

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACION



“EVALUACIÓN DE CUATRO EXTRACTOS BOTÁNICOS Y DOS SUSTRATOS DE SUELO, CONTRA EL MAL DEL TALLUELO EN PLÁNTULAS DE *COFFEA ARABICA* L. RUBIACEAE “CAFÉ” EN ALMACIGO, EN FINCA SANTA ANITA”

Por:

T.P.A. Fasael Antonino Castañeda de León

Carné: 201340181

DPI: 2399364501001

Correo electrónico: antonino194@hotmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez. Septiembre de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACION



**“EVALUACIÓN DE CUATRO EXTRACTOS BOTÁNICOS Y DOS SUSTRATOS DE SUELO,
CONTRA EL MAL DEL TALLUELO EN PLÁNTULAS DE *COFFEA ARABICA* L. RUBIACEAE
“CAFÉ” EN ALMACIGO, EN FINCA SANTA ANITA”**

Por:

T.P.A. Fasael Antonino Castañeda de León

Carné: 201340181

Msc. Martin Salvador Sánchez Cruz

ASESOR – SUPERVISOR

Mazatenango, Suchitepéquez. Septiembre de 2024

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cerdón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Dominguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Ochoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
IV. MARCO TEÓRICO.....	4
1. Marco conceptual	4
1.1. Aspectos generales sobre el cultivo de café.....	4
1.1.1. Altitud	4
1.1.2. Precipitación.....	4
1.1.3. Temperatura.....	4
1.1.4. Humedad relativa	4
1.2. Semillero y almácigo de café	5
1.2.1. Semilleros.....	5
1.2.2. Selección y preparación de la semilla.....	5
1.2.3. Selección de plantas madre.....	5
1.2.4. Selección del fruto en la planta.....	6
1.2.5. La hechura del semillero.....	8
1.2.6. Tratamiento del suelo o sustrato.....	9
1.2.7. Injerto reyna o hipocotiledonar.....	10
1.2.8. Uso de propagador de semilla	10
1.2.9. Almácigos en bolsa	11
1.2.10. Sombra.....	12
1.2.11. Riego.....	12
1.2.12. Control de malezas.....	12
1.2.13. Fertilización disuelta al suelo del almácigo o método Anacafé.....	13
1.3. Mal del talluelo	14
1.3.1. <i>Rhizoctonia solani</i>	14
1.3.2. <i>Pythium</i> spp.....	15
1.3.3. <i>Fusarium</i> spp.....	16

1.3.4.	Ciclo del mal del talluelo	17
1.3.5.	Síntomas	18
1.3.6.	Formas de diseminación.....	19
1.3.7.	Condiciones favorables de la enfermedad.....	19
1.3.8.	Estrategias de manejo y control.....	19
1.4.	Descripción de plantas utilizadas para extractos botánicos	20
1.4.1.	<i>Equisetum arvense</i> L. <i>Equisetaceae</i> “cola de caballo”	20
1.4.2.	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss. <i>Meliaceae</i> “neem”	22
1.4.3.	<i>Allium sativum</i> L. <i>Amaridillaceae</i> “ajo”	24
1.4.4.	<i>Ricinus communis</i> L. <i>Euphorbiaceae</i> “higuerillo”	26
2.	Marco referencial.....	30
2.1.	Localización del experimento	30
2.2.	Descripción ecológica	30
2.2.1.	Zona de vida.....	30
2.2.2.	Suelo	31
2.2.3.	Hidrología y clima	31
v.	OBJETIVOS	32
1.	Objetivo general	32
2.	Objetivos específicos.....	32
vi.	HIPÓTESIS	33
vii.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
1.	Materiales.....	34
1.1.	Recursos financieros.....	35
2.	Metodología.....	35
2.1.	Material experimental	35
2.2.	Descripción de los tratamientos	36
2.3.	Diseño experimental	38
2.4.	Modelo estadístico	38
2.5.	Análisis de costos	39
2.6.	Unidad experimental	40
2.7.	Croquis de campo de la investigación	40
2.8.	Variables de respuesta	41
2.9.	Análisis de la información.....	41

2.9.1.	Análisis estadístico	41
2.10.	Preparación de extractos	42
2.10.1.	Extracto 1 (cola de caballo)	42
2.10.2.	Extracto 2 (neem)	43
2.10.3.	Extracto 3 (ajo)	44
2.10.4.	Extracto 4 (higuerillo).....	44
2.11.	Preparación del almacigo.....	45
2.11.1.	Aplicación de extractos botánicos en almacigo.....	47
VIII.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
1.	Almacigo.....	49
2.	Análisis de varianza	54
3.	Análisis económico (relación beneficio/costo).....	58
IX.	CONCLUSIONES.....	61
X.	RECOMENDACIONES.....	62
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
XII.	ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Página
1.	Requisitos para la selección de plantas madre y obtención de semilla.	5
2.	Nombre y características de la semilla que no se debe seleccionar para almacigo.	7
3.	Clasificación taxonómica de <i>Rhizoctonia solani</i>	15
4.	Clasificación taxonómica de <i>Pythium spp.</i>	16
5.	Clasificación taxonómica de <i>Fusarium spp.</i>	17
6.	Clasificación taxonómica de la cola de caballo	21
7.	Composición química de la cola de caballo	22
8.	Clasificación taxonómica del neem.....	23
9.	Clasificación taxonómica del ajo.....	26
10.	Clasificación taxonómica del higuero	28
11.	Resumen de los materiales necesarios para realizar la investigación.....	34
12.	Resumen de los costos de los insumos.....	35
13.	Extractos botánicos a evaluar y su código.....	35
14.	Descripción de los tratamientos.....	36
15.	Código y composición porcentual de los tratamientos	37
16.	Fórmulas para estimación de relación beneficio costo.....	39
17.	Datos recolectados en etapa de almacigo	49
18.	Datos transformados de discretos a continuos	50
19.	Comparación de resultados de los distintos tratamientos	51
20.	Análisis de la etapa de almacigo	54
21.	Prueba de media para las interacciones de ambos factores... ..	55
22.	Agrupación de interacciones para conocer qué tipo de control representan	56
23.	Estimación beneficio costo para T5 más sustrato nuevo	58
24.	Estimación beneficio costo para T7 más sustrato nuevo	58
25.	Estimación beneficio costo para T12 más sustrato nuevo	58
26.	Estimación beneficio costo para T3 más sustrato nuevo	59

27. Estimación beneficio costo para T15 más sustrato nuevo	59
28. Estimación beneficio costo para T17 (banrot) más sustrato nuevo.....	59
29. Costos de producción para almacigo con aplicación de T5	69
30. Costos de producción para almacigo con aplicación de T7	70
31. Costos de producción para almacigo con aplicación de T12	71
32. Costos de producción para almacigo con aplicación de T3	72
33. Costos de producción para almacigo con aplicación de T15	73
34. Costos de producción para almacigo con aplicación con Banrot	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
1.	Distintos tipos de semillas o granos defectuosos.....	7
2.	Semillero de Finca Santa Anita	9
3.	Almácigo de Finca Santa Anita.....	12
4.	Daño en el talluelo causado por el hongo	19
5.	Tallos de cola de caballo estériles (A), espiga de esporas (B) y tallo fértil (C).	20
6.	Árbol de neem (A), hojas de neem (B) y semillas de neem (C).....	23
7.	Sembradíos de ajo (1), semilla o diente de ajo (2) y cabezas o bulbos de ajo (3).	25
8.	Planta de higuierillo (1), hojas y fruto del higuierillo (2).	28
9.	Recorrido de Mazatenango hasta Finca Santa Anita	30
10.	Croquis de los tratamientos y sustrato utilizado en almacigo	40
11.	Pesaje y trituración de la cola de caballo.....	41
12.	Cocción y almacenamiento del extracto de cola de caballo	43
13.	Hojas y semillas de neem, trituración y almacenaje de extracto de neem	43
14.	Trituración de dientes de ajo y dilución de extracto	44
15.	Pesaje de hojas y semilla de higuierillo	45
16.	Trituración de hojas y semillas de higuierillo	45
17.	Sustrato utilizado para llenado de bolsas	46
18.	Ordenamiento de bolsas en almacigo y sistema de riego	46
19.	Selección de plantas para injertar en el almacigo	47
20.	Ordenamiento de tratamientos y aplicación de los mismos	48
21.	Grafica de barras de interacción de fungicidas y sustrato reciclado.....	52
22.	Grafica de barras de interacción de fungicidas y sustrato nuevo	52
23.	Vista de hongos <i>Pythium</i> y <i>Fusarium</i> a través de microscopio	53
24.	Grafica de barras comparando el control de las interacciones (A*B)	57
25.	Recolección de fruto, prueba de flote, y despulpe de semilla de café	66
26.	Recolección y pesaje de higuierillo y neem	66
27.	Obtención y preparación de la cola de caballo y ajo.....	66

28. Bolsas apiladas para delimitar los bloques y repeticiones	67
29. Identificación de los tratamientos por cada bloque	67
30. Aplicación de extractos o fungicidas a plantas del almacigo.....	67
31. Montaje de planta y suelo para observación de hongos	68
32. Obtención y aplicación de fungicida químico	68
33. Plantas iniciando y completando etapa fenológica “cola de perico”	68

Resumen

Finca Santa Anita, desde el año 2000 hasta el año 2020 ha detectado un 7% de bajas significativas en las primeras etapas de la plántula de *C. arabica*, por problemas de hongos en el suelo. A pesar de que en esta finca utilizan productos para controlar el desarrollo y propagación de estos, por lo cual desean implementar nuevas técnicas de control, que impliquen un gasto menor y a su vez que sea menos contaminante para el medio ambiente.

Es por ello que se evaluaron cuatro plantas con propiedades antifúngicas para realizar extractos las cuales fueron: *Equisetum arvense*, Cola de Caballo, *Azadirachta indica*, Neem. *Allium sativum*, Ajo. *Ricinus communis*, Higuerrillo, Así mismo se evaluó en conjunto con dos sustratos, uno nuevo y el otro reciclado.

Tal evaluación pretendió distinguir cuál de los extractos presenta un 90% del control en hongos del suelo, a su vez que sustrato es mejor, y cuál de las interacciones de extracto – sustrato controlan los hongos del suelo, y si estos son más rentables que la utilización del control convencional.

Se pudo establecer que la interacción de extracto-sustrato nuevo, tuvo un mejor control que el convencional, ya que presentó mayor del 90% del control y siendo más económica su utilización por lo tanto se recomienda su implementación en los futuros almácigos que realice la finca.

Summary

Farm Santa Anita, from 2000 to date, has detected 7% significant losses in the first stages of the *C. arabica* seedling, due to fungal problems in the soil. Although on this farm they use products to control their development and spread. For this reason, they want to implement new control techniques that involve less expense and at the same time are less polluting for the environment.

That is why 4 plants with antifungal properties were evaluated to make extracts, which are: *Equisetum arvense*. Horsetail, *Azadirachta indica*, Neem. *Allium sativum*, Garlic. *Ricinus communis*, Higuerrillo, was also evaluated together with 2 substrates, one new and the other recycled.

Such evaluation aims to know which of the extracts has 90% control of soil fungi, which substrate is better, and which of the extract-substrate interactions control soil fungi, and if these are more profitable than the use of conventional control.

It was found that the interaction of extract-new substrate had better control than the conventional one, since it presented greater than 90% of the control and its use was more economical, therefore its implementation is recommended in future seedbeds carried out by the farm.

I. INTRODUCCIÓN

Finca Santa Anita está ubicada en el municipio de Zunilito del departamento de Suchitepéquez, a 175 km de la ciudad de Guatemala, en las coordenadas latitud norte 14°39'2.16" y longitud oeste 91°29'34.1", a 1,198 metros sobre el nivel del mar msnm, con una extensión territorial de 135.39 hectáreas de las cuales 131.45 están ocupadas con el cultivo de *Coffea arabica* L. *Rubiaceae* "Café", con las variedades Catuaí y Sarchimor.

En la Finca para la renovación de sus plantaciones elaboran su propio semillero de donde obtienen plántulas para injertar y formar el almácigo. No obstante, existen problemas con la enfermedad mal del talluelo en el almácigo, afectando en un 7% las plántulas injertadas y sembradas en bolsas, siendo las variedades Catuaí, Sarchimor y Robusta las afectadas. Para la disminución de este problema, Finca Santa Anita realiza una única aplicación con los productos Mancozeb (I.A. complejo polimérico de etileno ditiocarbamato manganoso con sales de zinc) y Banrot (I.A. Triazol + Metil Tiofanato) para la desinfección del suelo y también como método preventivo para enfermedades fungosas en el almácigo. Sin embargo, la finca está implementando métodos de elaboración de productos orgánicos que conlleven a una agricultura más sostenible con el medio ambiente y es por ello que se pretende implementar la elaboración de fungicidas orgánicos a base de extractos botánicos de plantas como *Equisetum arvense* L. *Equisetaceae* "Cola de Caballo", *Azadirachta indica* A. Juss. *Meliaceae* "Neem", *Allium sativum* L. *Amaridillaceae* "Ajo" y *Ricinus communis* L. *Euphorbiaceae* "Higuerillo.

Para ello se implementó un diseño experimental bifactorial con arreglo de bloques al azar, además una prueba de medias de Tukey al 5% para determinar si existen diferencias significativas con lo cual se pretende evaluar los productos a elaborarse dentro de la finca y así poder implementarlos en elaboraciones de almácigos futuras.

II. JUSTIFICACIÓN

Finca Santa Anita solo realizaba la aplicación de productos químicos como I.A. Triazol + Metil Tiofanato (banrot) para la prevención y control de hongos en las primeras etapas de la planta (semillero y almácigo) de *C. arabica*, pero, sin embargo, se ha detectado que tienen una pérdida de plantas de un 7% causadas por el mal del talluelo. Es por lo que la unidad desea implementar nuevas alternativas para el control de hongos que dañan su semillero y almácigo.

Finca santa Anita deseaba implementar la utilización de fungicidas orgánicos que puedan minimizar de forma significativa el daño provocado por el mal del talluelo en las plántulas recién injertadas de su almácigo. Para disminuir las bajas y pérdidas económicas que representan los daños ocasionados por el mal del talluelo.

Al implementar estos fungicidas se desea tener una reducción de costos en el manejo de las plántulas de la etapa ya mencionada, ya que su utilización es mucho más barata que la de un producto químico.

Es por lo que la finca ha empezado a optar por productos orgánicos como los fungicidas sino también en abonos con la finalidad de tener una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente

III. MARCO TEÓRICO

1. Marco conceptual

1.1. Aspectos generales sobre el cultivo de café

1.1.1. Altitud

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

1.1.2. Precipitación

La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes para el buen desarrollo del cafeto. Con menos de 1000 milímetros anuales se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente; además, un período de sequía muy prolongado propicia la defoliación y en última instancia la muerte de la planta. (CICAFE, 2011)

Con precipitaciones mayores de 3000 milímetros la calidad física del café oro y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada; además el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso. (CICAFE, 2011)

1.1.3. Temperatura

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

1.1.4. Humedad relativa

Cuando la humedad relativa alcanza niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas. (CICAFE, 2011)

1.2. Semillero y almácigo de café

1.2.1. Semilleros

Es el medio utilizado para la siembra de la semilla. El objetivo básico es obtener plantas de café, sanas, vigorosas y de alta producción. Esto se logra al seleccionar semilla que garantice los resultados deseados. El proceso de selección debe iniciarse desde la obtención de plantas madre de la variedad elegida considerando sus características físicas propias, su adaptabilidad y capacidad de producción. Es importante implementar programas de injerto, utilizando los métodos Reyna o hipocotiledonal. (Monroig.2018)

1.2.2. Selección y preparación de la semilla

La práctica de selección tiene como objetivo escoger adecuadamente las mejores semillas para obtener una buena viabilidad y plantas de alta calidad que aseguren al máximo el éxito de las futuras plantaciones. Un arbusto de café sano, vigoroso, resistente a las plagas y altamente productivo sólo se logra mediante una selección, procesamiento y almacenamiento apropiado de la semilla a usarse. (Monroig.2018)

1.2.3. Selección de plantas madre

Tabla 1. Requisitos para la selección de plantas madre y obtención de semilla.

