Universidad Católica del Trópico Seco
Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda

Trabajo de tesis para optar al título profesional de

Ingeniero Agropecuario

Evaluación de alternativas orgánicas a base de madero negro (*Gliricida sepium*) para el manejo de la roya del café (*Hemileia vastatrix)*. Dipilto, Nueva Segovia 2016 - 2017

Autores
Héctor Magdiel Zamora Rivera
Erling Misael Montenegro López

Tutor
PhD. Oscar Enrique Bustamante Morales

Asesor
Ing. Harlin Demetrio García Cruz

Estelí, agosto, 2017

ÌNDICE GENERAL

Contenido Pág.

ÍNDICE DE TABLAS iii
ÍNDICE DE GRÁFICOS iv
ÍNDICE DE ANEXO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO viii
RESUMEN x
I. INTRODUCCIÓN 1
II. OBJETIVOS 3
Objetivo general 3
Objetivos específicos 3
III. HIPÓTESIS 4
IV. MARCO TEÓRICO 5
4.1 Caficultura en Nicaragua 5
4.2 Generalidades del café 5
4.3 Generalidades de la enfermedad de la roya 7
4.4 Generalidades del madero negro *(Gliricida sepium)* 10
V. MATERIALES Y METODOS 13
5.1 Ubicación geográfica 13
5.2 Universo y población 13
5.3 Muestra 13
5.4 Variables incluidas en el estudio 13

5.5 Metodología para la medición de las variables 14
5.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos 16
5.7 Diseño experimental 16
5.8 Procedimiento para el análisis de resultado 17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 18
6.1 Variables de afectación foliar 18
6.1.1 Porcentaje de incidencia y severidad 18
6.2 Variable económica 26
VII. CONCLUSIONES 27
VIII. RECOMENDACIONES 28
IX. BIBLIOGRAFÍA 29
X. ANEXOS 32

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido Pág.

Tabla 1. Clasificación botánica del café 5
Tabla 2. Taxonomía del madero negro 10
Tabla 3. Composición química de la leche 12
Tabla 4. Grado de severidad de la roya 15
Tabla 5. Definición de los tratamientos 16
Tabla 6. Descripción de costo por cada uno de los tratamientos 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido Pág.

Figura 1. Porcentaje de incidencia y severidad en el primer muestreo 19
Figura 2. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el segundo muestreo 20
Figura 3. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el tercer muestreo..... 21
Figura 4. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el cuarto muestreo..... 22
Figura 5. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el quinto muestreo 23

ÍNDICE DE ANEXO

Contenido Pág.

Anexo 1. Hoja de campo 32
Anexo 2. Ficha de costo 33
Anexo 3. Diseño experimental 34
Anexo 4. Muestreos de enfermedades 35
Anexo 5. Preparación del extracto de madero negro 35
Anexo 6. Aplicación de los tratamientos 36
Anexo 7. Análisis de varianza a los datos de la variable incidencia y severidad (I) 37
Anexo 8. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia y severidad (II) 37
Anexo 9. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia y severidad (III) 38
Anexo 10. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia y severidad (IV) 38
Anexo 11. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia, severidad (V) 38

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado el don de la vida, por darme la fortaleza y la sabiduría para cumplir mis metas, a mi madre santísima la virgen María porque siempre intercedió ante nuestro Dios en mis peticiones.

A mis padres que fueron pieza fundamental en mi carrera, brindándome siempre su ayuda consejos apoyándome en los momentos más difíciles.

A mis hermanas y hermanos que de muchas maneras me ayudaron para seguir adelante, en especial quiero agradecer a mi hermana Iveth Rodríguez Zamora que me ayudo económicamente durante toda mi carrera universitaria.

También a mis abuelos, tíos, primos y amigos que siempre estaban pendientes de mis estudios universitarios.

Héctor Magdiel Zamora Rivera

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por darme la fuerza, fortaleza, la sabiduría y a mis padres Rosa Marina López Marín y Guillermo Montenegro Ayesta por estar apoyándome motivándome para poder cumplir mis objetivos.

A mis compañeros que de una manera u otra contribuyeron con sus sabios consejos para mi formación profesional.

Mi sincero agradecimiento y de corazón les deseo lo mejor en sus quehaceres día a día sé que Dios les dará el doble de lo que ustedes hicieron por mí.

Erling Misael Montenegro López

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, por la sabiduría, por haberme permitido estudiar en UCATSE y culminar mi carrera, por cuidarme en todos los momentos de mi vida y hacer posible este logro.

Agradezco a mis padres Héctor Zamora Rodríguez, Alba Luz Rivera por hacer posible todos mis sueños y ayudarme a cumplir todas mis metas ayudándome siempre mostrando su apoyo incondicional.

A todos los docentes de UCATSE que en su momento fueron facilitadores en mi formación profesional a todos mis compañeros de la universidad por brindarme su apoyo en algunos momentos en especial a Darwin Isaac Ochoa Lazo por su ayuda brindada.

Al profesor Oscar Enrique Bustamante por su tutoría, al profesor Harlin García Cruz por su asesoría en este trabajo por su apoyo y colaboración en esta investigación.

Héctor Magdiel Zamora Rivera

AGRADECIMIENTO

Expreso nuestro sincero agradecimiento a la universidad Católica del Trópico Seco UCATSE y a los maestros por brindarme todo el conocimiento científico y técnico lo que los han permitido culminar con éxito nuestra carrera como profesionales.

El agradecimiento para el PhD: Oscar Enrique Bustamante asesor de nuestra tesis por su colaboración y apoyo incondicional con el proceso investigativo de igual marera a los miembros del jurado calificador que hicieron posible la presentación final de nuestra tesis.

No me canso de agradecerles a mis padres porque sin ellos no hubiera sido posible graduarme como profesional ya que siempre estaban pendiente durante mis cinco años de mi carrera apoyándome económicamente y motivándome para poder triunfar.

Y en general a todas las personas y amigos que de una manera colaboraron con nuestra investigación y plan de estudio infinitamente gracias.

Erling Misael Montenegro López

RESUMEN

El cultivo de café es un cultivo permanente de gran importancia para la economía Nicaragüense, se cultiva en gran parte del territorio principalmente en las zonas más frescas del norte y sur del país. Un manejo agronómico inadecuado por parte del productor da pase al ataque de un sinnúmero de problemas fitosanitarios principalmente enfermedades fungosas como la ocasionada por el hongo (*Hemileia vastatrix).* El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de tres alternativas orgánicas para el control de la roya. Este estudio se realizó en la comunidad El Volcán, municipio de Dipilto, departamento Nueva Segovia, los tratamientos evaluados, tratamiento 1 (extracto foliar de madero negro más leche de vaca), tratamiento 2 (extracto foliar de madero negro puro), tratamiento 3 (extracto de madero negro más cal común) y el testigo (absoluto). Las variables estudiadas fueron incidencia, severidad y beneficio – costo. Los tres tratamientos más el testigo fueron distribuidos en un Bloque Completamente al Azar (BCA), con 4 repeticiones para un total de 16 unidades experimentales, se realizaron cinco muestreos y cuatro aplicaciones de cada tratamiento. Cuando se aplicó el tratamiento 1 (madero negro más leche), a partir del cuarto muestreo el porcentaje de incidencia disminuyo un 3 % comparado con el tratamiento 2 que aumentó un 9 %, y el tratamiento 3 aumento 13.4 % y el testigo un 15.25 % más. Del mismo modo la severidad disminuyo un 5%, cuando se aplicó el tratamiento 1, con respecto al tratamiento 2 que mostro un aumento de 22.6 %, el tratamiento 3 aumento en 18 % y el testigo 30 % más. Obteniendo como resultado final que los mayores descensos en cuanto al porcentaje de incidencia y severidad se obtuvieron con las aplicaciones calendarizadas del tratamiento 1 (madero negro más leche).

P**alabras clave:** Café, Severidad, Incidencia, Roya, Madero negro

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café *(coffea arábiga L.)* es uno de los rubros de mayor importancia en el sector agrícola de Nicaragua, ocupa el sexto lugar en el PIB, es el principal producto de exportación con un 18.2 % de las exportaciones totales. Genera aproximadamente 300 mil empleos directos e indirectos que representan el 53 % del total de empleos del sector agropecuario y 14% del total de empleos a nivel nacional. En el país existen 43 mil productores de café, el 93 % de ellos son pequeños productores (de 1 a 5 ha) ubicados principalmente en los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Nueva Segovia, Madriz, Estelí y zona alta del Pacífico (MAGFOR, 2013).

