	3,7	

**Figura 9.** Requerimientos del café. (Astorga C; et al, 2015)