No.	Requisito
1	Lotes o piezas de una sola variedad.
2	Arbustos de 6 a 10 años con varias cosechas.
3	Arbustos con estabilidad de alta producción.
4	Arbustos sanos y vigorosos con características representativas de la variedad.
5	Arbustos libres de ataque de plagas y enfermedades.
6	No obtener semillas de arbustos ubicados en los bordes de los lotes.

Fuente: F. Monroig, (2018).

1.2.4. Selección del fruto en la planta

Se recolectan los frutos en su estado óptimo de madurez cereza (color rojo) concentrándose en la sección de mayor producción en la planta y la bandola durante ese año. Los frutos que no estén completamente maduros tienen un porcentaje de germinación más bajo. Evitar cosechar los frutos de los extremos de las bandolas para minimizar el efecto de la polinización cruzada y mantener la fidelidad al tipo que se desea propagar. (Monroig.2018)

Haga pruebas de flotación en distintas plantas echando cien (100) frutos al azar en un envase con agua. Si flotan más de 5 granos la semilla no debe utilizarse para propagación ya que indica un alto porcentaje de granos vanos. Ésta es una característica indeseable que se hereda en la progenie. Esto tiene como consecuencia bajos rendimientos del café oro. (Monroig.2018)

1.2.4.1. Despulpado

Consiste en separar la cáscara o pulpa del fruto de las semillas. Esta tarea debe realizarse el mismo día que se recolectan los frutos para evitar daños por la sobre fermentación. (Hernández, 2017)

Tome las precauciones necesarias para evitar que la despulpadora dañe el pergamino o la semilla, esto puede traer problemas con ataques de hongos en el lugar de almacenamiento. (Hernández, 2017)

1.2.4.2. Fermentado

Se debe tener el cuidado de que no haya sobre fermentación, para evitar daños en el embrión de la semilla. (Monroig.2018)

1.2.4.3. Lavado

Hay que realizarlo con agua limpia y luego hacer la segunda selección de granos vanos en estado de pergamino húmedo, separando los granos que floten. (Monroig.2018)

1.2.4.4. Secado

Debe hacerse a la sombra, en capas delgadas. Resulta mejor hacerlo en parihuelas con marco de madera y cama de material plástico, como zaranda o cedazo. Esto permite un secado más uniforme. La semilla debe quedar entre 25% y 28% de humedad. (Hernández, 2017)

1.2.4.5. Selección final de la semilla

Se debe hacer una última selección de la semilla para eliminar los granos defectuosos.

Tabla 2. Nombre y características de la semilla que no se debe seleccionar para almácigo de café.

Nombre	Características
Caracol	Es cuando el fruto de café no se separa y la semilla queda como monocotiledónea.
Triángulo	Es cuando el fruto de café posee tres semillas en su interior formando un triángulo.
Brocado (grano negro)	Consiste en la pudrición del fruto de café por efecto de que la broca se ha comido el embrión.
Quebrada	Es cuando al momento de despulpar el fruto de café los despulpadores quiebran la semilla por una inadecuada calibración haciendo que se pierda el embrión.

En el campo estas semillas o granos defectuosos se pueden distinguir muy fácilmente.

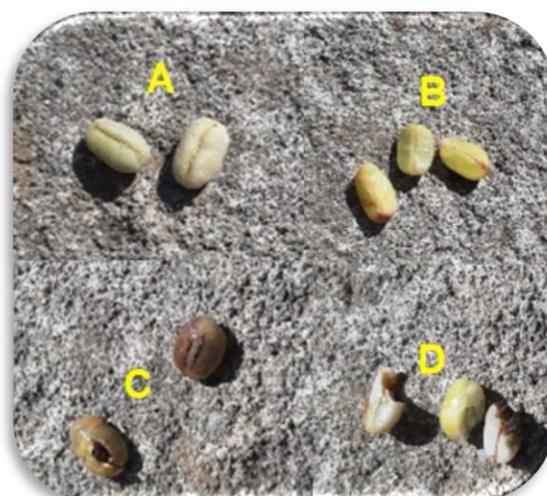


Figura 1. Distintos tipos de semillas o granos defectuosos como caracol (A), triángulo (B), brocado (C) y quebrado (D).

1.2.4.6. Envasado y almacenaje

Se debe envasar en costales de manta, yute, kenaf o henequén y ser almacenado en un lugar fresco, cuidando que la temperatura en cuarto cerrado no suba de unos 27°C (80.6°F). Si se quiere tener almacenado por más tiempo, de unos 3 a 6 meses, debe envasarse con un contenido de humedad entre 20% y 25%, en bolsas de polietileno grueso, de 4 a 6 milésimas, y almacenarla en un ambiente que no suba de los 22°C (71.6°F). Esto se puede lograr subiéndola a localidades de mayor altitud. Cada semana, debe revisarse y ventilarse para controlar los mohos. (Hernández, 2017)

Dependiendo del tamaño y peso de la semilla de cada variedad, una libra debe tener de 1200 a 2000 granos (semillas); un estimado práctico es de 1200 plántulas por libra de semilla. (Hernández, 2017)

El período de longevidad para semilla indicado anteriormente corresponde a las variedades cultivadas de la especie *C. arabica* Borbón, Caturra, Catuaí, etc. En el caso de semilla de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner Rubiaceae (Café Robusta), su longevidad es más corta, aún bajo condiciones adecuadas de almacenaje, debiendo programar la hechura de semilleros de *C. canephora*, con semilla que no tenga más de 3 meses de almacenaje. Las diferencias de longevidad entre *C. arabica* y *C. canephora* son de naturaleza genética, atribuido a un mayor contenido de materia grasa en la semilla de *C. arabica*. (Hernández, 2017)

1.2.5. La hechura del semillero

Cafetales sanos, vigorosos, de alta producción y rendimiento se consiguen si se aplican todas las prácticas culturales y cuidados necesarios desde el comienzo. De ahí la importancia de haber seleccionado adecuadamente las semillas de variedades de alta producción, buenos rendimientos y libres de plagas y enfermedades, de manera que aseguremos altas posibilidades de éxito en la empresa a desarrollar. (Monroig.2018)

El germinador o semillero de café es el paso siguiente a la selección y beneficiado de la semilla. En éste se colocan las semillas en un ambiente adecuado para su germinación, desarrollo de raíces, tallos y hojas. Si la semilla es fresca pueden obtenerse plántulas listas para el trasplante a los 2 a 3 meses después de la siembra. (Monroig.2018)

Según Hernández, (2017) el sustrato del semillero debe estar compuesto por una capa de un mínimo de 20 centímetros de espesor de arena de río o arena blanca y en relación a la selección del lugar, este debe ser un sitio plano, seco, soleado, de fácil acceso y con disponibilidad de agua para riego.

Según Hernández, (2017) el sustrato debe estar libre de materia orgánica; de preferencia con textura arenosa o franco – arenosa, volteado, revuelto y mullido; tamizado o libre de objetos extraños y terrones; en camas o tabloncillos de suelo de 20 centímetros de profundidad, de 1 metro a 1.20 metros de ancho, y de un largo necesario para la cantidad de semilla a sembrar. En forma práctica se calcula una libra de semilla por metro cuadrado. Los taludes deben ser protegidos con materiales como madera, bambú o block.



Figura 2. Semillero de Finca Santa Anita

La hechura del semillero se basa en algunas teorías utilizadas por la administración de la finca, con la utilización de materiales de fácil acceso.

1.2.6. Tratamiento del suelo o sustrato

El sustrato utilizado para hacer semilleros debe ser tratado, para eliminar la presencia de organismos y microorganismos, tales como insectos, hongos, bacterias y nematodos. La manera más fácil y eficaz de eliminar todos estos agentes potenciales de futuros daños, es por medio de la desinfección y desinfestación del suelo. (Hernández, 2017)

De acuerdo con lo que especifica o indica Hernández, (2017) en la elaboración de semilleros, la Finca en la actualidad si realiza lo que son sustratos para tener un mejor desarrollo radicular de la planta, además tiene identificado las variedades de café que posee el semillero para tener un mejor control de lo que se llevara a campo definitivo y la compatibilidad en el injerto. Así mismo, realizan la práctica de desinfección de sustrato 3 días antes de colocar las semillas en las camas germinadores mediante aplicación de In. Act. Triazol + Metil Tiofanato (banrot) en dosis de 4 onzas por mochila de 16 litros tal como lo recomienda Anacafé. El sistema de siembra que utiliza la finca es al voleo y luego de la siembra es cubierto con una lona hecha de rafia de polietileno, aplicándole riegos a cada tres días.

Aproximadamente a los 75 días después de la siembra es levantada la lona ya que es el período de germinación de las semillas. La época en que se realiza la siembra en Finca Santa Anita es en el mes de enero y se realiza la siembra de la variedad Robusta 15 días antes de la variedad que se desea explotar. (Hernández, 2017)

1.2.7. Injerto reyna o hipocotiledonar

El injerto de *C. arabica* empleando como patrón *C. canephora* ha demostrado ser el mejor método, por su resistencia varietal al ataque de nematodos, también para lograr vigor y longevidad. (Hernández, 2017)

La hechura del semillero de *C. canephora* debe realizarse 15 días antes del semillero de la variedad de *C. arabica* que va a injertarse, para tener un tallo bien desarrollado. (Hernández, 2017)

Dependiendo de la zona del país, el injerto se puede hacer a los 60 días después de la siembra de las dos variedades, teniendo el cuidado de realizarlo en estado de soldadito, es decir con los cotiledones emergidos, pero no expandidos y con la testa de la semilla en el ápice debido a que el tejido del tallo aún no se ha lignificado y se evita la transpiración de la planta. (Hernández, 2017)

1.2.8. Uso de propagador de semilla

Según Hernández, (2017) después de ejecutar el injerto, es conveniente utilizar un propagador. Este consiste en un tablón con las dimensiones similares a las de un

semillero y con un suelo franco, en el cual se realiza la siembra del soldadito injertado, dejando una distancia de 2.5 cm entre plantas y 8 cm entre hileras. Con ello se logra un mejor control de humedad del suelo, de sombra y por consiguiente una mejor selección de los cafetos que serán trasplantados a la bolsa. Los soldaditos pueden permanecer por un periodo de entre 30 y 45 días en el propagador, y luego ser trasplantados.

1.2.9. Almacigos en bolsa

1.2.9.1. Bolsa

Según Hernández, (2017) la más adecuada es la bolsa de polietileno negro, perforada, de las siguientes medidas: de 2 milésimas de grosor y de 7 x 10 pulgadas, para una postura.

1.2.9.2. Suelo para sustrato

Utilizar suelos provenientes de áreas que permitan hacer cortes profundos y hacer mezclas con arena, pulpa y/o gallinaza, para obtener un sustrato adecuado para llenar las bolsas y que proporcione condiciones óptimas para el buen desarrollo de las plantas. (Hernández, 2017)

1.2.9.3. Ordenamiento de las bolsas

Se colocan en hileras dobles con calles de entre 40 y 50 cm de ancho. Si se tiene preferencia por sembrar dos cafetos por bolsa, conviene alinearlos en la misma dirección de las hileras de las bolsas. Las bolsas deben enterrarse a una profundidad que depende de la temperatura y humedad del ambiente y del suelo. Entre más caliente y seco, mayor será la profundidad a que se entierran las bolsas. La disponibilidad de riego y regulación de la sombra permitirán menor profundidad, con ahorro de trabajo y costos. (Hernández, 2017)

Según Hernández, (2017) la profundidad, la textura del suelo, el agua de lluvia o de riego y la exposición al sol, determinarán el grado de compactación de las bolsas, lo cual afecta mucho el desarrollo del cafeto. El suelo en la bolsa debe mantenerse suelto, esto se logra presionando periódicamente la bolsa con los dedos.



Figura 3. Almacigo de Finca Santa Anita.

El ordenamiento de los almacigos elaborados en la finca con la implementación de sombra utilizando plantas conocidas como Gigantes, estas se ordenan en hileras doble dejando cincuenta centímetros entre hileras (calle), para que el personal puede caminar y realizar las distintas labores agrícolas.

1.2.10. Sombra

Dependiendo de las condiciones de la finca, se puede utilizar sombra viva o muerta (tapesco). Las especies por usar como sombra viva deben ser de rápido crecimiento, de fácil manejo y que permitan la penetración uniforme de la luz, como la hoja de palma y la malla sarán. (Hernández, 2017)

1.2.11. Riego

Según Hernández, (2017) la época más adecuada para establecer los almacigos es al inicio de la época lluviosa, que empieza a partir de mayo para la mayoría de las regiones; aunque esto tiene mucho que ver con la edad, el tamaño y la época en que se desea hacer el trasplante al campo definitivo.

El riego es de vital importancia en los días secos de invierno, así mismo durante todo el verano. Cualquiera que sea el equipo y el sistema, debe ponerse especial atención en la humedad adecuada. La frecuencia depende del suelo y del ambiente. (Hernández, 2017)

1.2.12. Control de malezas

El control de malezas puede realizarse en forma manual o química. Para disminuir la incidencia de las malezas, se puede utilizar un valioso recurso para su control, como es

el uso de cobertura en las calles entre las hileras, y utilizar cascabillo de café (pergamino), aserrín o arena blanca, sobre el suelo de la bolsa. (Hernández, 2017)

1.2.13. Fertilización disuelta al suelo del almácigo o método Anacafé

Según Hernández, (2017) consiste en disolver el fertilizante y aplicarlo con aspersor de mochila al suelo; para ello se quita la boquilla de la lanza y se mantiene baja la presión de la bomba para no salpicar las hojas. La fórmula de fertilizante utilizada es sobre la base de un análisis de suelos. Las fórmulas tradicionales (N - P - K) son (20 - 20 - 0), (16 - 20 - 0) y (18 - 46 - 0).

Sin embargo, actualmente en la Finca para fortalecer la parte maderable de la plántula y darle más robustez a la misma se está aplicando fertilizante del tipo (10 - 30 - 10) o bien el (12 - 24 - 12). La disolución en agua es a una concentración del 3%, equivalente a 30 gramos por cada litro de agua, es decir (6000 gr/tonel de 200 litros, lo cual es igual a 6 kg/ha). La solución se aplica al suelo, a razón de 50 centímetros cúbicos/bolsa por aplicación. Deberán hacerse de cuatro a cinco aplicaciones, a partir de un mes después de la siembra. Este 3% en 50 cm³ de solución, equivale a 1.5 gramos de fertilizante por bolsa. Se disuelven 13.5 libras de fertilizante en un tonel de 200 litros de agua. Antes de aplicarlo deberá verificarse que el suelo esté húmedo y que las bocas de las bolsas estén abiertas (no dobladas hacia adentro). (Hernández, 2017)

El sustrato utilizado por la Finca para el llenado de bolsas es preparado mediante la utilización de sustratos como: gallinaza y pulpa de café y utilizando tierra como complemento utilizando para ello un quintal de tierra, 25 libras de gallinaza y 25 libras de pulpa. Una vez preparado el sustrato se prosigue al llenado y apilado de las bolsas en el almácigo debido a que el trasplante se hace directo a las bolsas. En la Finca se utilizan bolsas de 2 milésimas de grosor y de 7 x 10 pulgadas las cuales se apilan en hileras dobles y son enterradas 5 centímetros. (Hernández, 2017)

Una vez colocadas las bolsas en el almácigo se prosigue a realizar la siembra de plantas de *Ricinus communis* L. *Euphorbiaceae* (Higuerillo) debido a que es de rápido crecimiento y ayuda a establecer la sombra apropiada para el desarrollo correcto de las plantas. (Hernández, 2017)

Según Anacafé, (2014) una vez establecidas las bolsas en el área del almácigo se procede a desinfectar el sustrato tres días antes de realizar la siembra a la bolsa mediante la utilización de Triazol + Metil Tiofanatil en dosis de 113.4gr por mochila de 16 litros. Seguidamente se prosigue a seleccionar las plántulas tanto del patrón y la variedad comercial que se desea propagar para ser injertadas.