El café, es un cultivo permanente, se siembra y empieza a producir después de tres a cuatro años. Su vida productiva puede ser mayor a los 40 años, su producción se da una vez al año, durante lo que se llama ciclo cafetalero, dependiendo de la zona y la altura así es la época de corte. No obstante, como muchos otros cultivos, el café necesita un cuidado responsable y mejorado, debido a que es una plantación propensa al ataque de plagas y enfermedades (García, 2012).

A como cualquier cultivo, el café está expuesto a enfermedades de mucha importancia económica como es el caso de la roya es la enfermedad que ha causado mayor pérdida en la economía de los productores cafetaleros de la región norte y sur de Nicaragua, desdé el años 1976 en donde se dio su primer aparición en el departamento de Carazo (Garcia J. , 1979).

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, 2005).

El daño de esta enfermedad es gradual y se localiza en las hojas, pudiendo reducir considerablemente en unos pocos años la producción de las plantaciones, si no se toman las medidas adecuadas de control. El control químico de las enfermedades de las plantas

desempeña un papel significativo en la reducción de las pérdidas en los cultivos, y contribuye a mantener la calidad y cantidad de los alimentos producidos (García, 2012).

En gran parte del departamento de Nueva Segovia la roya nunca había sido un problema ya que las fincas se encuentran a altura superiores de 1000 msnm, pero este comportamiento ha cambiado debido a los efectos del cambio climático en donde hay una combinación de altas temperaturas y de pronto cambia a periodos lluviosos el cual provoco condiciones óptima para que se elevara la incidencia de la roya en fincas de los municipios de Macuelizo, San Fernando, Dipilto, Murra, Jalapa, y Jícaro localizadas en este departamento (López, 2012).

A pesar de todos los esfuerzos que se han hecho para controlar esta enfermedad utilizando un sin número de fungicidas para combatir a este hongo, pero estos productos no han sido lo suficientemente efectivos para eliminar o erradicar esta enfermedad dentro de las parcelas en donde se cultivan el café. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo consistió, en evaluar el efecto de tres alternativas orgánicas que permitieran el manejo de la enfermedad de la roya (*Hemileia vastatrix)* en el cultivo de café de la variedad (caturra) obteniendo como resultados satisfactorios en el control de la enfermedad debido a las aplicaciones del tratamiento (madero negro más leche).

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto de tres alternativas orgánicas que permitan el manejo de la enfermedad de la roya (*Hemileia vastatrix)* en café (caturra) en el Municipio de Dipilto 2016 - 2017.

Objetivos específicos

Determinar el porcentaje de incidencia de roya en las plantas a muestrear en cada uno de los bloques después de haber aplicado los tratamientos.

Determinar el grado de severidad de la roya antes y después de haber aplicado los tratamientos.

Determinar el beneficio - costo de las alternativas orgánicas a utilizar en el experimento investigativo.

III. HIPÓTESIS

Las aplicaciones de madero negro combinado con leche, controlaron eficientemente la enfermedad de la roya del café, en comparación con las otras alternativas evaluadas en el estudio.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Caficultura en Nicaragua

En Nicaragua se cultiva café en zonas bajas localizadas principalmente en la región del Pacífico, con alturas promedios de 200 - 600 msnm, precipitaciones anuales de 1,400 a 1 600 mm y temperatura promedio de 28 º C, los suelos se caracterizan por ser profundos, moderadamente llanos. Las zonas altas se localizan en las regiones norte y central del país ubicadas de 600 a 1 500 msnm, con suelos de topografía irregular y profundidades variables, temperaturas promedias entre 20 y 22ºC (Guaharay, et, al, 2000). Las variedades de café que más se cultivan en el municipio de Dipilto son: Borbón, maragojipe, catuai, caturra, y catimore, en nuestro estudio se trabajó con la variedad caturra una de los más susceptibles en comparación con las demás cultivas en las zonas.

4.2 Generalidades del café

Tabla 1. Clasificación botánica del café

Reino	Plantae
Tipo	Espermatofitas
Sub tipo	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Sub Clase	Gamopétalas inferiovariadas
Orden	Rubiacea
Genero	Coffea
Sub genero	Eucoffea
Especie	Arabica, Canephora

(Monroig, 2006)

4.2.1 Descripción botánica

El café es el nombre de la planta y de la bebida que se fabrica con su semilla. Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del genero *coffea* de la familia de las rubiáceas (Gomes, 2010), es una planta que requiere de sombra especialmente de arboles de leguminosa forestables fijadores de nitrogeno como la guaba *(Inga mollifoliola).* ya que un 50 % de la productividad de un cafetal depende de este elemento (OIRSA, 2000).

4.2.2 Morfología

El cafeto es una planta gimnosperma, leñosa, perennifolia, de producción bianual que prefiere crecer bajo sombra (Gomes, 2010) porque es un cultivo de fotoperiodo corto es decir requiere para florecer menos de 13 horas de sol por día (Valencia).

4.2.3 Semilla

Esta consta de dos núcleos cada uno de ellos con un grano de café con formula plana convexa representan el 35 al 38 % del fruto del café están constituidas por endocarpio o pergamino una película plateada perisperma, endospermo cotiledón o embrión (Rodriguez , 2014).

4.2.4 Fruto

Es una vaya drupácea conformada por la pulpa, epidermis. Es carnoso de color verde al principio pero al madurar rojo, o purpura raramente amarillo según la variedad de la planta (Ramos & Sanz, 2010).

4.2.5 Inflorescencia

El café posee una inflorescencia llamada pacaya. Son de color blanco cremoso con aroma adulce aparecen en racimos en las axilas de las hojas, una flor forma un grano de café y es la razón por lo que la planta florea varias veces al año (Pérez, 2011).

4.2.6 Hojas

Aparecen generalmente en pares en los laterales de la planta en un mismo plano y en posición opuesta tiene un peciolo corto plano en la parte superior y convexo en la inferior la vida de las hojas dura 7 a 8 meses (Pérez, 2011).

4.3 Generalidades de la enfermedad de la roya

4.3.1 La roya del café

Es la enfermedad de mayor importancia económica en los cafetales. Es causada por el hongo (*Hemileia vastatrix)* el cual infecta las hojas del café. Los primero síntomas de la enfermedad consisten en pequeñas lesiones amarillentas que aparecen alrededor del punto de penetración que con el tiempo se unen y producen las uredosporas de color amarillento característico del hongo (Cárdenas, 2007).

4.3.2 Razas de roya en Dipilto

Existen un sinnúmero de tipos de razas de roya a nivel nacional, en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia estudiantes de UCATSE realizaron una investigación en donde según los análisis realizados a las muestras encontraron similitud a tres tipos de razas de roya II-1126, XXII-637, XXII-535 (Valdivia & Toledo).

4.3.3 Factores de ambientales

Varios son los factores del clima que influyen en el desarrollo de los procesos de germinación de esporas invasión antema en la hoja por el hongo y la esporulación de las manchas o lesiones de la roya del cafeto. La cantidad de horas que permanece la superficie de la hoja mojada; sea por lluvias, roció o condensación la persistencia de una mayor cantidad de horas con temperaturas entre el rango de 18 a 28°C (Cárdenas, 2007).

4.3.4 Sintomatología

La enfermedad se caracteriza por presentar pequeñas manchas redondeadas, amarillo naranja y polvorientas en el envés de las hojas. Inicialmente, el área afectada por una sola infección tiene un diámetro de aproximadamente 3 mm, pero gradualmente aumenta el tamaño hasta 2 centímetros y tiende a unirse con otras infecciones para formar una lesión más o menos irregular que a veces puede abarcar gran parte de la superficie foliar. Si hay esporulación abundante, un ligero toque de la hoja puede hacer que una nube de esporas se desprenda (López, 2012).

4.3.5 Manejo y control de la roya del café

La roya del café es una de las enfermedades más agresiva y de rápida esporulación de las que atacan el cultivo del café debido a su rápida diseminación cuando existen las condiciones adecuadas para su desarrollo; esta enfermedad se puede mantener en niveles que no afecte las plantaciones si practicamos estrategias de control como sistema de siembra adecuada, podar plantas agotadas, realizar una buena fertilización de acuerdo con los resultados de análisis de suelo realizado en su finca (CICAFE - ICAFE, 2011).

1. **Monitoreo de la enfermedad**

Una de las formas más acertadas para conocer cuál es la situación actual de la roya en la finca es mediante muestreos que determinen la cantidad de enfermedad en la finca. De esta forma se podrá tener criterio certero de la condición de a enfermedad y del tipo de combate a implementar y cuando hacerlo (Barquero, 2013).