El injerto se realiza a los 70 días aproximadamente después de la germinación mediante el injerto Reyna del cual la parte aérea debe estar en etapa de soldadito y el injerto se cubre con parafilm el cual se degrada fácilmente. (Hernández, 2017)

Una vez injertado se siembra en las bolsas, esto se realiza en el mes de enero aprovechando el inicio de la época lluviosa. El control de la maleza dentro del almácigo se elabora de forma manual extrayendo las plantas no deseadas que están creciendo junto a la plántula de café y se hace antes de efectuarse la fertilización.

1.3. Mal del talluelo

Es producida por los hongos *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn *Agraciomycetide*, *Pythium* spp. *Pythiaceae* y *Fusarium* spp. *Nectriaceae*.

1.3.1. *Rhizoctonia solani*

1.3.1.1. Biología

Este fitopatógeno se presenta en casi todos los suelos porque tiene una amplia gama de hospedantes, se desarrolla a temperaturas muy diversas en zonas cálidas, templadas y frías, encontrándose tanto superficialmente como en estratos profundos del suelo.

En la naturaleza *Rhizoctonia solani* se reproduce asexualmente y existe como micelio vegetativo, el cual forma estructuras de resistencia o esclerocios, que son masas de hifas estrechamente entrelazadas con superficies duras y resistentes. El estado sexual de este fitopatógeno se conoce como *Thanatephorus cucumeris*.

1.3.1.2. Clasificación taxonómica

La clasificación taxonómica del hongo *Rhizoctonia solani* se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de *Rhizoctonia solani*.

Taxón	Nombre
Clase	Basidiomycetes.
Subclase	Agraciomycetidae.
Orden	Polyporales.
Familia	Corticiaceae.
Género	<i>Rhizoctonia</i> .
Especie	<i>R. solani</i> .

Fuente: Gbif.org, (2021).

Es muy importante conocer la taxonomía de los hongos que afectan a los cultivos; ya que con esto se sabe que métodos de control se pueden utilizar. Como lo muestra el cuadro No. 3.

1.3.1.3. Morfología del patógeno

Posee un micelio de rápido crecimiento, de color café y de 6 – 10 µm de diámetro en hifas adultas, con ramificaciones en ángulos rectos, el micelio es incoloro en estado joven, pero se torna amarillento o café claro a medida que madura, pero todas las colonias maduras muestran algún tono de color café. Las hifas del micelio se dividen en células individuales mediante un septo tipo dolíporo, que permite el movimiento del citoplasma, mitocondrias y núcleos de una célula a otra, este tipo de septo es una característica prominente, uniforme y confiable de esta especie de patógeno.

1.3.1.4. Distribución geográfica

Es un hongo del suelo que se encuentra por todo el mundo y en prácticamente en todos los tipos de suelo.

1.3.2. *Pythium* spp.

1.3.2.1. Descripción

El *Pythium debaryanum* ataca el ciclamen sobre todo en el estadio de siembra antes y después de la germinación. El tallo de la plántula afectada se tumba. El último estadio de la infección es la pudrición de la semilla.

Los hongos del género *Pythium* son de los Ficomycetos, caracterizados por un micelio desprovistos de compartimentos. Estos hongos son obligatoriamente adheridos a los

vegetales. Su desarrollo se efectúa en el interior de los tejidos de la planta. El micelio circula entre las células y emite unas cepas llamadas haustorios en el interior de las mismas para alimentarse. Estos son hongos primitivos caracterizados por el hecho de que el agua líquida es indispensable para desarrollarse (agua en la superficie del suelo). Forman parte del orden de los Peronosporales, de la familia de los Pytiaceos. Son capaces de reproducirse sexualmente (bajo forma de oosporas) además de una reproducción asexual.

Los Pytiaceos son considerados como parásitos de debilidad que aprovechan las condiciones fisiológicas desfavorables de la planta. Este hongo existe prácticamente siempre en el medio radicular.

1.3.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 4. Clasificación taxonómica de *Pythium spp.*

Taxón	Nombre
Clase	Oomycetes.
Orden	Pythiales.
Familia	Pythiaceae.
Género	<i>Pythium</i> .
Especie	<i>Pythium. spp.</i>

Fuente: Gbif.org, (2021).

1.3.3. *Fusarium spp.*

1.3.3.1. Descripción

Es un extenso género de hongos filamentosos ampliamente distribuido en el suelo y en asociación con plantas. La mayoría de las especies son saprófitas y son unos miembros relativamente abundantes del microbiota del suelo. Las esporas del hongo son fácilmente reconocibles al microscopio por su forma de medialuna o de canoa. Algunas especies producen micotoxinas en los cereales y que pueden afectar a la salud de

personas y animales si estas entran en la cadena alimentaria. Las principales toxinas producidas por estas especies de *Fusarium* son fumonisinas, tricotecenos y zearalenona.

Son patógenos facultativos (saprófitos facultativos), capaces de sobrevivir en el agua y suelo alimentándose de materiales en descomposición. Son importantes agentes de contaminación en los laboratorios de microbiología. Algunas especies son fitopatógenas causando la enfermedad conocida como fusariosis.

1.3.3.2. Clasificación taxonómica

Tabla 5. Clasificación taxonómica de *Fusarium spp.*

Taxón	Nombre
Clase	Sordariomycetes.
Orden	Hypocreales.
Familia	Nectriaceae.
Género	<i>Fusarium</i> .
Especie	<i>Fusarium. spp.</i>

Fuente: Gbif.org, (2021).

Se describe la clasificación de uno de los hongos que atacan a las plántulas de café, pudriendo la raíz y la base del tallo, es por lo que es importante saber de su clasificación taxonómica.

1.3.4. Ciclo del mal del talluelo

Inicialmente los esclerocios presentes en el suelo son estimulados por exudados producidos por la actividad de crecimiento celular de las plantas y por la descomposición de residuos orgánicos. Estos emiten micelio que al entrar en contacto con la planta ataca la superficie externa; el proceso de infección es promovido por la producción de diferentes enzimas extracelulares que degradan varios componentes de la pared celular de las plantas como la celulosa, la cutina y la pectina.

Después de este primer ataque el hongo continúa su desarrollo en la superficie externa de la planta causando la enfermedad por la formación de apresorios que penetran las células vegetales tomando nutrientes de ésta para continuar su crecimiento y desarrollo.

Como el hongo destruye las células de las plantas, las hifas continúan el crecimiento y colonización del tejido muerto, muchas veces formando nuevos esclerocios. El nuevo inóculo es producido dentro o fuera del tejido del hospedero, repitiéndose sucesivamente nuevos ciclos cuando nuevos tubérculos de semilla y el material vegetal están disponibles.

1.3.5. Síntomas

Este patógeno provoca la pudrición de las semillas, haciendo que las plántulas no emerjan o caigan poco después de emerger. Las áreas en la base del talluelo se llenan de agua y se decoloran.

El ataque de estos hongos, solos o asociados se da en el semillero y se nota por los parches de tallitos doblados y cabecitas negras podridas o reducción del diámetro del tallo al nivel del suelo, con constricciones oscuras en esta parte del tallo, así también, cuando abre su par de hojas cotiledonales (mariposa) y cuando ya se tiene su primer par de hojas (cola de perico).

Los síntomas típicos son lesiones café oscuras en la base del tallo, las plantitas se marchitan, se doblan y luego mueren, generalmente en parches. A menudo en el estado de soldadito, esta etapa se reconoce cuando la planta recién germina y aun no brotan sus hojas cotiledonales, las hojas se doblan hacia abajo, pero los tallos permanecen erguidos. Las lesiones también aparecen en forma de constricción negruzca en el tallo, al nivel del suelo, en la parte superior de éste y cerca de los cotiledones.



Figura 4. Daño en el talluelo causado por el hongo.
Fuente: CENICAFE, (s/f).

Se observan los daños provocados por los hongos que causan el mal del talluelo en las plántulas de café, pudriendo la base del tallo provocando así el acame de estas y bajas en los semilleros y almácigos.

1.3.6. Formas de diseminación

En la naturaleza los hongos fitopatógenos se diseminan por el viento, lluvia, agua del suelo, semillas y vectores. Además, el hombre puede dispersarlos de diversas maneras transportando suelo, material vegetal u otro material contaminado.

1.3.7. Condiciones favorables de la enfermedad

Se desarrolla bien en suelos pesados, húmedos, ácidos, y mal drenados. Temperaturas mayores de 25°C favorecen al desarrollo de la enfermedad. Tiene gran capacidad saprófita, logrando sobrevivir en forma de esclerocios por largos períodos de tiempo en condiciones desfavorables. Así también suelos con altos contenidos de materia orgánica favorecen los ataques, por su alto potencial saprófito este hongo puede sobrevivir sobre materia orgánica durante tres años.

1.3.8. Estrategias de manejo y control

A nivel de campo las rotaciones de cultivo con cereales, la fumigación y solarización del suelo pueden ayudar a reducir el Mal del Talluelo.

1.4. Descripción de plantas utilizadas para extractos botánicos

1.4.1. *Equisetum arvense* L *Equisetaceae* “cola de caballo”

La familia de las equisetáceas, también conocida como la familia de la cola de caballo, es una familia fácilmente diferenciada por su morfología y apreciada, además, por ser de fácil acceso debido a que se encuentra en casi cualquier parte del mundo.

1.4.1.1. Descripción

Hierba perenne por medio de un rizoma de color negro. Tallos aéreos erectos de 20 a 60 cm de longitud y articulados, con nudos bien marcados y entrenudos de superficie estriada longitudinalmente. Hojas de tipo microfilo (pequeñas, con un nervio medio no ramificado), fusionadas formando vainas en los nudos, con 6 a 12 dientes negruzcos. Tallos aéreos de dos tipos, los fértiles aparecen en primavera y no están ramificados, tienen unos 5 mm de diámetro y llevan las escamas esporangíferas (esporangióforos), peltadas y agrupadas en un estróbilo terminal de hasta 3 cm de longitud (ver figura 5, letra B y C).

Los tallos vegetativos en cambio no llevan esporangióforos, están muy ramificados, son verdes (ver figura 5, letra A) y comienzan a desarrollarse cuando las anteriores ya han dispersado sus esporas y comienzan a marchitar. El segundo entrenudo basal de cada rama es claramente más largo que la vaina de microfilos.

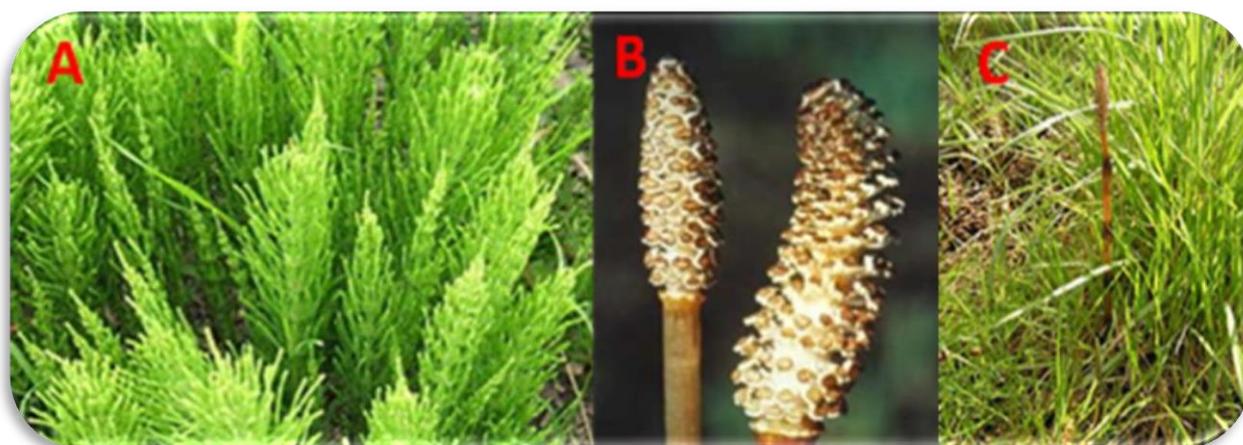


Figura 5. Tallos de cola de caballo estériles (A), espiga de esporas (B) y tallo fértil (C).

Fuente: Trópicos, (2020).

Se detallan las partes de la planta que se utilizan para la elaboración de distintas soluciones, ya sean tes o fungicidas.

La cola de caballo *E. arvense* se utiliza como fungicida (control de hongos) por su alto contenido en sílice junto con la presencia de una saponina tóxica para los hongos llamada equisetonina, las cuales son eficaces para el control de diversos tipos de hongos que infectan a la planta como: la Roya (heridas en las hojas), Oidiosis (polvo blanco sobre las hojas), Mildiu (manchas blanquecinas debajo de las hojas), *Phytophthora spp.* (Putridión y marchitez de plantas), *Septoria* (manchas oscuras en hojas), *Botrytis spp.* (Putridión de brotes, flores y frutos), *Alternaria* (manchas oscuras en hojas), etc.

Su principal mecanismo de acción se basa en que favorece el engrosamiento de las paredes celulares, lo que impide la penetración de los hongos. Su uso se recomienda tanto como preventivo (evita que el hongo se instale en la planta), como curativo (Elimina al hongo ya instalado en la planta debido al sílice y el conjunto de saponinas). (Agrolanzarote, s/f)

1.4.1.2. Clasificación taxonómica

Tabla 6. Clasificación taxonómica de la cola de caballo.

Taxón	Nombre
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Equisetidae Warm.
Orden	Equisetales DC. ex Bercht. & J. Presl
Familia	Equisetaceae Michx. ex DC.
Género	<i>Equisetum L.</i>
Especie	<i>Equisetum arvense L.</i>

Fuente: Trópicos, (2020).

La planta pertenece a una especie de plantas medicinales.

1.4.1.3. Composición química

Al igual que su morfología, la composición química del *E. arvense* es considerada como inusual, pudiendo encontrar ácidos, glucósidos saponínicos, flavonoides, entre otros.

Tabla 7. Composición química de la cola de caballo.

Familia	Compuesto Químico
Ácidos	Silícico Oxálico Málico Equisético Gálico
Glucósido saponínico	Equisetonósido
Alcaloides	Nicotina
Óxido	Sílice
Ácidos fenólicos	Apigenina 5-O-glucósido Metil-esteres de protocatecuico 5-O- cafeoilshikímico Ácido meso tartárico monocafeoil Ácido meso tartárico dicafeoil
Flavonoides	Quercetina Isoquercetina Quercetina 3-O-glucósido Quercetina 3-O- (6"-O-malonilglucósido) Kaempferol 3-O-glucosido
Terpenos	1,8 Cineol Linalool Timol Alcanfor

Fuente: Blanca del Noval, (2017).

La autora indica algunos de los compuestos que posee la cola de caballo, siendo así una de las mejores plantas medicinales con propiedades antifúngicas.

1.4.2. *Azadirachta indica* A. Juss. Meliaceae “neem”

1.4.2.1. Descripción

A. indica es un árbol perteneciente a la familia Meliaceae originario de la India y de Birmania, que sólo vive en regiones tropicales y subtropicales. Ha sido introducido para cultivo en otros países como Asia, África, América, Australia y las islas del Sur del Pacífico.

Es un árbol de tamaño mediano a grande, caracterizado por su tronco corto y recto, de hojas alargadas y pinadas (ver figura 6, letra A y B). Las flores aparecen en panículas

estrechas y ramificadas de 5 a 15 cm de largo, las flores individuales están compuestas de 5 lóbulos de cáliz redondeados y de un color pálido, florece entre marzo y mayo. Los frutos tienen forma de aceituna (drupas) de 1 a 2 cm de largo, lisas y de un color de amarillo verdoso a amarillo cuando maduran, tal como se observa en la figura.



Figura 6. Árbol de neem (A), hojas de neem (B) y semillas de neem (C).
Fuente: Pineda, (2020).

Se ilustra las partes o la conformación del árbol de neem, en donde se detallan pueden ver sus hojas y semillas, las cuales son las que poseen propiedades antifúngicas por lo cual fueron las utilizadas en esta investigación.

1.4.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 8. Clasificación taxonómica del neem.

Taxón	Nombre
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Sapindales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	Meliaceae Juss.
Género	<i>Azadirachta</i> A. Juss.
Especie	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.

Fuente: Trópicos, (2020).

Se describe la clasificación del neem, esto con la finalidad de conocer la familia y especie a la que pertenece y saber de sus propiedades benéficas en la agricultura.

1.4.2.3. Composición química

Los componentes principales de *A. indica* son los esteroides, alcaloides, flavonoides, glucósidos y primordialmente terpenoides existiendo en un número aproximado de 100.

Los limonoides (triterpenoides) de mayor importancia por su concentración y actividad que han demostrado ser excelentes para inhibir el crecimiento de los insectos y hongos, dividiéndose en nueve grupos que son: Azadirona (presente en el aceite de la semilla), Amorastaitina (aparece en las hojas), Vepinina (está en el aceite), Vilasinina (se encuentra en las hojas), Geduninina (se haya en el aceite de la semilla y en la corteza), Nimbina (esta en las hojas y las semillas), Nimbolina (presente en las semillas) y Salanina (se haya en las hojas y semillas). Además, existen otros componentes aislados como la azadirachtina, salanim, melantriol, ácido margósico, nimbin, nimbidin, nimbicelim, azadirone, sitosterol y meliacina.

Se usa como insecticida en agricultura ecológica para plagas de minadores, pulgón, trips, ácaros, mosca blanca, cochinilla, araña roja, nematodos, orugas, y es efectivo por su acción fungicida para el mildiu, roya, podredumbre gris, oídio y botrytis.

1.4.3. *Allium sativum* L. *Amaridillaceae* “ajo”

1.4.3.1. Origen y generalidades del ajo

Es un cultivo al que diversos autores dan origen en Asia Central. Se conoce desde hace muchos años, aunque solamente se conoce por el hombre bajo cultivo.

Las primeras referencias de la utilización del ajo se encuentran en la primera dinastía egipcia (3200 A. C.) que la consideraban como una planta impura. También era utilizado por los israelitas (1500 A. C.). En la edad media ya tenía un uso corriente en Europa.

Es una especie considerada con propiedades diuréticas, depurativas, antisépticas y estimulante del apetito.

Se suele utilizar como condimento y aromatizante. También tiene ciertos usos farmacológicos y acción fungicida y nematicida. Además, contiene una sustancia preventiva del colesterol.

1.4.3.2. Descripción

Plantas perennes cultivadas como anuales, apomícticas y con bulbos compuestos de dientes, de 3 – 6 cm de diámetro, con cada diente tunicado y con una envoltura común blanquecina. Hojas planas, aquilladas, de unos 6 x 1 a 3 cm, con el ápice agudo y de color verde glauco. Flores con pedicelos de 1 – 2 cm, en umbelas de 2,5 a 5 cm de diámetro en las que las flores están frecuentemente reemplazadas por bulbillos o son estériles. Escapo cilíndrico de hasta 1,5 m y envuelto hasta casi su mitad por las hojas.

Poses dos brácteas espatiformes soldadas formando un largo apéndice. Tépalos, a veces, blanquecinos, rosados, verdosos o purpúreos, de 3 – 5 mm de longitud, lanceolados y agudos los externos y ovado - oblongos los internos. Estambres exertos. Ovario ovoideo - oblongo y con el ápice emarginado. Se cultiva por sus bulbos que se usan como verdura y se multiplica por bulbillos o por dientes del bulbo.



Figura 7. Sembradíos de ajo (1), semilla o diente de ajo (2) y cabezas o bulbos de ajo (3).

Fuente: Luengo, (2007).

Se puede observar la forma de la planta de ajo, y la parte utilizada como semilla lo que se conoce como diente, en esta es donde se encuentran sus propiedades benéficas que pueden ser utilizadas en la agricultura.

1.4.3.3. Clasificación taxonómica

Tabla 9. Clasificación taxonómica del ajo.

Taxón	Nombre
Clase	<u>Equisetopsida C. Agardh.</u>
Subclase	<u>Magnoliidae Novák ex Takht.</u>
Superorden	<u>Lilianaes Takht.</u>
Orden	Asparagales Link.
Familia	Amaryllidaceae J. St. -Hil.
Género	<u>Allium L.</u>
Especie	<i>Allium sativum L.</i>

Fuente: Trópicos, (2020).

1.4.3.4. Composición química

Está compuesto de sulfóxido (2,3%). Derivados de la alquilcisteína como aliinas (alilaliina, propenilaliina y metilaliina), aceites esenciales (0,2 – 0,3%) como la garlicina o el sulfóxido de alilcisteína del bulbo intacto. Cuando el bulbo es triturado o partido, la aliína (inodora) hidroliza por la aliinasa produciendo alicina (responsable del olor característico del ajo), que se transforma rápidamente en disulfuro de alilo. Así también tiene polisacáridos homogéneos, fructosanes (hasta un 75 %), saponinas triterpénicas (0,07%), sales minerales (2%) como hierro, sílice, azufre y yodo; y pequeñas cantidades de vitaminas (A, B1, B3, B6 y C) y adenosina.

1.4.4. *Ricinus communis L. Euphorbiaceae* “higuerillo”

1.4.4.1. Descripción

El *R. communis* es un arbusto de tallo grueso y leñoso, hueco que, al igual que los pecíolos, nervios e incluso las propias hojas, en algunas variedades puede tomar un color púrpura oscuro y suele estar cubierto de un polvillo blanco, semejante a la cera. Sus hojas son alternas, peltadas de 10 a 60 cm de diámetro, palmatilobadas con 7 a 11 lóbulos, con

nerviación palmatinervia, con el ápice agudo y el margen glanduloso y dentado de forma irregular, son de color verde algo rojizas o purpúreas, con los nervios rojizos y numerosas células glandulares en la epidermis del envés.

Pecíolos redondos de 8 - 50 cm de largo; con dos glándulas nectaríferas en la unión con la lámina, dos glándulas en la unión con el pecíolo; la lámina de la hoja tiene 10 - 75 cm de diámetro y de un color que va de verde a rojo.

Los frutos son una cápsula globosa con pedicelo alongado con tres lóculos de 1.5 – 2.5 cm de diámetro, exteriormente está recubierto por espinas no punzantes o glabras. Los frutos inmaduros son generalmente verdes y algunas veces rojos, se vuelven cafés en la maduración, los estigmas permanecen en el fruto en forma leñosa.

Sus semillas, tienen forma oval aplastada, redondeadas en un extremo y con una excrecencia en la otra llamada carúncula, de superficie brillante y lisa, de color variable que suele ser gris con manchas rojizas y parduscas de tamaño variable que va de 0.5 a 1.5 cm de largo.

La semilla tiene una cubierta dura y quebradiza exterior y otra inferior (megaesporangio) muy fina de color blanquecino, ambas protegen la semilla, la cual consta de un embrión pequeño con sus dos cotiledones delgados y el albumen que es blando, compacto y aceitoso, el albumen es el que contiene el aceite. La semilla contiene toxinas que son ricina (albúmica) y la ricenina (alcaloide) las cuales quedan en el bagazo o torta que sobra en la extracción del aceite y su porcentaje de aceite es de 46%.

En la antigüedad el higuierillo se usó para repeler los insectos de los cultivos por los principios tóxicos que tiene y aun algunos campesinos la utilizan para este fin. Se utiliza para la protección de las riberas de los ríos y quebradas, por su adaptabilidad a los suelos arenosos. La planta de higuierilla es usada para dar sombra a los cultivos de cacao y café por su rápido crecimiento y por el tamaño y forma de su hoja, tal como se observa en la figura.



Figura 8. Planta de higuerillo (1), hojas y fruto del higuerillo (2).

Fuente: Inecol, (s/f).

El higuerillo es una planta que crece a voluntad en el campo adaptándose a muchos climas. Así mismo para tener conocimiento de cuáles son sus partes utilizadas para elaborar distintos extractos utilizados en la agricultura orgánica.

1.4.4.2. Clasificación taxonómica

Tabla 10. Clasificación taxonómica del higuerillo.

Taxón	Nombre
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Rosanae Takht.
Orden	Malpighiales Juss. ex Bercht. & J. Presl
Familia	Euphorbiaceae Juss.
Género	<i>Ricinus L.</i>
Especie	<i>Ricinus communis L.</i>

Fuente: Trópicos, (2020).

Esta familia tiene propiedades benéficas en la agricultura especialmente para combatir nematodos y hongos del suelo.

1.4.4.3. Composición química

Las semillas son muy tóxicas, por la presencia de una albúmina llamada ricina, ya que basta la ingestión de unas pocas, masticadas o tragadas, para que se produzca un cuadro de intensa gastroenteritis con deshidratación. Puede dañar gravemente el hígado y el riñón e incluso producir la muerte. Es una de las toxinas biológicas más potentes que se conocen. Posee sustancias nitrogenadas tal como la ricinina o ricidina (alcaloides equivalentes), la cual es una albúmina vegetal tóxica y contiene la enzima lipasa que elimina a los organismos biológicos.

2. Marco referencial

2.1. Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en Finca Santa Anita ubicada en el municipio de Zunilito del departamento de Suchitepéquez, a 175 km de la ciudad de Guatemala, en las coordenadas 14°39'2.16" de Latitud Norte y 91°29'34.1" de Longitud Oeste a 1198 metros sobre el nivel del mar.

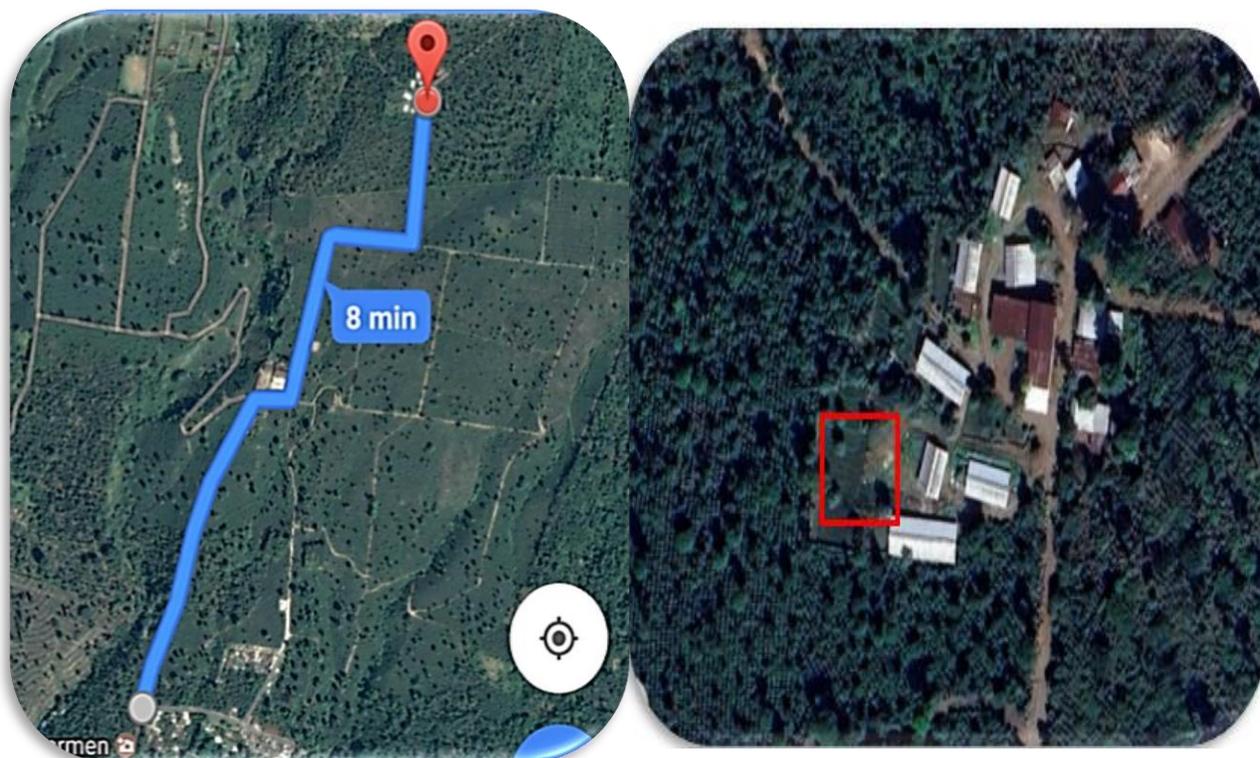


Figura 9. Recorrido de Mazatenango hasta Finca Santa Anita.

Fuente: Maps, (s.f.).

Se muestra un recorrido en vehículo desde Mazatenango, hasta el casco de la Finca Santa Anita donde se realizó la investigación. Así como el área utilizada para esta, marcada con el cuadro rojo que fueron 842m².

2.2. Descripción ecológica

2.2.1. Zona de vida

Finca Santa Anita se encuentra ubicada en la zona de vida de bosque muy húmedo premontano tropical (bmhpt), según las condiciones climáticas que presenta el área; y como en toda la República de Guatemala, se caracteriza por tener dos épocas bien definidas, las cuales son época seca y época lluviosa, manifestándose la primera en el

mes de noviembre hasta finales de mayo y la segunda del mes de junio a finales de octubre. La Finca se encuentra ubicada a 1198 msnm.

2.2.2. Suelo

Los suelos predominantes de la zona son suelos profundos de materiales volcánicos, así como también suelos poco profundos en las pendientes, que es un índice de erosión. Constituyendo casi el 80% del departamento. Los suelos pertenecen a la serie Suchitepéquez (Sx), estos se caracterizan por originarse de cenizas volcánicas encontrada entre 400 a 1200 msnm, relieve suave promedio de pendiente de un 20%, buen drenaje y de color café oscuro.

2.2.3. Hidrología y clima

La principal fuente de agua de la finca está constituida por el río Chita el cual no nace en la finca y sirve de división entre finca Santa Anita con Finca Las Nubes, sin embargo, se cuenta con dos nacimientos de agua que abastecen al casco urbano de la Finca en el cual se extrae el agua por medio de tuberías de PVC que conducen tanto a las casas de la finca como a los galpones de pollos y el beneficio de café.

La precipitación promedio anual según registros del MAGA oscila entre los 4500 a 4999 milímetros por año, y una temperatura promedio anual de 20.5°C a 23°C y una humedad relativa promedio anual de 85%.

IV. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Evaluar cuatro extractos botánicos y dos sustratos de suelo para la protección del mal del talluelo en plántulas de *C. arabica* en el almacigo, empleando la tecnología agrícola usada en la finca Santa Anita, Zunilito, Suchitepéquez.

2. Objetivos específicos

- 2.1. Evaluar cuál de los extractos botánicos a utilizar logra controlar al menos de manera significativa un 90% la incidencia y daños de los hongos causantes del Mal del Talluelo en la etapa de almácigo.
- 2.2. Determinar el efecto de la utilización de sustratos reciclados y nuevos en la incidencia del mal del talluelo.
- 2.3. Evaluar la interacción que se tiene al emplear los extractos y sustratos para el control de incidencia del mal del talluelo
- 2.4. Determinar los costos diferenciales en la elaboración y aplicación que tiene al aplicar los extractos y un fungicida convencional.

V. HIPÓTESIS

Ho₁: Los extractos botánicos a evaluar no presentan alguna protección contra los hongos causantes del Mal del Talluelo.

Ha₁: Al menos un extracto tendrá protección contra los hongos causantes del Mal del Talluelo.

Ho₂: Los sustratos de suelo a evaluar no presentan alguna variante en el contagio de hongos causantes del Mal del Talluelo.

Ha₂: Al menos uno de los sustratos de suelo a evaluar presentará alguna variante en el contagio de hongos causantes del Mal del Talluelo.

Ho₃: Las interacciones de extracto y sustratos no presentarán alguna protección sobre los hongos causantes del Mal del Talluelo.

Ha₃: Al menos una de las interacciones de extracto y sustrato tendrá protección sobre los hongos causantes del Mal del Talluelo.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

Fue necesario contar con diversos materiales, insumos, herramientas, mobiliario y equipo que sirvió para la ejecución de las actividades relacionadas con la investigación.

Tabla 11. Resumen de los materiales necesarios para realizar cada una de las actividades de la investigación.