2. **Manejo de tejidos (podas)**

Con esta práctica se estimula el crecimiento y tejido productivo de la planta y se elimina parte del inoculo. Debe ser planificado y realizado de acuerdo a la edad de la plantación, registros de producción y la sanidad de tejidos, entre otros (Rizo & Zelaya). También se

realiza la poda para modificar el diseño de la plantación y mantener constante la producción de la misma (PROMIPAC, 2011).

3. Regulación de Sombra

Tal como lo hemos mencionado antes la roya es muy susceptible a la luz solar y no prolifera cuando existen los rayos directos del sol, por tanto, en la finca se hace necesario la ejecución de forma estricta del plan de regulación de sombra para mejorar la aireación dentro de la plantación reduciendo con ello el tiempo que se mantienen las hojas mojadas ambiente propicio para el desarrollo de la enfermedad (ICAFE, 2013).

4. Fertilización equilibrada

Los nutrientes ejercen funciones específicas en el metabolismo del cafeto en su crecimiento y producción, el café requiere al menos 16 elementos de los cuales tres Carbono, Hidrogeno, Oxigeno la planta los extrae del agua y del aire los trece restantes son tomados de suelo mediante el sistema radical, los que pueden ser absorbidos por vía (Mora, 2008).

5. Control biológico

Existen algunos productos comerciales que pueden emplearse, como *Bacillus subtilis* (bacteria) y *Verticillum hemileia* (SCAN, 2015) que es un hongo parásito de la roya del café, presente de manera natural. Así mismo, el uso de lixiviados del cultivo de lombriz coqueta roja, que aporta elementos nutricionales a la planta y contiene alta concentración microbiana antagonista (López, 2012).

6. Registro de información

Es necesario acompañar los ciclos de producción del café en la finca y datos climáticos, principalmente datos de lluvia. Llevando una bitácora de todas las acciones y gastos realizados en el ciclo productivo (Mora, 2008).

7. Control químico con fungicidas de contacto y sistémicos

Los fungicidas sistémicos pueden aplicarse al inicio de las lluvias para reducir el inoculó primario. Las aplicaciones de fungicidas como: Alto 10 SL con dosis de 250 cc por manzana con intervalos de 35 a 40 días ha demostrado tener una excelente efectividad en el control preventivo y curativo de la roya. También aplicaciones de Amistar Extra con dosis de 175 a 250 cc por manzana contribuye a la reducción de la incidencia de la roya del café con intervalos de 35 días. El caldo bordelés La fórmula 1-1-100 se refería a un kilogramo de sulfato de cobre, un kilogramo de cal viva y 100 litros de agua. El caldo bordelés ligeramente alcalino tiene efectos más efectivos en el control de la enfermedad (Barquero, 2013).

4.4 Generalidades del Madero negro *(Gliricida sepium)*

Tabla 2. Taxonomía del madero negro

Botánica	
Reino	Plantae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Subfamilia	Faboideae
Genero	Gliricida
Especie	Sepium

(Mora, 1983)

4.4.1 Descripción botánica del madero negro

Gliricida sepium (Madero Negro, Kakawate), es un árbol arbustivo de porte pequeño a mediano alcanza de 10 a 15 m de altura, la corteza es delgada liza y blancuzca (Mora, 1983) y de copa ancha a veces estrechas (Holdridge & Poveda, 1975).

La forma del árbol es erecta y recta en algunas procedencias alternas, las flores tienen formas de guisantes, hojas compuestas alternas e imparipinnadas ovadas o elípticas y de color gris claro en el envés perteneciente a las leguminosas (familia Fabácea). Es considerado como el segundo árbol leguminoso de usos múltiples más importante, sólo superado por *Leucaena leucocephala* (CATIE, 1991).

El árbol se utiliza en muchos países tropicales y sub-tropicales para diversos fines, tales como cercas vivas, forraje, sombra de cafetales, producción de leña, forraje, abono verde para incorporarlo al suelo y mejorar su estructura. (Otorola & Martínez, 1985).

Esta planta tiene acción fijadora porque fija el nitrógeno por eso en suelos pobres se recomienda aplicarlo como abono verde, aumentando el rendimiento de los cultivos de manera significativa sin el costo de los fertilizantes químicos. Además, tolera que se recorte su altura en los cultivos año tras año. Los árboles entran en un estado de latencia cuando se recortan, por lo que el sistema de la raíz no está compitiendo de inmediato por los nutrientes y el cultivo es libre de establecerse. Los árboles realmente comienzan a salir de la fase latente cuando el cultivo ya está alto (CATIE, 1991).

4.4.2 Composición química del madero negro

El madero negro *(Gliricida sepium)* es un árbol que está compuesto principalmente por flavonoides (Cumarina, ácido cumariáco, quercetina, luteolina) con propiedades alelopáticas, estas se encuentran en las hojas, tallos y raíces de la planta (Urdaneta & Gretty, 2015).

4.5 Composición química de la leche

La leche cruda está compuesta por hidratos de carbono, grasas, proteínas, vitaminas y sales minerales y otros componentes minoritarios.

Tabla 3. Composición química de la leche

Composición %	Leche de vaca
Agua	87.5
Proteínas	3.2
Grasas	3.6
Hidratos de carbono	4.7
Caseína	2.6
Albumina, globulina	0.6
Cenizas	0.7

(López & Velo, 2016)

4.6 Composición química de la cal

La cal también llamada cal viva su función principal en la agricultura mejorar las características del suelo: acidez, porosidad. Se puede utilizar como biosida cuyo fin es de neutralizar o ejercer control sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o bilógicos como el caldo bordelés que es un producto compuesto por cal y cobre que contrarrestan enfermedades producidas por hongo.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación geográfica

Este estudio se realizó en la Comunidad El volcán, Municipio de Dipilto, departamento de Nueva Segovia, Nicaragua. Con las coordenadas geográficas 13º 46' 9" Latitud Norte y 86º 30' 19" Longitud Oeste, propiamente cerca del borde fronterizo con Honduras. Situada a 1350 msnm, con temperaturas promedio anual que van desde los 20 a 27 °C respectivamente, presentando una humedad relativa entre 70 y 85% (INETER, 2016).

5.2 Universo y población

Se trabajó con variedad de café (caturra) toda dentro de una sola área de 4, 900 m² donde se encontraban establecidas 2592 plantas en total, este café ya estaba establecido, y tenía una edad de 4 años aproximadamente.

5.3 Muestra

Para la medición de las variables se tomó una muestra de 10 plantas por cada unidad experimental. El experimento estaba constituido por 16 unidades experimentales por lo que la muestra estaba constituida por 160 plantas, es decir, el 6 % de la población.

5.4 Variables incluidas en el estudio

Variable	Definición conceptual	Medidas de Expresión	Fuente	Instrumento
Incidencia	Corresponde al número de hojas afectadas por la roya presente en la parcela o lote y en cada planta	%	Lote	Hoja de campo
Severidad	Es el grado de daño de la roya presentes en las hojas.	%	Lote	Hoja de campo
Beneficio Costo	Es la comparación económica que se realiza para identificar cuáles de los tratamientos es el más económico para el productor	C$	Lote	Hoja de ingresos

5.5 Metodología para la medición de las variables

Primeramente se partió desde la separación de los bloques, como de las unidades experimentales, para no tener ningún problema se separó las unidades con cabuyas de diferentes colores característicos a cada tratamiento y se rotularon. Después se inició el muestreo de las respectivas variables y se comenzaron a elaborar los tratamientos que mayoritariamente estaban compuestos por el extracto de las hojas del madero negro. Para extraer la sustancia del madero negro se realizó el proceso siguiente se cortó un kilogramo de hojas las cuales se picaron y se colocaron en un balde plástico (20 lts) y se agregó agua caliente se dejó enfriar luego se adicionaron de 100 a 200 ml de alcohol comercial y se dejó reposar por 10 días (Chaves, 2008). Y cuando se cumplió el periodo determinado se realizaron las respectivas mezclas con los otros ingredientes, al tratamiento 1 se le agrego 2 lts del extracto de madero negro más 2 lts de leche de vaca, al segundo 10 lts del extracto y 4 de agua, al tercer la misma cantidad del extracto más 227 gr de cal común. La fumigación se realizó con bombas de 16 lts por la mañana, después de los 5 días de cada aplicación se realizaron los muestreos década variable y se anotaban en la hoja de campo.

Medición de la incidencia:

Para medir incidencia se seleccionaron 10 plantas del centro de la parcela útil a las cuales se les medio el número de hojas afectadas con roya y el número de hojas sanas, esto se realizó en el estrato bajo, medio y alto de las plantas luego se aplicó la formula siguiente:

$$\%\ \textbf{de incidencia} = \frac{\text{Nùmero de hojas con roya}}{\text{Total de hojas muestreadas}}\ \text{x } 100$$

Esto se realizó antes y después de las aplicaciones de los tratamientos incluidos en el estudio. Esto se hizo siguiendo la metodología descrita por (SENASA, 2003)

Metodología para la medición de la severidad

Se seleccionaron 10 plantas en el centro de cada una de las unidades experimentales, luego se eligieron al azar tres bandolas las cuales correspondían a la parte baja, media, alta de la planta seleccionada, después en cada bandola se elegían al azar 9 hojas, posteriormente dependiendo del grado de severidad que tenía cada hoja se determinó el grado de afección aplicando la formula (SENASA, 2003)

$$\%\ \textbf{de}\ \ \textbf{severidad} = \frac{N1 * 1 + N2 * 2 + N3 * 3 + N4 * 4}{\text{N x } 4}\ \text{x } 100$$

De igual manera esto se relizo antes y después de aplicar los tratamientos

Tabla 4. Grado de severidad de la roya

Grado	Descripsion
0	Sanos o sin sintomas visibles
1	Sintomas visibles llegando de 1 a 5 % del area total sana
2	Las manchas empiesan a unirce, llegando a ocupar del 6 al 20 % del area sana
3	Las hojas comienzan a necrosarce de manera muy notoria afectando del 20 al 50 % del area sana
4	Mayor al 50 % del area foliar se encuentra afectada

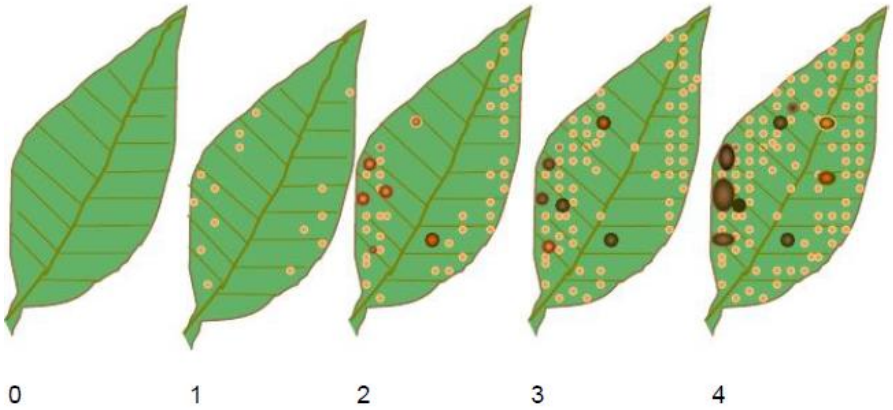


Diagrama del grado de la escala de severidad descrita por SENASA (2003).

5.6 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En el presente estudio se implementó la técnica de la observación periódica, visitando la parcela cada 5 a 8 días para la recopilación de datos, apoyados en una hoja de campo (anexo 1) diseñada para evaluar las variables incluidas en el estudio.

Para ejecutar este trabajo investigativo se realizó un ensayo experimental a nivel de campo en donde se tenía establecido café *(coffea arábiga)* de la variedad caturra, se realizaron 4 aplicaciones con intervalos de 15 días entre cada aplicación, luego se midieron las variables y determino si existía algún cambio significativo entre los tratamientos.

5.7 Diseño experimental

Modelo matemático del BCA $yij = \mu + \tau i + \beta i + \varepsilon ij$

El diseño que se utilizo es el BCA (Bloque completamente al azar) con 4 tratamientos y 4 repeticiones, se estableció 16 parcelas que tenían una dimensión de 15 m de largo y 15 m de ancho, con separación entre cada unidad de 2 m. La distancia de siembra era de 0.83 cm entre planta y 1.66 cm entre surco. Se encontraban un total de 9 surcos de 15 m de largo con una distancia entre surco de 1.66 m y 18 plantas por surco. Por cada unidad experimental hubieron 162, con un total de 2, 592 plantas.

Tabla 5. Definición de los tratamientos

Tratamientos	Descripción
Tratamiento 1	Madero negro mezclado con leche de vaca
Tratamiento 2	Madero negro mezclado con agua
Tratamiento 3	Madero negro mezclado con cal
Tratamiento 4	Testigo absoluto

5.8 Procedimiento para el análisis de resultado

En el programa Excel se elaboró la base de datos y posteriormente fueron introducidos en el programa Infostat versión estudiantil para analizar los tratamientos, Posteriormente se hizo el análisis de varianza con ANOVA y por último se realizó la prueba de separación de media con Tukey.

Prueba de Tukey permite evaluar la diferencia de los valores de las medias, se realiza con el fin de conocer con exactitud donde se localizan dichas diferencias permitiéndonos una mejor toma de decisiones

Los gráficos se elaboraron en el programa de Sigmaplot 12.5, es una herramienta para el tratamiento, análisis de datos estadísticos ofrece una completa guía para elaborar paquetes de gráficos y visualización con funcionalidades diferentes de otros programas estadísticos como Excel, SPSS, Infostad.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo esta investigación se realizó un ensayo experimental a nivel de campo en donde se tenía establecido café (*cofea arábiga*) de la variedad caturra, se realizó un muestreo antes de la primera aplicación de los tratamientos para conocer el porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad en el cultivo, luego se aplicaron los tratamientos cada 15 días y se realizaban muestreos después de cada aplicación, se tomaron los datos de cada variable, y fueron analizados en el programa de Infostat.

6.1 Variables de afectación foliar

6.1.1 Porcentaje de incidencia y severidad

Se realizó un análisis de varianza ANOVA para ambas variables incidencia y severidad a los datos obtenidos en los cinco muestreos realizados en el experimento, obteniendo los siguientes resultados.

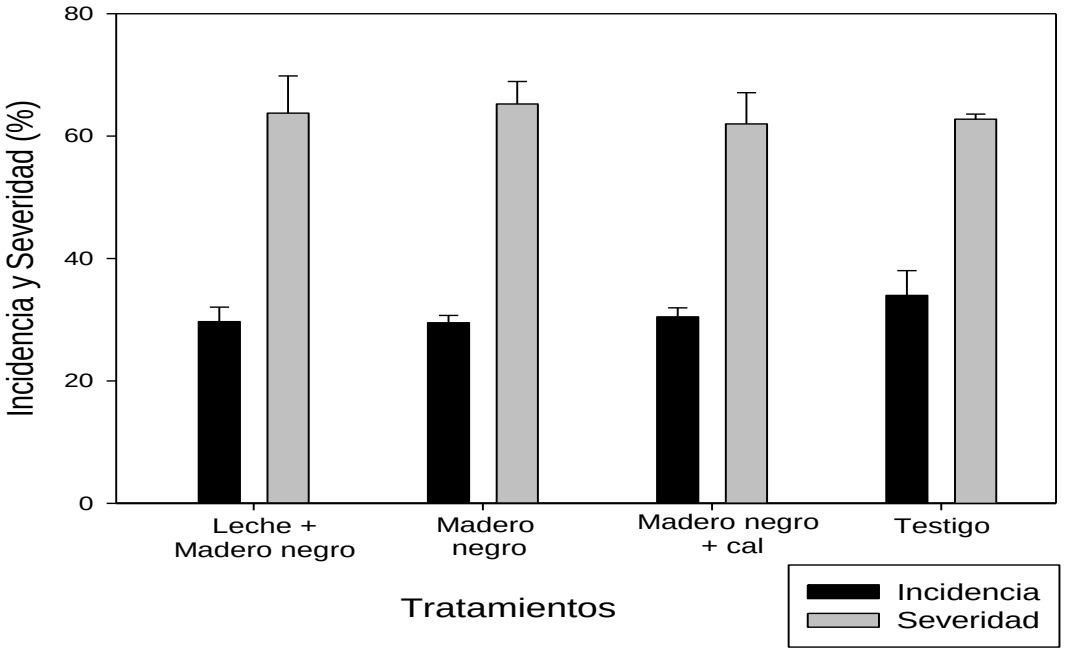


Figura 1. Porcentaje de incidencia y severidad en el primer muestreo

En la figura 1, se muestran los resultados de incidencia y severidad a los 5 días después de establecido el experimento. Esta medición fue la primera que se realizó y constituye la línea base o punto de partida del experimento, es decir, antes no se habían realizado aplicación de ningún tratamiento correspondiente al estudio. Según el análisis de varianza no hubo diferencia significativa (anexo 6), entre tratamiento para cada variable incidencia y severidad.