Almácigo								
Material	Cant.	Caract.	Material	Cant.	Caract.	Material	Cant.	Caract.
Bolsas de pilón 2 * 7" * 10"	3400		Bomba de mochila	1		Gigante para sombra	1	
Tierra			Fungicida	16		Sistema de riego		
Pulpa de café			Azadón	1		Parafilm	1 Rollo	
Planta en etapa de soldadito	3400		Machete	1				
Extractos botánicos								
Material	Cant.	Caract.	Material	Cant.	Caract.	Material	Cant.	Caract.
Cola de caballo	12 lb		Colador	1		Tonel		
Semillas y hojas de higuero	12 lb		Olla	1		Recipientes y/o canecas	4	
Semillas y hojas de neem	12 lb		Pesa	1		Licuada	1	
Cabezas de ajo	12 lb		Estufa	1				
Agua			Gas	1 cil				

1.1. Recursos financieros

Tabla 12. Resumen de los costos de los insumos y de las actividades necesarias para la investigación.

Costo de la Investigación					
Descripción/Actividades	Jornales	Cantidad	Costo	Total	
Recolección de plantas	1		Q40.00	Q40.00	
Adquisición de Cola de Caballo		12 lbs	Q150.00	Q150.00	
Adquisición de Ajo		12 lbs	Q80.00	Q80.00	
Elaboración de extractos	2		Q40.00	Q80.00	
Aplicación de extractos en almácigo	9		Q40.00	Q360.00	Q950.00
Adquisición de Banrot		1 Kg	Q900.00	Q900.00	
			Total	Q1850.00	

2. Metodología

2.1. Para evaluar cuál de los extractos botánicos a utilizar logra controlar al menos de manera significativa un 90% la incidencia y daños de los hongos causantes del Mal del Talluelo en la etapa de almácigo, se procedió de la siguiente forma.

2.1.1. **Descripción:** para la evaluación de los extractos se realizaron distintos pasos como lo es la recolección de algunas plantas, compra o adquisición de plantas, entre otras cosas que se describen a continuación.

2.1.2. Material experimental

Se evaluaron distintos extractos botánicos de diferentes plantas de forma individual y en distintas combinaciones.

Tabla 13. Extractos botánicos a evaluar y su código.

Extracto Botánico	Código
<i>Equisetum arvense</i> Cola de Caballo	C
<i>Azadirachta indica</i> Neem	N
<i>Allium sativum</i> Ajo	A
<i>Ricinus communis</i> Higuerillo	H
Testigo Absoluto (Sin aplicaciones)	TA
Testigo Relativo (Banrot)	TR

2.1.3. Descripción de los tratamientos

Los extractos botánicos evaluados fueron de cola de caballo, neem, ajo e higuierillo. Estos se evaluaron en forma pura y en combinaciones entre sí (mezclas) para un total de 17 tratamientos, como se observa en la tabla 14 y en la tabla 15 su relación porcentual.

Tabla 14. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	C	Cola caballo
T2	H	Higuerillo
T3	N	Neem
T4	A	Ajo
T5	CH	Cola caballo + Higuerillo
T6	CN	Cola caballo + Neem
T7	CA	Cola caballo + Ajo
T8	HN	Higuerillo + Neem
T9	HA	Higuerillo + Ajo
T10	NA	Neem + Ajo
T11	CHN	Cola caballo + Higuerillo + Neem
T12	CHA	Cola caballo + Higuerillo + Ajo
T13	CNA	Cola caballo + Neem + Ajo
T14	HNA	Higuerillo + Neem + Ajo
T15	CHNA	Cola caballo + Higuerillo + Neem + Ajo
T16	TA	Testigo Absoluto (sin aplicaciones)
T17	TR	Testigo Relativo (Banrot 40% WP)

Tabla 15. Código y composición porcentual de cada uno de los tratamientos

Tratamiento	Código	Cola de caballo	Neem	Ajo	Higuerillo	Proporción
T1	C	100%				1:0:0:0
T2	H				100%	0:0:0:1
T3	N		100%			0:1:0:0
T4	A			100%		0:0:1:0
T5	CH	50%			50%	1:0:0:1
T6	CN	50%	50%			1:1:0:0
T7	CA	50%		50%		1:0:1:0
T8	HN		50%		50%	0:1:0:1
T9	HA			50%	50%	0:0:1:1
T10	NA		50%	50%		0:1:1:0
T11	CHN	33%	33%		33%	1:1:0:1
T12	CHA	33%		33%	33%	1:0:1:1
T13	CNA	33%	33%	33%		1:1:1:0
T14	HNA		33%	33%	33%	0:1:1:1
T15	CHNA	25%	25%	25%	25%	1:1:1:1
T16	TA	-----	-----	-----	-----	-----
T17	TR	-----	-----	-----	-----	-----

2.1.4. Preparación de extractos

Extracto 1 (cola de caballo)

Se adquirieron las plantas de cola de caballo en un vivero, luego se procedió a lavarlas para eliminar residuos de tierra. Después de lavarse se pesaron los tallos para obtener un peso fresco de 5.45 kg (12 libras), terminado el lavado y pesado se trituraron en una licuadora, después de esto se dejó reposar durante 12 horas en 5 litros de agua, tal como se observa en la figura.



Figura 10. Pesaje y trituración de los tallos de cola de caballo en la licuadora.

Pasado el tiempo de reposo se procedió a una cocción de 10 minutos a fuego lento, ya cocido se dejó reposar para enfriar y luego se filtró en un colador para eliminar residuos. Esta solución mantiene su actividad fúngica tres meses sin agregarle algún preservante. Por último, se introdujo el extracto obtenido en una caneca de 25 litros para su almacenamiento y posterior utilización.



Figura 11. Cocción y almacenamiento del extracto botánico de cola de caballo.

Extracto 2 (neem)

Se recolectaron las hojas y semillas de neem, luego de esto se separaron los folíolos del raquis de la hoja y se pesaron para obtener 3.64 kilogramos (8 libras) de hojas. y 1.81 kg (4 libras) de semillas, luego se trituraron en la licuadora, después de este paso el producto obtenido se diluyó en agua y se dejó en reposo 48 horas para posteriormente eliminar los residuos o grumos con un colador y por último el extracto botánico de neem se almacenó en una caneca para su posterior uso.



Figura 12. Hojas y semillas de neem recolectadas, trituración de material vegetal en la licuadora y almacenaje de extracto botánico en caneca.

Extracto 3 (ajo)

Se adquirieron los bulbos de ajo de redecilla del supermercado, un total de 5.35 kg (12 libras), luego se extrajeron los dientes, después de esto se trituraron con la licuadora aplicando un poco de agua, se procedió a introducir el producto obtenido en un recipiente para la dilución en agua; se dejó reposar durante 48 horas, posteriormente se coló para la eliminación de grumos y su posterior almacenaje..



Figura 13. Trituración de los dientes de ajo y dilución del extracto botánico de ajo en agua.

Extracto 4 (higuerillo)

Se recolectaron las hojas y frutos de higuerillo, estos últimos de preferencia que estuvieran en una etapa joven, después de la recolección se realizó la extracción de las semillas de los frutos, y se pesaron haciendo un total de 4.54 kg (10 libras) de hojas y 0.9 kg (2 libras) de semilla haciendo un total de 5.35 kg (12 libras).



Figura 14. Pesaje de hojas y semillasde higuerillo

Posteriormente las hojas y semillas se licuaron juntas, antes de licuarse se picaron las hojas para una mejor facilidad al momento de licuarlas, luego se introdujo el producto obtenido en un recipiente para diluirse en agua y se dejó reposar durante 48 horas, posteriormente se coló para su almacenaje y posterior utilización.



Figura 15. Trituración de hojas y semillas de higuerrillo en la licuadora.

Variables a medir, serán las plantas que presenten manchas necróticas en la parte inferior pegadas al suelo, para analizar esto se utilizó una fórmula de porcentaje de plantas dañadas o enfermas que más adelante se describe, Con la finalidad de establecer cuál de los extractos presenta un mejor control de protección contra el mal del talluelo.

2.2. Para determinar el efecto de la utilización de sustratos y nuevos en la incidencia del mal del talluelo, se realizó lo siguiente:

2.2.1. Descripción: se realizaron distintas labores agrícolas para llevar a cabo la hechura del almacigo, desde la primera etapa que es la realización del semillero, hasta la etapa conocida como cola de perico en el almacigo en donde finalizaría la investigación.

2.2.2. Preparación del almacigo

Se necesitó primero la elaboración del sustrato con el que se llenaron las bolsas, para esto se mezcló en partes iguales tierra que se extrae del área de la Finca donde se encuentran los cultivares de café y broza (hojarasca) de café, con el fin de incorporar materia orgánica, así mismo se aplicó cal para regular el pH y desinfección del sustrato. Después de prepararse este sustrato se prosiguió al llenado de las bolsas de 7 x 10 pulgadas x 2 milésimas.



Figura 16. Sustrato utilizado para el almacigo y llenado de bolsas.

El ordenamiento de las bolsas para cada repetición o unidad experimental fue de tal manera que se colocaron las bolsas en hileras y filas de igual número (5 * 5) haciendo un total de 25 bolsas por unidad experimental.

Después de tener ordenadas las bolsas se instaló un pequeño sistema de riego con tubos de PVC y aspersores de mariposa, para poder aplicar una lámina de agua en tiempo seco y cuando lo necesitará el almacigo.



Figura 17. Ordenamiento de las bolsas en el almacigo y sistema de riego instalado.

Después de preparar las bolsas del almácigo se extrajeron las plantas del semillero, las que se usan como patrón son de *C. canephora* y tienen que tener sus dos hojas cotiledonales y la parte aérea es de *C. arabica* y debe estar en etapa de soldadito (cuando la planta aún no tiene hojas cotiledonales).

Luego de extraerlas se realizó el injerto reina (hipocotiledonar) y después se procedió a sembrarlas en las bolsas, tal como se observa en la figura 18.



Figura 18. Selección de plantas para injertar en el almácigo, proceso de injerto reina y plantas ya injertadas puestas en el almácigo

Variables a medir: en la utilización de dos sustratos se pretende distinguir cual de estos presenta un mayor contagio o propagación de los hongos que causan el mal del talluelo, para realizar este análisis se empleara la formula de porcentaje de incidencia que mas adelante se describe.

2.3. Para evaluar la interacción que se tiene al usar los extractos y sustratos para el control de incidencia del mal del talluelo se realizó lo siguiente:

2.3.1. Descripción: Se realizaron labores agrícolas como el ordenamiento de las bolsas para delimitar el área en donde se llevo a cabo la investigación, aplicación de los extractos en forma de aspersion donde se utilizó una bomba de mochila; a continuación, se describe cada uno de los pasos.

2.3.2. Unidad experimental

En el almácigo se instalaron 136 unidades experimentales distribuidas al azar en el área del almácigo de la finca y cada una constaba de 25 bolsas con café previamente injertado.

Croquis de campo de la investigación

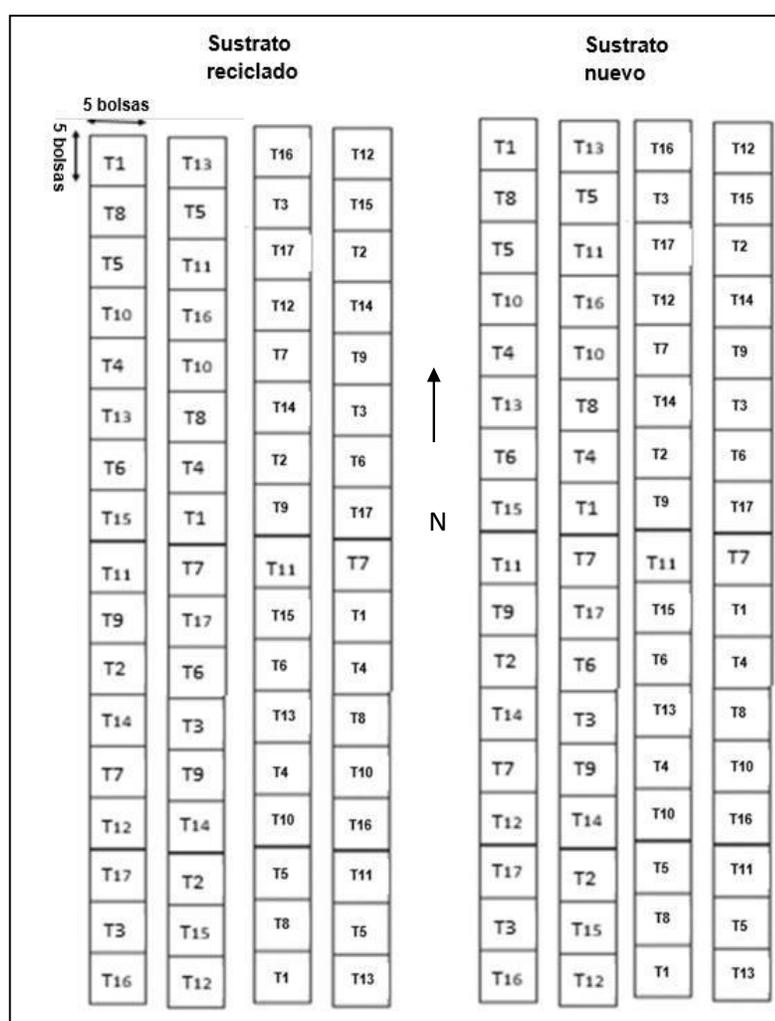


Figura19. Croquis de los tratamientos y el sustrato utilizado en la etapa de almácigo.

2.3.3. Aplicación de extractos botánicos en almácigo

Después de establecer o sembrar las plantas en el almácigo se le aplicaron los extractos botánicos, la dosis fue de 20 Lt/Ha, 0.02 Lt/planta (20 cc/planta) con la ayuda de una bomba aspersora de mochila de 16 litros, la frecuencia de aplicación fue en intervalos de 8 días, hasta que la planta llegó a su etapa fenológica conocida como cola de perico (primer par de hojas verdaderas), así mismo la toma de datos se realizó semanalmente para determinar y anotar las plantas que presentaran mal del talluelo.



Figura 20. Ordenamiento de los tratamientos en el almácigo y aplicación de los extractos botánicos.

2.4. Variables de respuesta

Las variables de respuesta para la etapa de almacigo fueron las siguiente: plantas enfermas que presentan en la parte inferior del tallo pegada al suelo manchas necróticas. Estas manchas indican presencia de los hongos. Se determinó solamente la incidencia tomando en cuenta que si alguna plántula presenta mal del talluelo se descarta automáticamente ya que no existe un control curativo para esta enfermedad.

Para medir la incidencia de la enfermedad se procedió a realizar la siguiente ecuación, en donde se obtuvo el porcentaje de las plantas enfermas.

$$\frac{\text{Incidencia} = \text{No. de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas}} = \text{Porcentaje \% de plantas enfermas}$$

2.5. Diseño experimental

De acuerdo a la investigación planteada se diseñó el experimento acorde a las necesidades y condiciones que la misma requirió siendo esto el diseño bifactorial de bloques al azar con arreglo combinatorio con 17 tratamientos y 8 repeticiones para un total de 136 unidades experimentales.

2.6. Modelo estadístico

El modelo estadístico usado para el diseño bifactorial de bloques al azar con arreglo combinatorio para la etapa de almácigo fue el siguiente:

$$f_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2 \dots i$ extractos

$j = 1, 2 \dots j$ sustratos

$k = 1, 2 \dots k$ bloques

f_{ijk} = Magnitud de la variable de respuesta obtenida en la ijk
– ésima unidad experimental

μ = Media general

α_i = Efecto del i – ésimo extracto

β_j = Efecto del j – ésimo sustrato

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i – ésimo extracto y el j – ésimo sustrato

γ_k = Efecto de k – ésimo bloque

ϵ_{ijk} = Error aleatorio asociado a la ijk – ésima unidad experimental

Se determinaron los grados de libertad para aceptar o rechazar la investigación por medio de la siguiente ecuación.

$$gl = a * b - 1 (r - 1)$$

Donde:

$gl = \text{Grados de libertad}$

$a = \text{Número de extractos}$

$b = \text{Número de sustratos}$

$r = \text{Número de bloques}$

$$gl = 4 * 2 - 1 (8 - 1)$$

$$gl = 49$$

Tomando en cuenta que los grados de libertad son mayores a 12, por lo tanto, se acepta la investigación

2.7. Para determinar los costos diferenciales en la elaboración y aplicación que tienen la interacción se realizó lo siguiente:

2.7.1. Descripción: al momento de finalizar la investigación, se procedió a realizar un análisis de relación beneficio costo, con la finalidad de establecer cuál de las interacciones de sustrato y extractos es más rentable en el control de hongos del mal del talluelo.