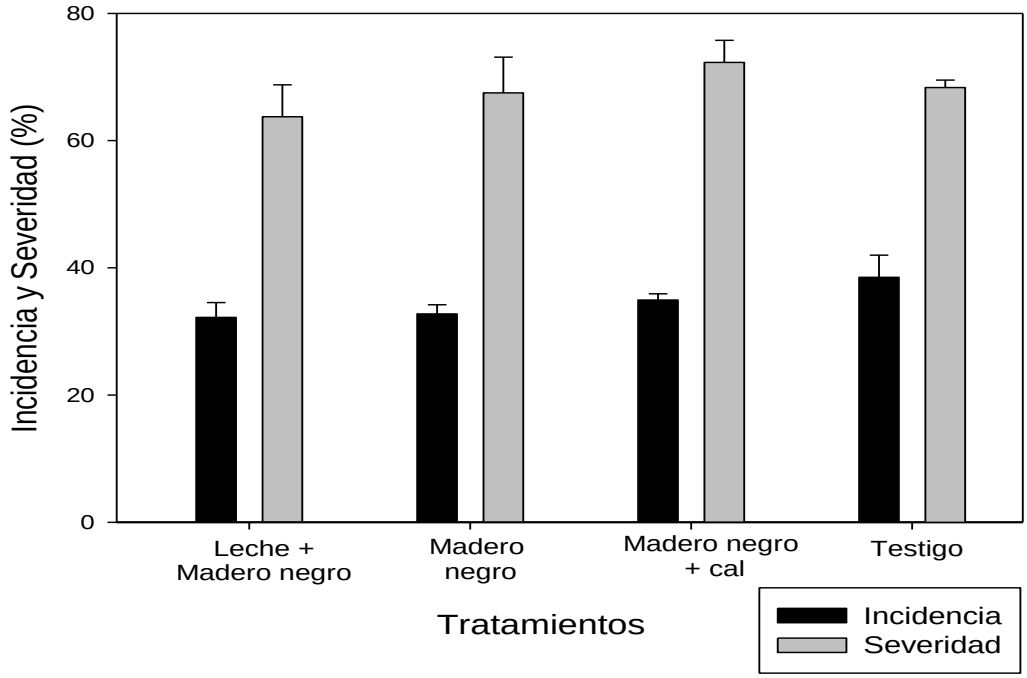


Figura 2. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el segundo muestreo

En la figura 2, muestra el comportamiento de la enfermedad 6 días después de la primera aplicación de los tratamientos, según los datos obtenidos en el segundo muestreo, se puede observar la tendencia de aumento en todos los tratamientos, siendo el tratamiento 3 (madero negro más cal) el que presento mayor porcentaje de incidencia y severidad. Según el análisis de varianza no hubo diferencia significativa (anexo 7), entre los tratamientos para cada variable.

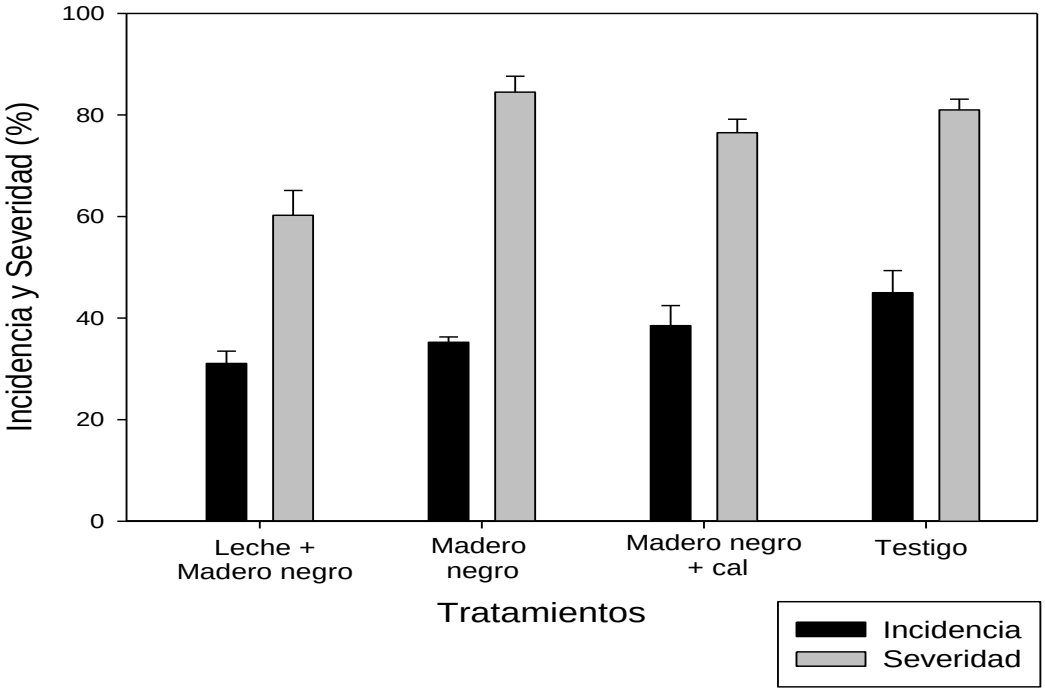


Figura 3. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el tercer muestreo

En la figura 3, según el análisis realizado, nos muestra claramente que en la segunda aplicación, el primer tratamiento (madero negro más leche) provoco una tendencia de descenso de un 2 % menos en comparación con los demás tratamientos, como en el caso del testigo que aumentó un 11 % más en comparación con el primer muestreo, a partir de ese momento hubo diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos (anexo 8)

Por su parte Villasanti & Chávez (2013) quienes han utilizado la leche de vaca como biofungicida natural obteniendo resultados satisfactorios en contra de enfermedades fungosas en cultivos de guayaba, pepino y tomate.

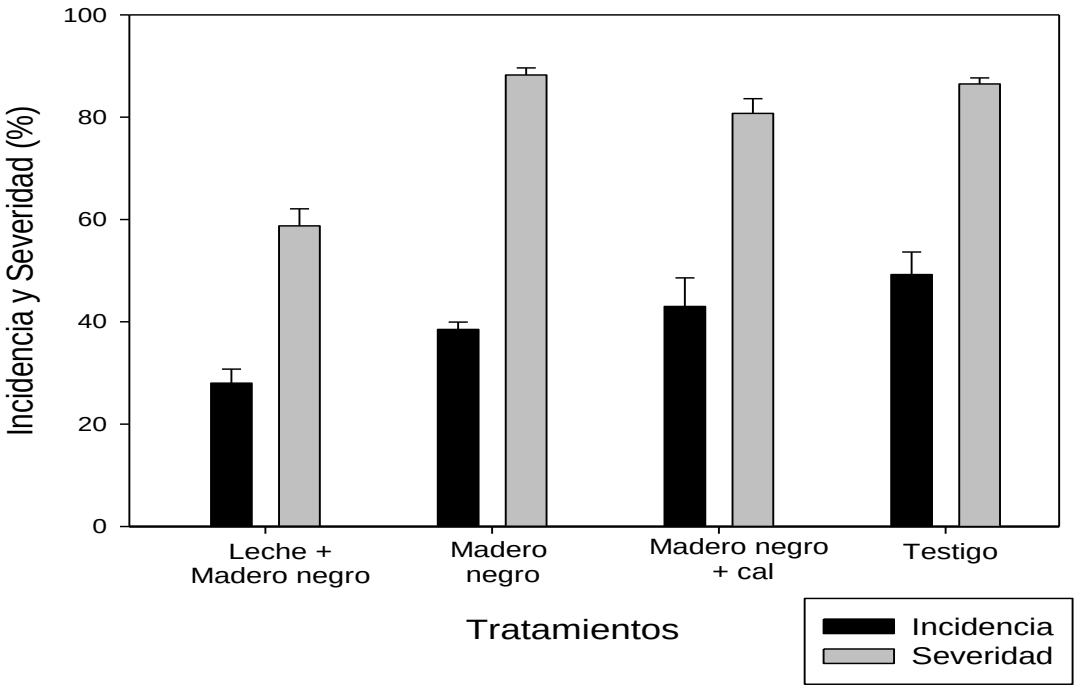


Figura 4. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el cuarto muestreo

El grafico 4, muestra que el primer tratamiento siguió dando resultados positivos reduciendo de manera satisfactoria el porcentaje de incidencia, el cual inicio con un 29.80 % en el primer muestreo y bajo a un 28 % en el cuarto muestreo, en cuanto al % de severidad se redujo un 5 % menos en comparación con el primer muestreo, aquí el análisis realizado mostro diferencia significativa (anexo 9).