Análisis de costos

Para evaluar el beneficio costo se utilizó la metodología aprendida en el curso de administración agrícola de acuerdo con las tablas 29 a la 34 (ver anexo), que detalla los insumos utilizados con los dos diferentes sistemas de control, sistema orgánico y sistema químico la información de costos directos e indirectos y con relación al beneficio costo de la producción de plantas por cuerda se utilizó la siguiente tabla

Tabla 16. Fórmulas para estimación de relación beneficio costo

Indicadores	Formulas
Costo total de producción	$CT = (CF + CV) \text{ O } (CD + CI)$
Volumen de producción	$VP = \text{Rendimiento}$
Costo unitario promedio	$CU = CT / VP$
Margen de utilidad unitaria	$MU = 30\text{-}40\% \text{ de } CU$
Precio promedio de venta	$PV = CU + MU$
Valor bruto de la producción	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$
Utilidad total de producción	$UT = VBP - CT$
Indice de rentabilidad %	$IR = (UT / CT) \times 100$
Relacion Beneficio/Costo	$Rel. B/C = VBP / CT$

Variables: determinar cuál de los tratamientos o interacciones representa un gasto menor de elaboración y aplicación, con el porcentaje de control que tiene en la propagación de hongos causantes del mal del talluelo.

2.8. Análisis de la información

2.8.1. Análisis estadístico

A los datos obtenidos de las variables de respuesta se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA), y para determinar diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba múltiple de medias de Tukey al 5% de significancia para las variables en donde existieron diferencias significativas.

VII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Cuál de los extractos botánicos que se utilizaron logró controlar de manera significativa un 90% la incidencia de hongos causantes del mal del talluelo en el almacigo.

Análisis de la variable a medir (incidencia)

Al llegar al estado fisiológico conocido como cola de perico (primer par de hojas verdaderas) en la etapa de almácigo, se procedió a la toma de datos de cada bloque en donde se encontraban los distintos tratamientos, tal como se observa en la tabla.

Tabla 17. Datos recolectados en la etapa de almácigo.

SUSTRATOS	FUNGICIDAS	BLOQUES				TOTAL	%protección	
		I	II	III	IV			
	T1	0	11	5	13	39	61	
	T2	2	3	6	3	14	86	
SUSTRATO "RECICLADO"	T3	9	10	5	4	28	72	
	T4	6	5	3	4	18	82	
	T5	6	6	3	3	18	82	
	T6	0	1	2	3	6	94	
	T7	6	5	4	11	26	74	
	T8	6	8	4	9	27	73	
	T9	3	2	5	4	14	86	
	T10	11	4	10	7	32	68	
	T11	1	3	4	1	9	91	
	T12	5	6	3	6	20	80	
	T13	2	2	6	3	13	87	
	T14	0	2	5	4	11	89	
	T15	1	5	2	5	13	87	
	T16	1	0	2	3	6	94	
	T17	2	3	4	2	11	89	
	SUSTRATO "NUEVO"	T1	1	0	5	4	10	90
		T2	0	2	3	2	7	93
T3		1	1	1	1	4	96	
T4		0	2	2	2	6	94	
T5		0	0	1	0	1	99	
T6		3	0	2	3	8	92	
T7		2	1	0	0	3	97	
T8		0	3	2	2	7	93	
T9		3	3	2	2	10	90	
T10		1	2	0	3	6	94	
T11		3	2	1	3	9	91	
T12		2	1	1	0	4	96	
T13		2	3	0	1	6	94	
T14		0	0	4	3	7	93	
T15		0	2	1	2	5	95	
T16		6	0	6	4	16	84	
T17		4	0	1	2	7	93	

Para poder tabular los datos de forma estadística se utilizó la fórmula de $\sqrt{x + 1}$, ya aplicada esta fórmula a cada dato, se obtuvieron valores continuos.

Tabla 18. Datos transformados del almácigo convertidos a continuos por mediode la formula.

TIPO DE SUSTRATO	FUNGICIDAS	BLOQUES				Yij.
		I	II	III	IV	
SUSTRATO UTILIZADO EN 2019 – 2020 "RECICLADO"	T1	3.31	3.46	2.45	3.74	12.96
	T2	1.73	2	2.64	2	8.37
	T3	3.61	3.31	2.44	2.23	11.59
	T4	2.64	2.44	2	2.23	9.31
	T5	2.64	2.64	2	2	9.28
	T6	1	1.41	1.73	2	6.14
	T7	2.64	2.44	2.23	3.46	10.77
	T8	2.64	3	2.23	3.16	11.03
	T9	2	1.73	2.44	2.23	8.4
	T10	3.46	2.23	3.31	2.82	11.82
	T11	1.41	2	2.23	1.41	7.05
	T12	2.44	2.64	2	2.64	9.72
	T13	1.73	1.73	2.64	2	8.1
	T14	1	1.73	2.44	2.23	7.4
	T15	1.41	2.44	1.73	2.44	8.02
	T16	1.41	1	1.73	2	6.14
	T17	1.73	2	2.23	1.73	7.69
SUSTRATO UTILIZADO EN 2021 "NUEVO"	T1	1.41	1	2.44	2.23	7.08
	T2	1	1.73	2	1.73	6.46
	T3	1.41	1.41	1.41	1.41	5.64
	T4	1	1.73	1.73	1.73	6.19
	T5	1	1	1.41	1	4.41
	T6	2	1	1.73	2	6.73
	T7	1.73	1.41	1	1	5.14
	T8	1	2	1.73	1.73	6.46
	T9	2	2	1.73	1.73	7.46
	T10	1.41	1.73	1	2	6.14
	T11	2	1.73	1.41	2	7.14
	T12	1.72	1.41	1.41	1	5.54
	T13	1.73	2	1	1.41	6.14
	T14	1	1	2.23	2	6.23
	T15	1	1.73	1.41	1.73	5.87
	T16	2.64	1	2.64	2.23	8.51
	T17	2.23	1	1.41	1.73	6.37

2. Cual fue el efecto de la utilización de sustratos reciclados y nuevos en la incidencia de los hongos que provocan el mal del talluelo.

Análisis de incidencia en almacigo.

Tabla 19. Comparación de resultados de los distintos tratamientos.

	sustrato viejo	sustrato nuevo
T1	12.96	7.08
T2	8.37	6.46
T3	11.59	5.64
T4	9.31	6.19
T5	9.28	4.41
T6	6.14	6.73
T7	10.77	5.14
T8	11.03	6.46
T9	8.4	7.46
T10	11.82	6.14
T11	7.05	7.14
T12	9.72	5.54
T13	8.1	6.14
T14	7.4	6.23
T15	8.02	5.87
T16	6.14	8.51
T17	7.69	6.37

Se pueden observar los resultados que tuvieron cada extracto junto con la utilización de sustratos, donde claramente se ve que tuvo mejor resultado los extractos con sustrato nuevo.

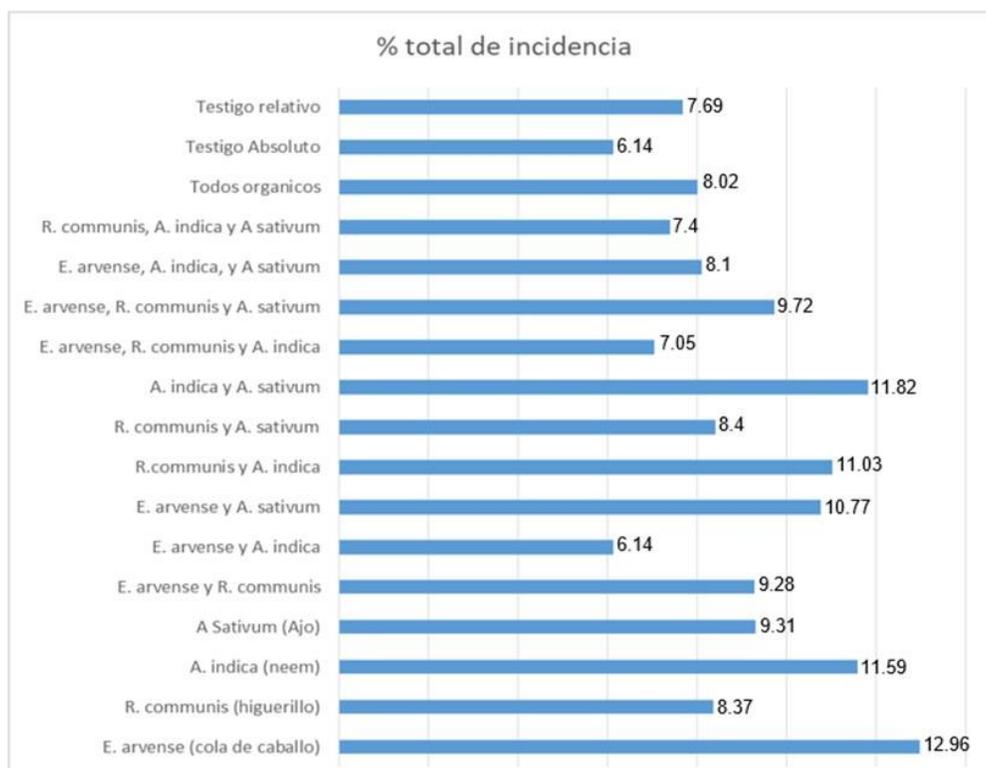


Figura 21. Gráfica de barras utilizada para comparar los promedios de incidencia obtenidos de cada fungicida utilizando el sustrato reciclado.

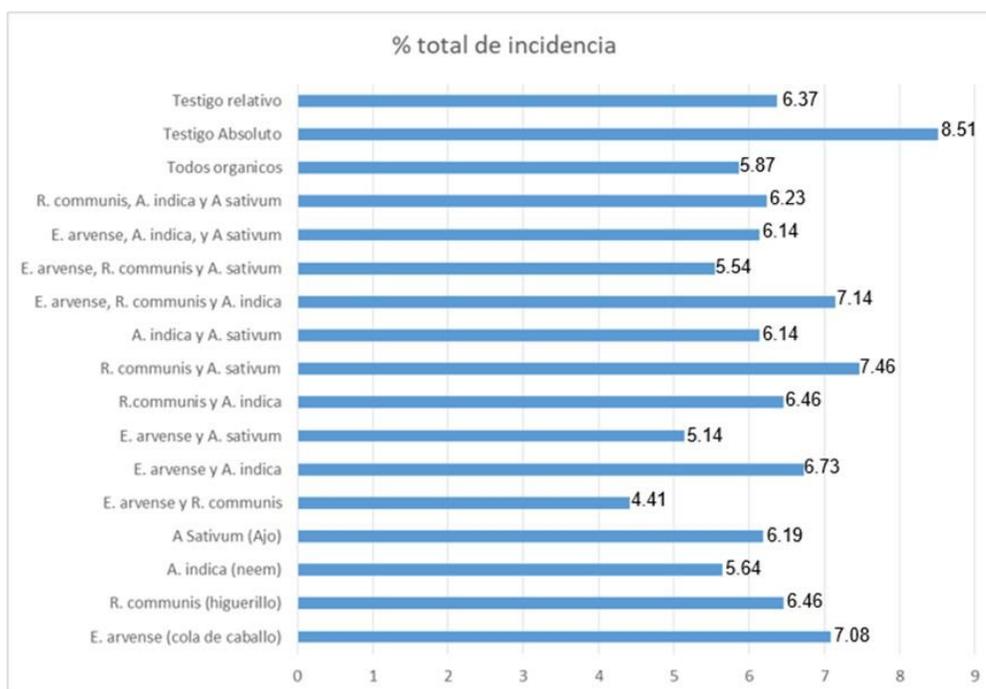


Figura 22. Gráfica de barras utilizada para comparar el promedio de incidencia de cada fungicida utilizando sustrato nuevo.

En los cuadros y gráficos de barra anteriores, se pueden observar que en los tratamientos del sustrato nuevo presentaron mejores resultados en el control de hongos causantes del mal del talluelo ya que la incidencia es menor al del sustrato viejo o reciclado. Debido a que en esta última era mayor la población de esporas de los hongos *fusarium* y *pythium*, causantes del mal del talluelo, esto se pudo comprobar con el estudio del sustrato en el laboratorio.

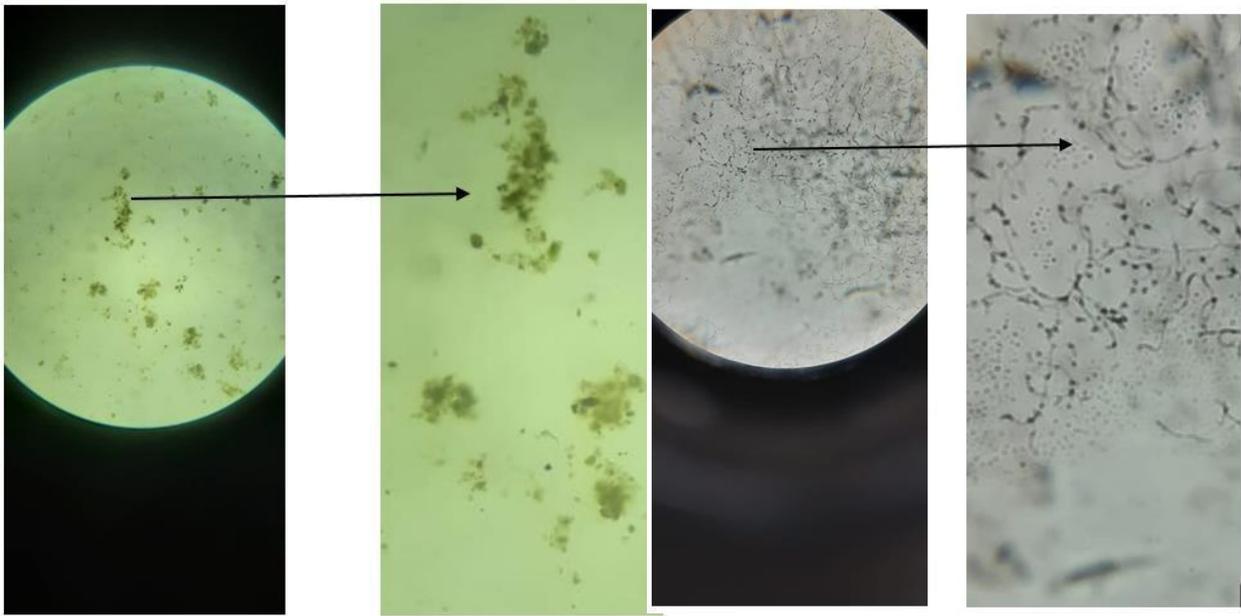


Figura 23. Vista del hongo *Pythium* y *Fusarium* a través de un microscopio utilizando 40x.

3. Los resultados al implementar la interacción de sustratos y extractos para el control de la incidencia en hongos causantes del mal del talluelo fueron las siguientes:

Análisis de incidencia

Tabla 20. Andeva de la etapa de almácigo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% Incidencia	136	0.65	0.52	23.33	
F.V.	SC	gl	CM	F	P – valor
Modelo	36.25	36	1.01	5.01	<0.0001
Fungicidas	7.06	16	0.44	2.20	0.0096 **
Sustratos	15.75	1	15.75	78.41	<0.0001 **
Bloque	0.71	3	0.24	1.18	0.3221
Fungicidas * Sustratos	12.73	16	0.80	3.96	<0.0001 **
Error	19.89	99	0.20		
Total	56.14	135			
P - valor es mayor a 0.05 NS					
P - valor es menor a 0.05 *					
P - valor es menor a 0.01 **					

Como se puede, los datos de P valor son menores a 0.01 lo cual tiene diferencias altamente significativas cada uno de los factores que son A fungicidas o extractos, B los sustratos y las interacciones de ambos, por lo cual se procede a realizar la prueba de medias de Tukey al 0.05% a sus interacciones.