Estos resultados coinciden con el trabajo investigativo realizado por Urdaneta & Ettiene (2015), quienes probaron el potencial biofungicida de los flavonoides (Cumarina, ácido cumariaco, quercetina, kaenferol y mirecetina) presentes en hojas de *Gliricida sepium* y su efecto *in vitro* sobre *collectotrichum acutatum*. Obteniendo como resultado que las concentraciones de Cumarina y ácido cumariaco ejercieron un efecto fúngico en contra del crecimiento micelial y de la esporulación de *c. acutatum.*

Sin embargo, Ruiz & Francisco (2015) mencionan que las afectaciones de esta enfermedad de la roya se debe a varias causas tales como: cafetos viejos y vulnerables, inadecuado manejo agronómico, alta densidad de sombra, entre otros factores dan paso al ataque abrumador de este hongo y que aplicaciones de cualquier producto químico que se realicen

sin tomar en cuenta estos problemas antes mencionados no se tendrá ningún efecto positivo en contra de la enfermedad.

Por su parte Sanches (1996) realizo una investigacion usando *bacillus thurigiensis berliner* y oxicloruro de cobre obteniendo como resultado que las aplicaciones calendarizadas cada 10 diaz con oxicloruro de cobre presentaron la menor incidencia de roya a traves del tiempo.

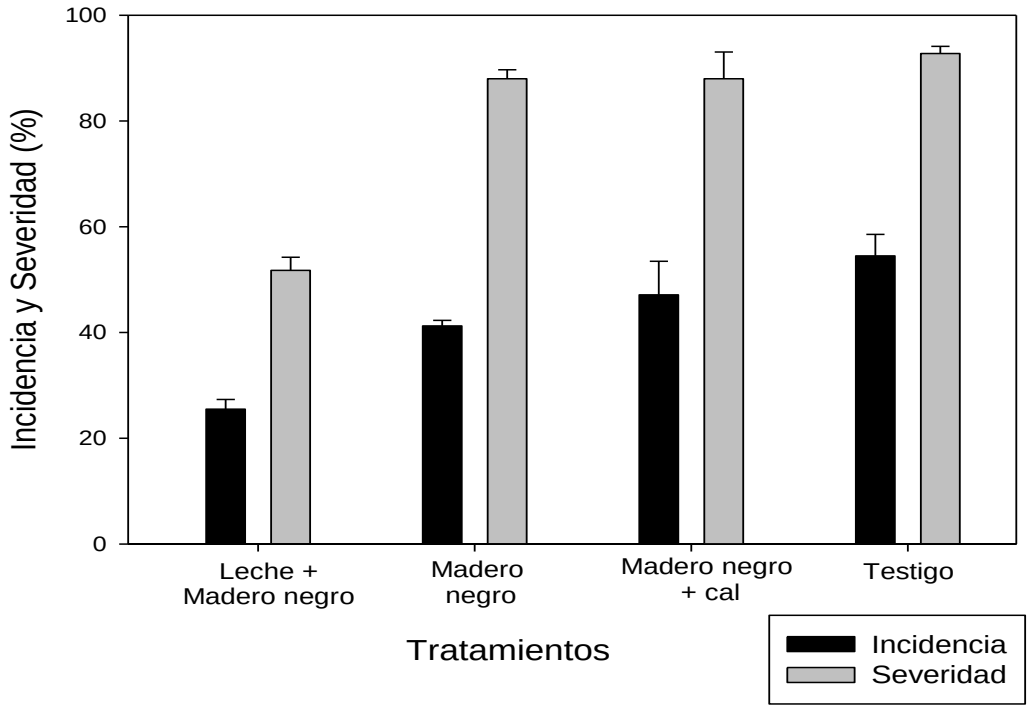


Figura 5. Porcentaje de incidencia y severidad para los distintos tratamientos evaluados en el quinto muestreo

En la figura 5, se muestran los resultados de la última medición de las variables incidencia y severidad, en donde cada uno de los tratamientos, fueron diferentes tanto porcentualmente como significativamente (anexo 10), en este caso el tratamiento 1 (madero negro más leche), fue el que presento mayores descensos de % incidencia en un 7 %, y 12 % para la variable severidad, en el caso del tratamiento 2 (madero negro puro) aumentó un 15.75 % más en comparación con el tratamiento 1 y un 36.25 % para la variable severidad. En cuanto al tratamiento 3 (madero negro más cal) el porcentaje de incidencia se incrementó en un 21.6 %, también aumentando considerablemente la severidad en 34 % más en

comparación con el tratamiento 1. Para el caso del testigo presento los mayores porcentajes de incidencia y severidad al final del experimento.

probablemente que estos resultados se dieron gracias a la inclusión de leche de vaca, ya que aplicaciones de altas concentraciones (50 %) de la misma son más efectivas que el benomil bajo condiciones de invernadero (Coca, 2010). además (Zapata & Delucchi, 2012) en su trabajo investigativo Usos de Productos Naturales Alternativos para el Manejo Sustentable de *oídium sp* utilizo la leche y otros productos más obteniendo resultados satisfactorios ya que con las aplicaciones de leche obtuvo los menores porcentajes de foliolos sanos. Esto según ellos por el efecto inhibitorio que esta tiene, por su pH el cual resulta perjudicial para el patógeno, también por la gracitud que se asienta a nivel foliar formando una película que impide la penetración y esporulación del patógeno.

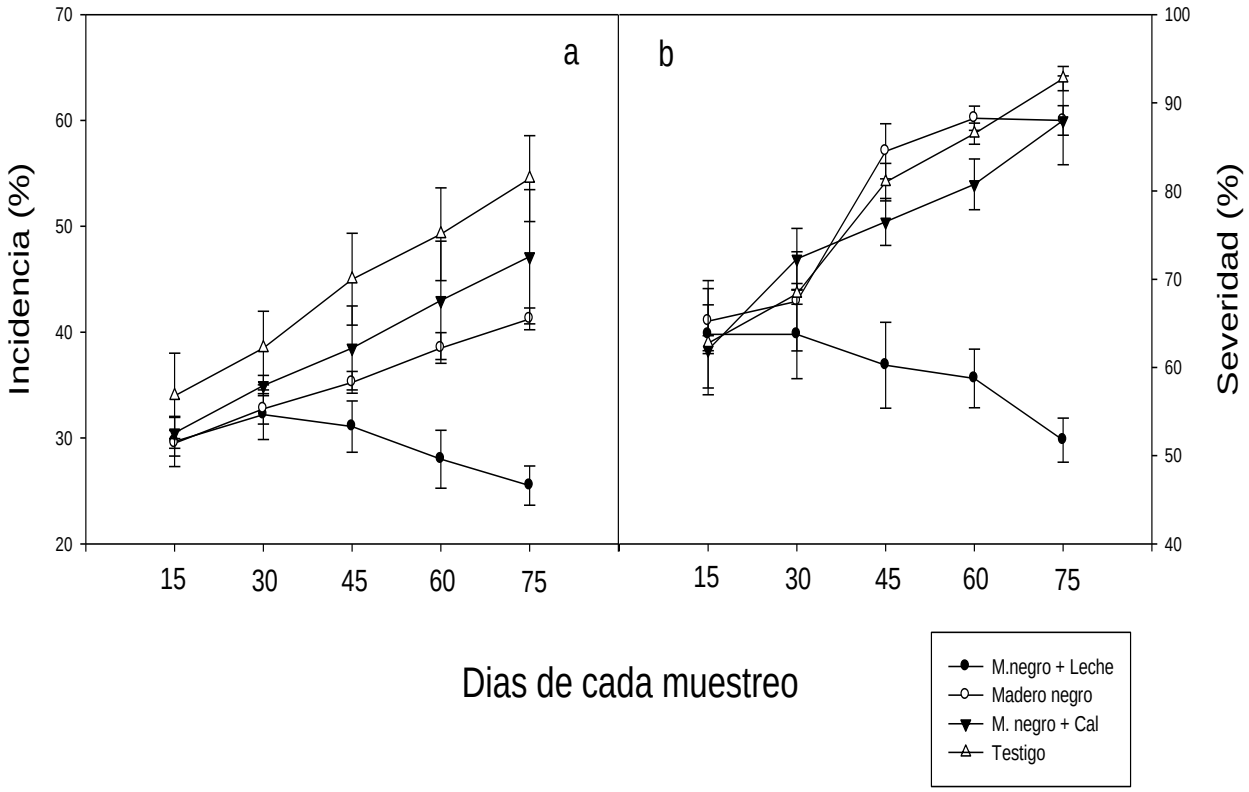


Figura 6. Incidencia (a) y severidad (b) en los diferentes tratamientos en contra de la roya en los diferentes momentos

En el grafico 6, representa cada uno de los días entre los muestreos y como cada uno de los tratamientos mostraban cambios significativos positivos y negativos en contra de esta enfermedad en el caso del tratamiento 1 mostro una diferencia significativa de la variable incidencia a partir del cuarto muestreo obteniendo *P: 0.0143* y un *P: 0.0014* en el quinto muestreo (anexo 9 – 10), este dato nos dice que si hubo diferencia significativa entre el tratamientos 1. Al igual que la variable incidencia se tomaron los datos de todas las mediciones de la severidad encontrando diferencia significativa a partir del tercer muestro *p- 0.0013, p: 0.0001* en la cuarta medición y un *p: 0.0001* (anexo 8, 9, 10) en el quinto muestreo, era de esperarse la severidad dependió de la incidencia como nos muestra la figura 6, el tratamiento que menor incidencia presento, fue madero negro más leche. En cuanto al tratamiento 2 (madero negro puro) finalizo con un 15.75 % más que el tratamiento 1, el madero negro más cal 21.63 % más que el 1, y el testigo que presentó un 29 % más, esto en cuanto a la variable incidencia.