Prueba: Tukey Alfa = 0.05 DMS = 1.24481												
Error: 0.2009 gl: 99												
FUNGICIDAS	SUSTRATOS	Medias	N	E.E.								
T5	Nuevo	1.1	4	0.22	A							
T7	Nuevo	1.29	4	0.22	A	B						
T12	Nuevo	1.39	4	0.22	A	B						
T3	Nuevo	1.41	4	0.22	A	B						
T15	Nuevo	1.47	4	0.22	A	B	C					
T16	Reciclado	1.54	4	0.22	A	B	C	D				
T6	Reciclado	1.54	4	0.22	A	B	C	D				
T13	Nuevo	1.54	4	0.22	A	B	C	D				
T10	Nuevo	1.54	4	0.22	A	B	C	D				
T4	Nuevo	1.55	4	0.22	A	B	C	D				
T14	Nuevo	1.56	4	0.22	A	B	C	D				
T17	Nuevo	1.59	4	0.22	A	B	C	D				
T8	Nuevo	1.62	4	0.22	A	B	C	D				
T2	Nuevo	1.62	4	0.22	A	B	C	D				
T6	Nuevo	1.68	4	0.22	A	B	C	D	E			
T11	Reciclado	1.76	4	0.22	A	B	C	D	E	F		
T1	Nuevo	1.77	4	0.22	A	B	C	D	E	F		
T11	Nuevo	1.79	4	0.22	A	B	C	D	E	F		
T14	Reciclado	1.85	4	0.22	A	B	C	D	E	F		
T9	Nuevo	1.87	4	0.22	A	B	C	D	E	F		
T17	Reciclado	1.92	4	0.22	A	B	C	D	E	F		
T15	Reciclado	2.01	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T13	Reciclado	2.03	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T2	Reciclado	2.09	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T9	Reciclado	2.1	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T16	Nuevo	2.13	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T5	Reciclado	2.32	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T4	Reciclado	2.33	4	0.22	A	B	C	D	E	F	G	
T12	Reciclado	2.43	4	0.22		B	C	D	E	F	G	
T7	Reciclado	2.69	4	0.22			C	D	E	F	G	
T8	Reciclado	2.76	4	0.22				D	E	F	G	
T3	Reciclado	2.9	4	0.22					E	F	G	
T10	Reciclado	2.96	4	0.22						F	G	
T1	Reciclado	3.24	4	0.22							G	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes												
(p > 0.05)												

Tabla 21. Prueba de medias para las interacciones de ambos factores (A*B)

Tabla 22. Agrupación de interacciones para conocer qué tipo de control representan.

Tipo de control	Grupo
Excelente	A
Bueno	(A,B) (A,B,C)
Moderado	(A,B,C,D) (A,B,C,D,E,F)
Malo	(C,D,E,F,G)

Como se puede observar en el Andeva y las pruebas múltiples de medias, las interacciones de sustrato nuevo y extractos presentan un muy buen control en la incidencia del mal del talluelo, por lo tanto, se aceptan todas las Ha. Como se puede observar en la tabla 21, la interacción de sustrato nuevo y la aplicación de extracto T5 (cola de caballo + higuierillo), resultó ser la que mejor control tuvo ya que presenta una incidencia del 1% esto quiere decir que tuvo un 99% de protección en las plántulas. Así mismo se pueden observar las interacciones que peor resultado tuvieron como lo es el sustrato viejo y T1(cola de caballo), también se puede observar que el T16 con sustrato reciclado entra en el grupo de control bueno posiblemente esto se debe a que el injertador al ser este último tratamiento injertado lo haya vendado con parafim con un poco de mayor fuerza, y el plástico actuara como una barrera física contra los hongos. Los distintos grupos que son representados por las letras A, B, C, D, E, F y G, interacciones que tienen una letra en común no son significativamente diferentes ósea que son iguales, ya que tienen la misma capacidad de controlar el mal del talluelo (tabla 21).

Como se pueden apreciar en la gráfica siguiente (figura 24) las interacciones que presentan mejor resultado en el control de hongos causantes del mal del talluelo son las de sustrato nuevo, ya que a este sustrato se le aplicó cal para desinfectar el suelo.

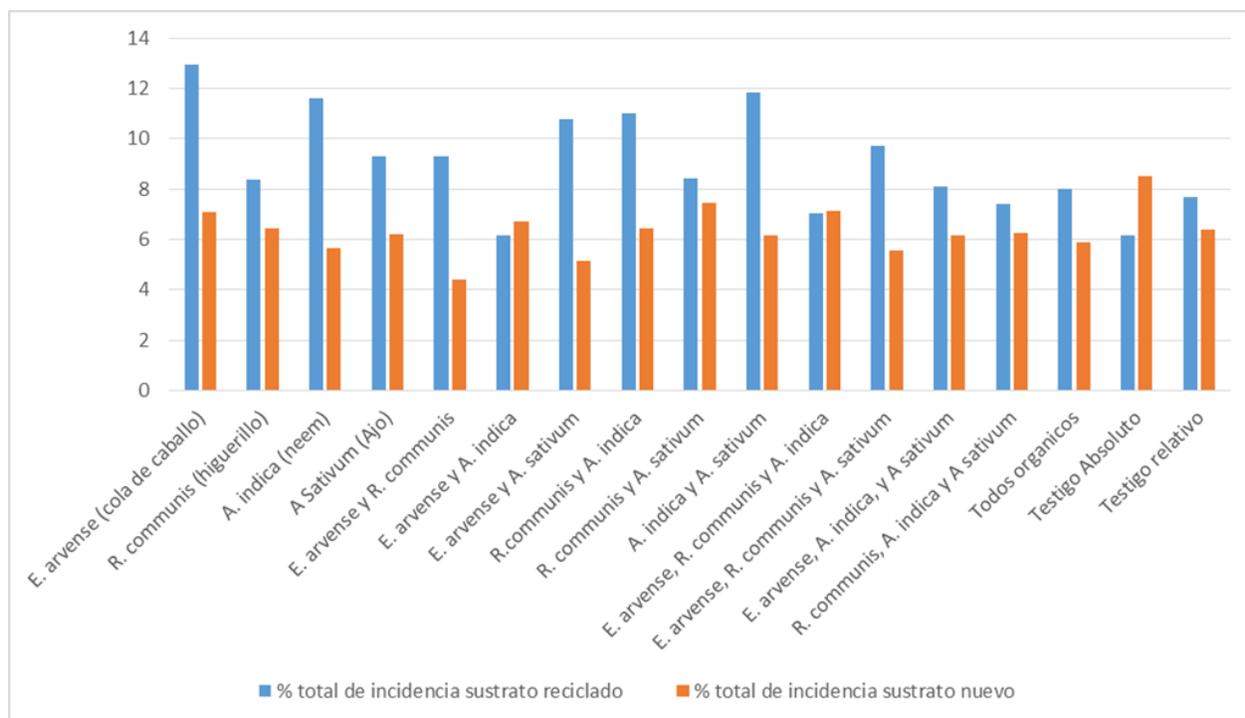


Figura 24. Gráfica de barras comparando el porcentaje de control que se obtuvo de las interacciones de los factores (A*B).

La cal tiende a modificar la actividad microbiana del suelo pudiendo ser este un factor importante ya que al intensificar esta actividad favorece a la absorción de las plantas teniendo un mejor control sobre los hongos.

También se puede observar que los extractos que contienen *E. arvense* tienden a mejorar la calidad de protección de las plantas que por sí solos, ya que esta planta posee en sus componentes químicos ácido silícico, la parte más conocida es ser una molécula que emite una señal para activar los mecanismos de defensa de las plantas ante la incidencia de cualquier patógeno.

El incremento de incidencia de la enfermedad en el sustrato reciclado, la mano de obra del injertador tuvo un factor importante, ya que este no realizaba bien la envoltura de la plántula con el parafilm dejando expuesta la herida de la planta, esto junto con la alta población de esporas de los hongos y la humedad hicieron que el número de bajas fuera mayor, sin importar que tipo de producto se le aplicara para el control de hongos.

Los extractos orgánicos presentaron un muy buen control de hongos en algunas combinaciones hasta mejor que el químico, siendo estos más baratos en su uso.

4. Evaluación de costos que representan la aplicación de fungicidas a base de extractos y el de uso convencional (químico).

Relación beneficio costo de la utilización de fungicidas orgánicos y convencional

Tabla 23. Estimación beneficio costo de aplicación de T5 más sustrato nuevo para el control de mal del talluelo.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	13666.24
Volumen de Producción	21000
Costo Unitario Promedio	0.65
Margen de Utilidad Unitaria	0.26
Precio Promedio de Venta(pv)	2.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	42000
Utilidad Total de Producción (ut)	28333.76
Índice de Rentabilidad (%)	207.3
Relación Beneficio / Costo	3.1

Tabla 24. Estimación beneficio costo de aplicación de T7 más sustrato nuevo para el control de mal del talluelo.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	13950.16
Volumen de Producción	21000
Costo Unitario Promedio	0.66
Margen de Utilidad Unitaria	0.27
Precio Promedio de Venta(pv)	2.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	42000
Utilidad Total de Producción (ut)	28049.84
Índice de Rentabilidad (%)	201.1
Relación Beneficio / Costo	3.0

Tabla 25. Estimación beneficio costo de aplicación de T12 más sustrato nuevo para el control de mal del talluelo.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	14220.64
Volumen de Producción	21000
Costo Unitario Promedio	0.68
Margen de Utilidad Unitaria	0.27
Precio Promedio de Venta(pv)	2.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	42000
Utilidad Total de Producción (ut)	27779.36
Índice de Rentabilidad (%)	195.3
Relación Beneficio / Costo	3.0

Tabla 26. Estimación beneficio costo de aplicación de T3 más sustrato nuevo para el control de mal del talluelo.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	12616.24
Volumen de Producción	21000
Costo Unitario Promedio	0.60
Margen de Utilidad Unitaria	0.24
Precio Promedio de Venta(pv)	2.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	42000
Utilidad Total de Producción (ut)	29383.76
Índice de Rentabilidad (%)	232.9
Relación Beneficio / Costo	3.3

Tabla 27. Estimación beneficio costo de aplicación de T15 más sustrato nuevo para el control de mal del talluelo.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	14220.64
Volumen de Producción	21000
Costo Unitario Promedio	0.68
Margen de Utilidad Unitaria	0.27
Precio Promedio de Venta(pv)	2.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	42000
Utilidad Total de Producción (ut)	27779.36
Índice de Rentabilidad (%)	195.3
Relación Beneficio / Costo	3.0

Tabla 28. Estimación beneficio costo de aplicación de Banrot para el control de mal del talluelo.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total de Producción	15201.85
Volumen de Producción	21000
Costo Unitario Promedio	0.72
Margen de Utilidad Unitaria	0.29
Precio Promedio de Venta(pv)	2.00
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	42000
Utilidad Total de Producción (ut)	26798.15
Índice de Rentabilidad (%)	176.3
Relación Beneficio / Costo	2.8

En las tablas 23 al 28 se puede observar el costo total de producción para 21 mil plantas de almacigo en 0.043Ha (1 cuerda) utilizando los extractos botánicos para el control de hongos causantes del mal del talluelo, teniendo un costo total de Q13,666.24 para el T5, teniendo una relación beneficio costo de 3.1, el T7 un costo de 13,950.16, con una relación beneficio costo de 3.0, para el T12 un costo de 14,220.64 con una relación B/C de 3.0, el T3 12,616.24 con una relación B/C de 3.3, para el T15 un costo de 14,220 y una relación B/C de 3.0 para la producción de plantas en almacigo utilizando el banrot como método para control de hongos que causan el mal del talluelo se describe en la tabla 28 que tuvo un costo total de Q15,201.85, teniendo una relación beneficio costo de 2.8, esto quiere decir que utilizando los extractos botánicos tuvimos, un margen de ahorro de 20 centavos por planta. Por lo tanto, se puede decir que es más económica la implementación de métodos orgánicos para el control de hongos causantes del mal del talluelo en el almacigo, ya que estos junto con la implementación de desinfección del sustrato se obtuvo un resultado significativo en el control de incidencia de esta enfermedad.

VIII. CONCLUSIONES

1. La utilización de extractos y sustrato nuevo, tuvieron un margen de control del 90% por lo tanto se concluye que son aptos para la utilización en el almacigo para combatir la incidencia del mal del talluelo.
2. Se pudo comprobar que la utilización de sustrato nuevo o desinfectado con cal, ayuda a tener un mejor control sobre los hongos causantes del mal del talluelo.
3. Los extractos que tenían en su mezcla *E. arvense* presentaron de manera significativa un mejor control sobre los hongos como lo es el T6 para el sustrato reciclado y T5 para el sustrato nuevo.
4. Al implementar la utilización de fungicidas orgánicos, se reduce los costos de producción de plantas en las etapas primordiales, ya que son fáciles de realizar y no representan un costo elevado la adquisición de las plantas que se utilizan para elaborar los extractos.
5. La utilización de fungicidas orgánicos dentro de Finca Santa Anita, no solo aportó beneficios económicos, sino que también beneficios ecológicos, ya que la utilización de estos reduce de manera significativa los daños al ambiente y a los aplicadores.

IX. RECOMENDACIONES

1. Para tener mejores resultados en el uso de fungicidas, se sugiere el uso de cal en los sustratos que se utilicen para la elaboración de semilleros y almácigos, esto beneficia a neutralizar el pH del suelo y a intensificar la actividad microbiana del suelo teniendo como resultado una mejor absorción de los extractos a través de los tejidos de las plantas.
2. En la elaboración de extractos o fungicidas orgánicos, es preferible siempre añadir el *E. arvense*, ya que este posee ácido silícico que ayuda al desarrollo celular engrosando los tejidos y mejora las defensas de las plantas contra ataques de patógenos.
3. Para el momento de injertar es necesario tener personal con conocimientos en esta etapa, ya que es de suma importancia el vendaje con parafilm para que la humedad no agrave la herida que tiene la plántula.
4. La utilización de extractos orgánicos para el control de hongos causantes del mal del talluelo tiene beneficios tanto económicos como ambientales, ya que al aplicarse no se daña a los microorganismos que habitan en el suelo, ni tampoco son residuales tardándose en su descomposición, así mismo ayudan a disminuir el daño en los seres humanos y animales cuando estos son aplicados. Presentan una relación beneficio costo muy buena ya que su control en los hongos es mucho mejor que el químico y su costo de elaboración y aplicación no son tan elevados comparándose con el convencional.