Para la variable severidad los descensos por el tratamiento 1 fueron de 51.75% en la última medición, en el caso del tratamiento 2 se aumentó en un 36.25 % más, el tratamiento 3 mostro un 34.3 % más que el primero, y el testigo 41 % más que el madero negro más leche. Estos fueron los resultados obtenidos en esta investigación estos datos son basados en l línea base de la primera medición.

Las diferencias observadas entre los distintos tratamientos, en cuanto al porcentaje de incidencia y severidad consideramos que se debió al contenido de diferentes sustancias presentes en esta planta como las flavonoides que se encuentran en el follaje y en este caso en convinacion con la leche bovina dio buenos resultados, aunque existen investigaciones que comprueban que se han controlado hongos patogenos como *collectotrichum gloesporoides* y *antracnosis* en el cultivo de papaya, con extractos de las raices del arbol. Esto fue comprobado por Loaiza & Rivera (2000) quienes realizaron una investigación en donde probaron el potencial biosida de extractos de *Gliricida Sepium* contra patógenos del cultivo de la papaya *(carica papaya)* y observaron que hubo una actividad de fungicida *in vitro* e *in vivo* satisfactoria en contra del hongo.

Por su parte Villasanti & Chávez (2013) en su cartilla Los Biopreperados para la Produccion de Hortalizas en la Agricultura Urbana y Periurbana, afirman que los biopreparados pueden ser usados en programas de manejo integrado de plagas, enfermedades y en complemento con prácticas culturales. Por lo que ellos recomiendan una nutrición equilibrada y un manejo integrado del cultivo para evitar problemas por estas causas.

Consideramos que los mayores porcentajes de incidencia y severidad pudo ser provocada por las condiciones climáticas como: humedad, temperatura, lluvia, y viento, adecuadas para el desarrollo de este hongo, en esta investigación no se evaluaron variables climáticas, lo que quiere decir que la disminución del porcentaje de incidencia y severidad de la roya se vio influenciada por las aplicaciones del tratamiento 1.

6.2 Variable económica

Tabla 6. Descripción de costo por cada uno de los tratamientos

Concepto	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
4 kg de hojas de madero negro	200	200	200
8 envases de alcohol al (100%)	80	80	80
8 lts de leche	120	-	-
32.4 oz de cal común	-	-	20
Sub total	400	280	300
Gasto total de C$/ha	**4445.33**	**3111.26**	**3333.00**

En la tabla 5 se puede observar que el tratamiento 2 (madero negro puro) fue el más económico, pero no el más efectivo, porque la mejor rentabilidad obtenida no garantiza que sea la mejor opción de inversión. En el caso del tratamiento 1 (madero negro más leche) requirió una mayor inversión, pero presento un mejor control en contra de la enfermedad de la roya.

VII. CONCLUSIONES

En el presente estudio donde se evaluaron alternativas organices a base del extracto de madero negro observándose que los mejores resultados se obtuvieron con las aplicaciones calendarizadas del tratamiento 1 (madero negro más leche), fue el que obtuvo los mayores descensos en el porcentaje de incidencia en un 7 y 12 % para la variable severidad al final del experimento.

En cuanto a los demás tratamientos no provocaron descensos en el porcentaje de incidencia y severidad durante todo el experimento.

Según el análisis de varianza realizado a los datos obtenidos se observó que durante las primeros tres muestreos después de cada aplicación en cada una de las unidades experimental no hubo diferencia significativa para cada tratamiento.

VIII. RECOMENDACIONES

Recomendamos usar el tratamiento 1 (madero negro más leche) porque en esta investigación fue el que presento buenos resultados en el manejo de la enfermedad de la roya.

En futuras investigaciones se recomienda aumentar la dosis del tratamiento y realizar más aplicaciones para observar el comportamiento de la enfermedad de la roya.

Incitamos a futuros investigadores a realizar más estudios considerando los factores climáticos propios de la zona y evaluar el efecto residual de los tratamientos utilizados en esta investigación.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Barquero Miranda, M. (Abril de 2013). Recomendaciones para el combate de la roya del cafeto.

Cardenas , I. (2007). caracterizacion morfologica y agronomica de la colección nucleo de cafe *(coffea arabiga L)* del CATIE. 117 P. Turrialba, Costa Rica.

CATIE. (1991). Madero Negro (Madreado) *gliricidia sepium. (Kunt ex Walpers)*, Especie de Arbol de Uso Multiple en America Central. Catie, Turrialaba.

Chaves, A. (2008). Extracto vegetales con efecto fungicida, insecticida o nematicida. 3P.

CICAFE - ICAFE. (2011). Guia técnica para el cultivo de café (Primera ed.). Heredia, Costa Rica.

Cruz Lopéz, J. (Noviembre de 2012). Guia de Manejo, Monitoreo y Control de la Roya en Fincas de Café. 25 P. Nueva Segovia, Nicaragua.

García, D. (septiembre de 2012). Incidencia y severidad de la roya del cafe *hemileia vastatrix* y evaluación de alternativas químicas para su control. 61 P.

Garcia, J. (1979). Efectos de la roya del cafeto *hemileia vastatrix (berk y br)* sobre la rentabililidad del cultivo del café, y sus implicaciones económicas y sociales en el Salvador, 148 p. San Salvador, el Salvador.

Gomes, O. (2010). Guia para la innovación de la caficultura. 14 P.

Guaharay, et, al. (2000). Como manejar las plagas y enfermedades en cafetales con sombra. Agroforesteria en la America, 36 P.

Holdridge, & Poveda. (1975). Arboles de Costa Rica, V.1, 546 P . San José, Costa Rica.

ICAFE. (2013). Las variaciones climáticas en el incremento inusual de la roya del cafeto. 16 P.

ING.Justo Cruz Lopez. (2012). Manejo y control de la roya.

MAGFOR. (2013). El café en Nicaragua. Programacion Nacional de fomento a la produccion sostenible de café Arabiga.

Martínez Coca. (abril de 2010). Mildiu polvoriento en las cucurbitaceas. Revista de protección vejetal. La Habana, Cuba.

Monroig, M. (2006). Descripción Botánica del Café.

Mora. (1983). Introducción a la variabilidad fenótipica de madero negro *(gliricidia sepium)*, 21 P. (CATIE, Ed.) Turrialaba, Costa Rica.

Mora, N. (Enero de 2008). Ministerio de Agricultura y Ganaderia Dirección Regional Huetar Norte. Agrocadena de café, 49 P. Costa Rica.

OIRSA. (agosto de 2000). Manual Técnico Buenas Prácticas de Cultivo en Café Orgánico (para productores). 50 p. Costa Rica.

Otorola, & Martinez. (1985). Manejo y produccion de cercas vivas de *Gliricidia Sepium* en el Noreste de Honduras, 24 P. Tegucigalpa, Honduras.

Perez . (2011). Produccion de café *(coffea arabica)*: Cultivo, beneficio, plagas y enfermedades, 74 P. Puebla, México.

PROMIPAC. (agosto de 2011). Charla sobre manejo de tejido. 8 P. (I ed. Segovias, Recopilador) Ocotal, Nicaragua.

Ramos, & Sanz. (2010). Identificación y clasificación de frutos de café en el tiempo real, a traves de la medicion de color, 61 P. (Cenicafe, Ed.) Colombia.

Rizo, E., & Zelaya, D. (s.f.). Cartilla sobre manejo de recepo de cafetales. FondeAgro. 22 P.

Rodriguez Arreola, C. (2014). Paquete tecnológico para el cultivo de café orgánico en el estado de colma. 12-13 P. Colma, México.

Ruiz, A., & Francisco, M. (Octubre de 2015). Impacto de la roya en los medios de vida de las famlias productoras y jornaleros de café en Nicaragua. 72 P.

Sanches, M. &. (Mayo de 1996). Validación de diferentes opciones de manejo para el control de la roya del café *(Hemileia vastatrix)*. En la Finca Santa Ana. 54 P.

SCAN. (Junio de 2015). La roya del café ″un enemigo que lo puede dejar en la ruina″, 22 Pag. Guatemala.

Scarleth, G. (2012). Efecto de la comercializacion del cafe al eterior en las economias domesticas de Dipilto, Nueva Segovia.

SENASA. (2003).Norma para la ejecución y remisión de información de actividades del programa de manejo integrado de plagas del cafeto. Lima, Perú. 28 P

Subero, Luis. (2005). La roya del café.

Urdaneta, L., & Gretty, E. (s.f.). Flavonoides en hojas de *gliricidia sepium* y su efecto *in vitro* sobre *collectotrichum acutatum*. Venezuela.

Valencia, G. (s.f.). INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. Fisiología, nutricion y fertilizacion del cafeto, 10 P. Colombia.

Virginio, Fhilo, Elias de Melo; Domian, Astorga Carlos (2015). Prevención y control de la roya del café. manual de buenas prácticas para técnicos y facilitadores (Primera ed.). Turrialba, Costa Rica.

Zapata, & Delucchi. (2012). Usos de productos naturales alternativos para el manejo sustentable de *oidium sp*. Bolivia.

X. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo

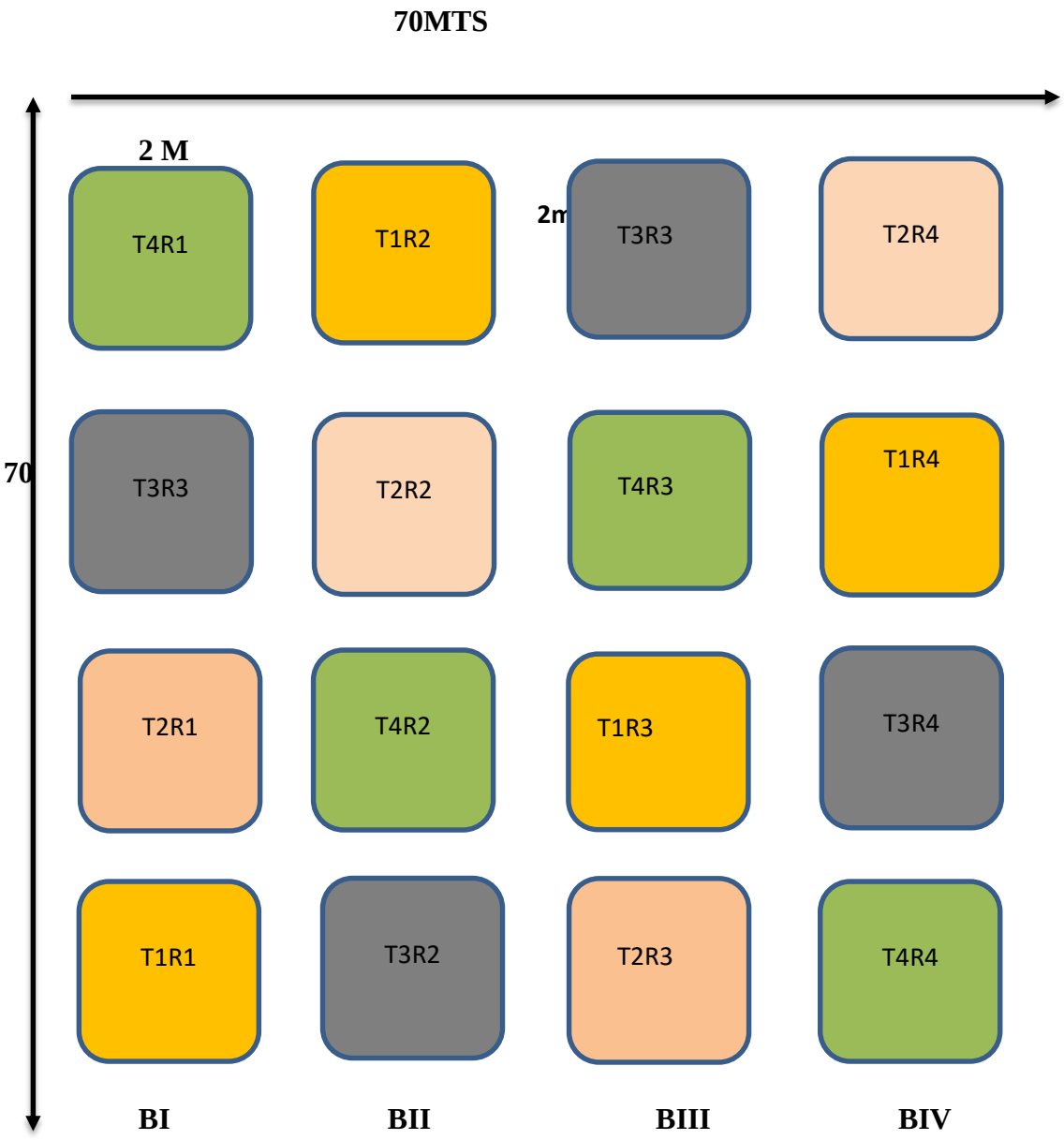
Variable: **anotador:** **fecha:**

	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4	T4R1	T4R2	T4R3	T4R4
Planta 1																
Planta 2																
Planta 3																
Planta 4																
Planta 5																
Planta 6																
Planta 7																
Planta 8																
Planta 9																
Planta 10																
Promedio																

Anexo 2. Ficha de costo

Aplicación	Concepto	Unidad	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
1					
1					
1					
1					
Sub total					
2					
2					
2					
2					
Sub total					
3					
3					
3					
3					
Sub total					
4					
4					
4					
4					
Total					

Anexo 3. Diseño experimental



Anexo 4. Muestreos de enfermedades

Anexo 5. Preparación del extracto de madero negro

Anexo 6. Aplicación de los tratamientos

Anexo 7. Análisis de varianza a los datos de la variable incidencia y severidad (muestreo I)

Incidencia 1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Incidencia 1	16	0.15	0.00	16.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	52.39	3	17.46	0.68	0.5789
TRATAMIENTO	52.39	3	17.46	0.68	0.5789
Error	306.44	12	25.54		
Total	358.83	15			

Severidad I

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Severidad 1	16	0.02	0.00	13.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.69	3	7.90	0.10	0.9573
TRATAMIENTO	23.69	3	7.90	0.10	0.9573
Error	928.25	12	77.35		
Total	951.94	15			

Anexo 8. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia y severidad (II)

Incidencia 2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Incidencia 2	16	0.28	0.11	13.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	98.06	3	32.69	1.59	0.2431
TRATAMIENTO	98.06	3	32.69	1.59	0.2431
Error	246.50	12	20.54		
Total	344.56	15			

Severidad 2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Severidad 2	16	0.15	0.00	12.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	147.62	3	49.21	0.70	0.5692
TRATAMIENTO	147.62	3	49.21	0.70	0.5692
Error	841.90	12	70.16		
Total	989.51	15			

Anexo 9. . Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia y severidad (III)

Incidencia 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Incidencia 3	16	0.45	0.32	17.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	414.34	3	138.11	3.33	0.0565
TRATAMIENTO	414.34	3	138.11	3.33	0.0565
Error	498.22	12	41.52		
Total	912.56	15			

Severidad 3

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Severidad 3	16	0.72	0.65	8.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1379.19	3	459.73	10.20	0.0013
TRATAMIENTO	1379.19	3	459.73	10.20	0.0013
Error	540.75	12	45.06		
Total	1919.94	15			

Anexo 10. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia y severidad (IV)

Incidencia 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Incidencia 4	16	0.57	0.46	19.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	961.69	3	320.56	5.34	0.0143
TRATAMIENTO	961.69	3	320.56	5.34	0.0143
Error	719.75	12	59.98		
Total	1681.44	15			

Severidad 4

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Severidad 4	16	0.89	0.86	6.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2216.69	3	738.90	32.69	<0.0001
TRATAMIENTO	2216.69	3	738.90	32.69	<0.0001
Error	271.25	12	22.60		
Total	2487.94	15			

Anexo 11. Análisis de varianza a los datos de las variables incidencia, severidad (V)

Incidencia 5

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Incidencia 5	16	0.71	0.64	18.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1821.17	3	607.06	9.93	0.0014
TRATAMIENTO	1821.17	3	607.06	9.93	0.0014
Error	733.94	12	61.16		
Total	2555.11	15			

Severidad 5

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Severidad 5	16	0.91	0.89	7.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4354.25	3	1451.42	39.99	<0.0001
TRATAMIENTO	4354.25	3	1451.42	39.99	<0.0001
Error	435.50	12	36.29		
Total	4789.75	15			