X. REFERENCIAS

AgroEs. (Marzo de 2017). *Taxonomía y descripciones botánicas del ajo Agroes*:
<https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/ajo/370-ajo-descripcion-morfologia-y-ciclo>

Agrolanzarote. (s/f). *Fungicida de Cola de Caballo*.
http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/01Actualidad/documentos/fungicida_de_cola_de_caballo.pdf

Anacafé. (Noviembre de 2014). *Guía Técnica de Caficultura*.
<https://es.scribd.com/document/456252945/Guia-Caficultura-Anacafe-13-14-version-final>

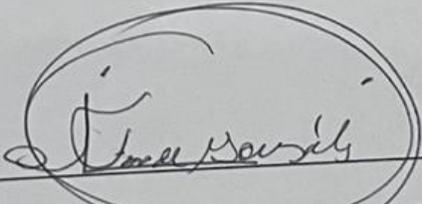
CENICAFÉ. (s/f). *Manejo Integrado de Enfermedades*. 23,
https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_16_manejo_integrado_de_enfermedades.pdf

CICAFÉ. (15 de Junio de 2011). *Guía Técnica para el Cultivo del Café*.
<http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>

Del Noval, B. (30 de Mayo de 2017). *Equisetum arvense L. / Cola de caballo*
BCulinaryLAB:<http://www.bculinarylab.com/2017/05/30/equisetum-arvense-l-cola-de-caballo/>

- ECOSUR. (24 de Diciembre de 2006). *Principales plagas del café*: http://plagas-cafe.tap-ecosur.edu.mx/Proyecto_Produce/Diagnostico/Textos/Hojas.htm
- (s/f). *Bioinsecticida de Árbol del Nim*:
[https://www.ecured.cu/Neem#:~:text=Juss.&text=%C3%81rbol%20del%20Nim%20o%20Neem%20\(Azadirachta%20indica%20A.&text=Es%20un%20%C3%A1rbol%20perteneiente%20a,islas%20del%20sur%20del%20Pac%C3%ADfico](https://www.ecured.cu/Neem#:~:text=Juss.&text=%C3%81rbol%20del%20Nim%20o%20Neem%20(Azadirachta%20indica%20A.&text=Es%20un%20%C3%A1rbol%20perteneiente%20a,islas%20del%20sur%20del%20Pac%C3%ADfico).
- Hernández, P. L. (19 de Marzo de 2017). Diagnóstico General del Cultivo de Café en Finca Santa Anita, [EPS, Agronomía]. USAC, CUNSUROC.
- Inecol. (s/f). *Higuerilla Ricinus communis*
 : <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/planta-del-mes/37-planta-del-mes/1468-higuerilla>
- Inglés. (Septiembre de 2018). *Manual para la Propagación del Cafeto*.
https://academic.uprm.edu/mmonroig/HTMLobj-1798/Manual_propag_cafe_2.pdf
- León, M. C. (Marzo de 2002). *Obtención del Aceite de Semilla de Neem por Extracción de Gasolina Natural*. [Tesis de Doctorado Universidad de Guayaquil].
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/752/1/NIM.pdf>
- Luengo, M. T. (Enero de 2007). El ajo. *Offarm*. 26. (1), 78, 81:
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-el-ajo-13097334>
- Malpartida Malqui, J. (2014). *Evaluación del Comportamiento Agronómico de Cultivares Introducidos de Higuerilla Ricinus communis L. en Condiciones de Selva*. [Tesis para Ingeniero Agrónomo, Universidad de Ucayali].
<http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1572/000001989T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ✦ Google Maps. (Agosto de 2020). Foto aérea de Mazatenango hacia finca Santa Anita:
<https://www.google.es/maps/@14.5784832,-90.5216,12z?hl=es>
- Pineda, J. (03 de Marzo de 2020). *Propiedades del Neem*: <https://encolombia.com/salud-estetica/medicina-alternativa/caseros/neem-propiedades-y-beneficios/>
- Renobales, G., y Sallés, J. (2001). *Plantas de Interés Farmacéutico*.
<https://www.ehu.eus/documents/1686888/3913390/5.+Equisetum+arvense.pdf>
- Trópicos.org.Missouri Botanical Garden. (2020). *Taxonomy Browser*.
<http://legacy.tropicos.org/TaxonomyBrowser.aspx?nameid=20400352&conceptid=1>


Vo. Bo. Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González
Bibliotecaria



XII. ANEXOS



Figura 25. Recolección de fruto (A), prueba de flote y remojo del fruto (B), despulpe de fruto (C) y prueba de grano vano (D).



Figura 26. Recolección de hojas y semillas de *R. communis* (A), pesaje de plantas a utilizar (B), frutos y semillas utilizadas (C) y recolección de *A. indica* (D).



Figura 27. Obtención de *E. arvense* (A), preparación y cocción de *E. arvense* (B) y extracto de ajo preparado (C).



Figura 28. Bolsas apiladas de 5 * 5 (A), bloques o repeticiones de 17 tratamientos de 5 * 5 bolsas.



Figura 29. Identificación de los tratamientos por cada bloque o repetición.



Figura 30. Aplicación de extractos a las plantas del almácigo.

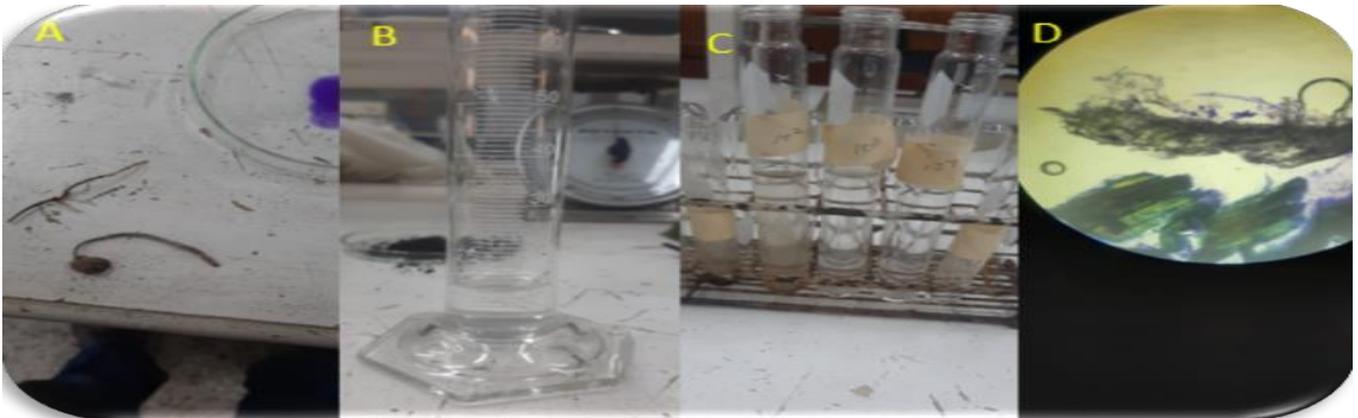


Figura 31. Montaje de planta y suelo para observación de hongos patógenos (A), solución madre para montaje (B), soluciones a 10x, 20x, 30x, 40x, (C), observación de tejido vegetal con presencia de hongos causantes del mal del talluelo (D).

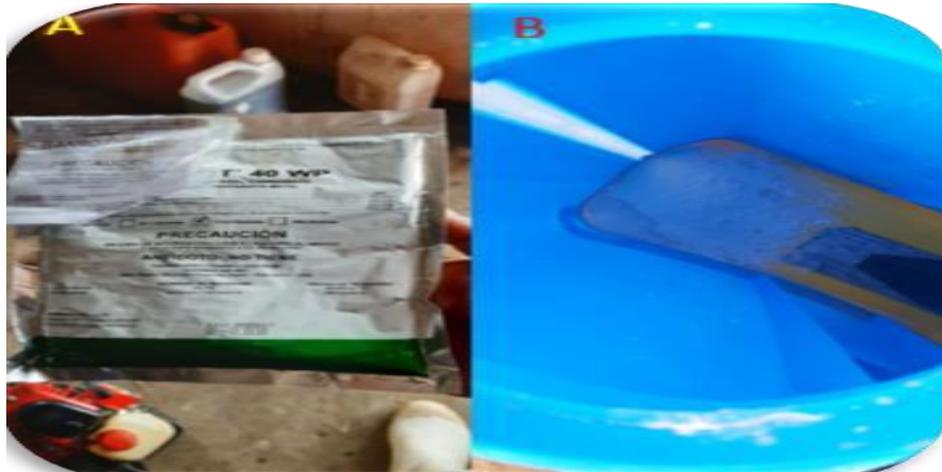


Figura 32. Obtención de fungicida químico Banrot (A), aplicación en dosis de 25 cc por bomba de Banrot (B).



Figura 33. Plantas iniciando y completando la etapa fenológica conocida como cola de perico.

Tabla 29. Costos de producción para la elaboración de almacigo con aplicación de T5 más sustrato nuevo.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	MEDIDA		UNITARIO	POR CUERDA
I. COSTO DIRECTO				13523.24
1. RENTA DE LA TIERRA				200
2. MANO DE OBRA				10278.24
a) Recoleccion de semilla	Jornal	5	90.16	450.8
b) Despulpe de semilla	Jornal	2	90.16	180.32
c) Elaboracion de sustrato	Jornal	6	90.16	540.96
d) Llenado de bolsa	Jornal	21	90.16	1893.36
e) Elaboracion de extractos	Jornal	10	90.16	901.6
f) Injerto de plantas	Jornal	42	90.16	3786.72
h) Siembra de plantas	Jornal	1	90.16	90.16
i) Aplicación de fungicida	Jornal	8	90.16	721.28
j) Riego de plantas	Jornal	16	90.16	1442.56
k) Recoleccion de neem e higuerilo	Jornal	3	90.16	270.48
3. INSUMOS				3045
a) Bolsas	Millar	21	85	1785
b) Cal	Quintal	6	35	210
c) Cola de caballo	Libra	84	12.5	1050
d) ajo	Libra	0	0	0
e) Banrot	Kilogramo		900	0
				0
II. COSTO INDIRECTO				143
Gas	Libra	2	5	10
Combustible	Galon	4	33.25	133
III. COSTO TOTAL				
para una produccion de plantas		21000		13666.24
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	planta			0.65

Tabla 30. Costos de producción para la elaboración de almácigo con aplicación de T7 massustrato nuevo

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	MEDIDA		UNITARIO	POR CUERDA
I. COSTO DIRECTO				13807.16
1. RENTA DE LA TIERRA				200
2. MANO DE OBRA				10007.76
a) Recoleccion de semilla	Jornal	5	90.16	450.8
b) Despulpe de semilla	Jornal	2	90.16	180.32
c) Elaboracion de sustrato	Jornal	6	90.16	540.96
d) Llenado de bolsa	Jornal	21	90.16	1893.36
e) Elaboracion de extractos	Jornal	10	90.16	901.6
f) Injerto de plantas	Jornal	42	90.16	3786.72
h) Siembra de plantas	Jornal	1	90.16	90.16
i) Aplicación de fungicida	Jornal	8	90.16	721.28
j) Riego de plantas	Jornal	16	90.16	1442.56
k) Recoleccion de neem e higuerilo	Jornal	0	0	0
3. INSUMOS				3599.4
a) Bolsas	Millar	21	85	1785
b) Cal	Quintal	6	35	210
c) Cola de caballo	Libra	84	12.5	1050
d) ajo	Libra	84	6.6	554.4
e) Banrot	Kilogramo		900	0
				0
II. COSTO INDIRECTO				143
Gas	Libra	2	5	10
Combustible	Galon	4	33.25	133
III. COSTO TOTAL				
para una produccion de plantas		21000		13950.16
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	planta			0.66

Tabla 31. Costos de producción para la elaboración de almacigo con aplicación de T12 más sustrato nuevo.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	MEDIDA		UNITARIO	POR CUERDA
I. COSTO DIRECTO				14077.64
1. RENTA DE LA TIERRA				200
2. MANO DE OBRA				10278.24
a) Recoleccion de semilla	Jornal	5	90.16	450.8
b) Despulpe de semilla	Jornal	2	90.16	180.32
c) Elaboracion de sustrato	Jornal	6	90.16	540.96
d) Llenado de bolsa	Jornal	21	90.16	1893.36
e) Elaboracion de extractos	Jornal	10	90.16	901.6
f) Injerto de plantas	Jornal	42	90.16	3786.72
h) Siembra de plantas	Jornal	1	90.16	90.16
i) Aplicación de fungicida	Jornal	8	90.16	721.28
j) Riego de plantas	Jornal	16	90.16	1442.56
k) Recoleccion de neem e higuero	Jornal	3	90.16	270.48
3. INSUMOS				3599.4
a) Bolsas	Millar	21	85	1785
b) Cal	Quintal	6	35	210
c) Cola de caballo	Libra	84	12.5	1050
d) ajo	Libra	84	6.6	554.4
e) Banrot	Kilogramo		900	0
				0
II. COSTO INDIRECTO				143
Gas	Libra	2	5	10
Combustible	Galon	4	33.25	133
III. COSTO TOTAL				
para una produccion de plantas		21000		14220.64
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	planta			0.68

Tabla 32. Costos de producción para la elaboración de almacigo con aplicación de T13 más sustrato nuevo.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	MEDIDA		UNITARIO	POR CUERDA
I. COSTO DIRECTO				12473.24
1. RENTA DE LA TIERRA				200
2. MANO DE OBRA				10278.24
a) Recoleccion de semilla	Jornal	5	90.16	450.8
b) Despulpe de semilla	Jornal	2	90.16	180.32
c) Elaboracion de sustrato	Jornal	6	90.16	540.96
d) Llenado de bolsa	Jornal	21	90.16	1893.36
e) Elaboracion de extractos	Jornal	10	90.16	901.6
f) Injerto de plantas	Jornal	42	90.16	3786.72
h) Siembra de plantas	Jornal	1	90.16	90.16
i) Aplicación de fungicida	Jornal	8	90.16	721.28
j) Riego de plantas	Jornal	16	90.16	1442.56
k) Recoleccion de neem e higuerilo	Jornal	3	90.16	270.48
3. INSUMOS				1995
a) Bolsas	Millar	21	85	1785
b) Cal	Quintal	6	35	210
c) Cola de caballo	Libra	0	0	0
d) ajo	Libra	0	0	0
e) Banrot	Kilogramo		900	0
				0
II. COSTO INDIRECTO				143
Gas	Libra	2	5	10
Combustible	Galon	4	33.25	133
III. COSTO TOTAL				
para una produccion de plantas		21000		12616.24
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	planta			0.60

Tabla 33. Costos de producción para la elaboración de almacigo con aplicación de T15 más ~~un~~ nuevo.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	MEDIDA		UNITARIO	POR CUERDA
I. COSTO DIRECTO				14077.64
1. RENTA DE LA TIERRA				200
2. MANO DE OBRA				10278.24
a) Recoleccion de semilla	Jornal	5	90.16	450.8
b) Despulpe de semilla	Jornal	2	90.16	180.32
c) Elaboracion de sustrato	Jornal	6	90.16	540.96
d) Llenado de bolsa	Jornal	21	90.16	1893.36
e) Elaboracion de extractos	Jornal	10	90.16	901.6
f) Injerto de plantas	Jornal	42	90.16	3786.72
h) Siembra de plantas	Jornal	1	90.16	90.16
i) Aplicación de fungicida	Jornal	8	90.16	721.28
j) Riego de plantas	Jornal	16	90.16	1442.56
k) Recoleccion de neem e higuero	Jornal	3	90.16	270.48
3. INSUMOS				3599.4
a) Bolsas	Millar	21	85	1785
b) Cal	Quintal	6	35	210
c) Cola de caballo	Libra	84	12.5	1050
d) ajo	Libra	84	6.6	554.4
e) Banrot	Kilogramo		900	0
				0
II. COSTO INDIRECTO				143
Gas	Libra	2	5	10
Combustible	Galon	4	33.25	133
III. COSTO TOTAL				
para una produccion de plantas		21000		14220.64
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	planta			0.68

Tabla 34. Costos de producción para plantas con aplicación de Banrot para el control del mal del talluelo.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
	MEDIDA		UNITARIO	POR CUERDA
I. COSTO DIRECTO				15168.6
1. RENTA DE LA TIERRA				200
2. MANO DE OBRA				7663.6
a) Recoleccion de semilla	Jornal	5	90.16	450.8
b) Despulpe de semilla	Jornal	2	90.16	180.32
c) Elaboracion de sustrato	Jornal	6	90.16	540.96
d) Llenado de bolsa	Jornal	21	90.16	1893.36
e) Elaboracion de extractos	Jornal	0	0	0
f) Injerto de plantas	Jornal	42	90.16	3786.72
h) Siembra de plantas	Jornal	1	90.16	90.16
i) Aplicación de fungicida	Jornal	8	90.16	721.28
j) Riego de plantas	Jornal	16	90.26	1444.16
k) Recoleccion de neem e higuerilo	Jornal	0	0	0
3. INSUMOS				7305
a) Bolsas	Millar	21	85	1785
b) Cal	Quintal	6	35	210
c) Cola de caballo	Libra	0	0	0
d) ajo	Libra	0	0	0
e) Banrot	Kilogramo	5.9	900	5310
				0
II. COSTO INDIRECTO				33.25
Combustible	Galon	1	33.25	33.25
III. COSTO TOTAL				
para una produccion de plantas		21000		15201.85
IV. COSTO UNITARIO				
PRECIO DE VENTA ESTIMADO	planta			0.72



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-095-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, cuatro de septiembre de dos mil veinticuatro

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE
AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO:
“EVALUACIÓN DE CUATRO EXTRACTOS BOTÁNICOS Y DOS SUSTRATOS
DE SUELO, CONTRA EL MAL DE TALLUELO EN PLÁNTULAS DE *Coffea*
Arabica L. Rubiaceae “CAFÉ” EN ALMACIGO, EN FINCA SANTA ANITA”, del
estudiante: Fasael Antonino Castañeda De León. Carné: 201340181 CUI: 2399 36450
1001 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris