



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE URACCAN

Monografía

Eficacia de sustratos para reducir anomalía radicular en plántulas de café Waslala 2015.

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal.

Autores.

Br. Osman Paul Sáenz López.

Br. Nelson Manzanares Orozco.

Tutor.

Ing. Noel Enrique Otero González

Waslala, Enero 2017.

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE
URACCAN**

Monografía

**Eficacia de sustratos para reducir anomalía radicular en plántulas
de café Waslala 2015.**

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal.

Autores.

Br. Osman Paul Sáenz López.

Br. Nelson Manzanares Orozco.

Tutor.

Ing. Noel Enrique Otero González

Waslala, Enero 2017.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	I
DEDICATORIA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN.	VI
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. MARCO TEORICO.....	3
3.1. Generalidades.	3
3.2. Conceptos Básicos.....	5
3.3. Desarrollo radicular de las plántulas de café durante la etapa de semillero.....	6
3.3.1. Germinación de semillas de café utilizando tipos de sustratos.	6
3.3.2. Malformaciones de desarrollo radicular en etapa de semillero.....	6
3.3.3. Longitud del sistema radicular del café en semillero.	7
3.3.4. Raíces absorbentes.....	7
3.4. Cuantificación estadística de sustratos sobre la reducción de anomalías del sistema radicular de plántulas de café.	8
3.5. Crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero.....	8

3.6. Estudios Realizados sobre crecimiento ortotrópico de planta de café en etapa de vivero.....	10
3.7. Cuantificación estadística sobre crecimiento ortotrópico de plántulas de café, en la etapa de vivero.	12
IV. HIPOTESIS.....	13
V. METODOLOGÍA.....	14
5.1. Ubicación del estudio.	14
5.2. Universo del estudio:.....	14
5.3. Tipo de estudio:.....	14
5.4. Los modelos estadísticos	14
5.6. Unidades de observación:.....	15
5.7. Marco Muestral.....	15
5.8. Manejo del Experimento en semillero.	15
5.9. Manejo del Experimento en Vivero.....	16
5.10. Técnica e instrumento en la etapa de semillero.	17
5.11. Técnica e instrumento para el vivero.....	17
5.12. Recolección de la Información.	18
5.13. Procesamiento y Análisis.	18
5.14. Variables:	18
5.15. Operacionalización de variables en etapa de semillero	19
5.16. Operacionalización de variables en etapa de vivero	20
5.17. Criterios de Inclusión.....	20
5.18. Criterio de exclusión:.....	20
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	21

6.1. Desarrollo radicular de las plántulas de café en cada una de los sustratos (Arena más Aserrín, pulpa tratada más suelo y testigo) durante la etapa de semillero.....	21
6.1.1. Germinación de la semilla utilizada en el estudio.....	21
6.1.2. Formación óptima de raíces por tipo de sustratos en el café	22
6.1.3. Longitud de raíces con los diferentes sustratos en el cultivo del café	24
6.1.4 Numero de raíces secundarias con los diferentes sustratos en el cultivo del café.	25
6.2. Crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero.....	27
6.2.1 Altura de planta de café por tipo de raíz en etapa de vivero	27
6.2.2. Número de hojas por tipos de formación de raíz en planta de café en etapa de vivero.....	29
6.2.3. Diámetro del tallo por tipo de formación de raíz en plantas del café	30
VII. CONCLUSIONES.	32
VIII. RECOMENDACIONES.	33
IX. LISTA DE REFERENCIAS.....	34
X. ANEXO.	39

Dedicatoria.

Primeramente, a Dios omnipotente por darme la vida, guiarme durante el trayecto de mis estudios, cuidar cada uno de mis pasos y permitir que este sueño sea una realidad.

A mi hijo: Hiker Paul Sáenz Díaz por ser fuente de inspiración y darme la fuerza para salir adelante y realizar mis estudios.

A mi Madre: Yadira Sáenz Angulo, por ser un apoyo importante en mi vida.

A mi Esposa: Yaris Suhey Díaz por ser un gran apoyo en mi vida.

A mis amigos con cuales he compartido y compañero de clase por darme ánimo en los momentos difíciles.

Osman Paul Sáenz López.

Dedicatoria.

A Dios como creador de las obras materiales y espirituales por darme la vida, salud y sabiduría la fortaleza para enfrentar todos los obstáculos durante mis estudios y cumplir mis metas propuestas y ser hoy realidad mis sueños.

A mi madre por haberme sacado adelante y comprenderme en los momentos difíciles y ser la forjadora de mi camino, apoyándome en todo momento.

A mi hijo: Nelson Inés Manzanares Chavarría por ser fuente de inspiración, y darme la fuerza para salir adelantes y realizar mis estudios

A mi esposa: Celfida Chavarría Altamirano por brindarme apoyo incondicional en mi vida y estudios profesional

A mis amigos(as) con los cuales he compartido momentos buenos y difíciles.

Nelson Manzanares Orozco

AGRADECIMIENTO.

Durante estos seis años de estudio que han sido de mucho aprendizaje y por estos logros obtenidos damos gracias a Dios por darnos la oportunidad, las fuerzas, valor y el conocimiento por hacer posible cada una, de las metas propuesta.

A los maestros de la universidad **URACCAN**, por compartir el pan de la enseñanza y sus conocimientos y experiencia durante las diferentes prácticas profesionales y por saber comprenderlos en los momentos más difíciles de nuestra carrera.

Agradecimiento al ing. Noel Enrique Otero González por su comprensión y apoyo como tutor para culminar este documento.

A nuestros padres por que en los momentos difíciles nos instaron a continuar preparándonos para ser mejores profesionales, también a hermanos y amigos que nos brindaron apoyo emocional.

A la Universidad **URACCAN** que nos brindó el espacio para prepararnos a través de su coordinación, por confiar y abrirnos una puerta de oportunidad, hacia un futuro mejor.

RESUMEN.

El estudio se realizó en el laboratorio Natural (Bismarck Lee) de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN-WASLALA), mediante el experimento de eficacia de sustrato en malformaciones del desarrollo radicular de plántulas de café, durante las dos primeras etapas fenológicas (semillero y vivero) donde las variables a medir fueron germinación de la semilla, desarrollo radicular, eficacia de sustrato en la etapa de semillero y durante la etapa de vivero, se midió la variable crecimiento ortotrópico, con plantas de distintos desarrollos radiculares.

Los tratamientos que estuvieron en estudios fueron los sustratos, (arena más aserrín) (pulpa tratada más suelo) (suelo o testigo). Mediante la utilización de un diseño completamente al azar, se estableció en parcela de un metro cuadrado.

En concierne a la germinación de la semilla se obtuvo que no hubo diferencia significativa ya que los rangos promedian entre 89.25, y 90.25 en los sustratos evaluados.

El estudio mostró resultados estadísticamente significativos, comparado con el testigo para el indicador de variable, tipo de raíz y longitud de la raíz donde señala que el sustrato que estaba compuesto por (suelo más aserrín) presentó menor número de malformaciones del sistema radicular y raíces con mayor longitud. Además, se demostró que no existe diferencia significativa por las plántulas de café con respecto al número de raíces secundarias desarrolladas, en los distintos sustratos utilizados.

Los resultados obtenidos reflejaron que durante la etapa de vivero, el tipo de raíz incide significativamente en la altura de la planta, ya que la raíz bien formada presentó una altura mayor a las plantas con raíz bifurcada y enrollada, sin embargo no representa diferencia estadísticamente significativa con relación al número de hojas y diámetro de la planta, debido a que todo los tipo de raíz de las plantas en estudio dieron datos similares, obteniendo rangos de 6 a 8 pares de hojas y de 2.76 mm a 2.95 mm de diámetro.

I. INTRODUCCION.

El presente documento es el resultado experimental sobre la eficacia de sustrato (Arena más Aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, en la reducción de anomalías del sistema radicular en plántulas de café, el cual fue desarrollado en el laboratorio natural, Bismarck Lee, de URACCAN-WASLALA 2015, donde se evaluaron las variables: germinación de la semilla, desarrollo radicular, y eficacia de sustrato, durante la etapa de semillero, además se evaluó durante la etapa de vivero crecimiento ortotrópico, de plántulas con distintas formas de raíz.

Es importante mencionar que el crecimiento óptimo de las plántulas de café, depende del buen desarrollo radicular, si existen anomalías en la raíz, las plántulas pueden presentar poco crecimiento y mala formación del fuste, y por ende, esto viene a reducir el número de plantas para su establecimiento.

Durante las etapas fenológicas iniciales (Semillero y Vivero) en el café, es necesario realizar un buen manejo agronómico, ya que estos, permiten obtener plantas con las características apropiadas para establecerlas en el área definitiva de la plantación.

Los sustratos son componentes indispensables para establecer semilleros y viveros ya que estos les proporcionan a las plántulas muchos nutrimentos para lograr desarrollarse con mayor eficacia tanto geotrópico como ortotrópicamente.

Debido a estas situaciones el estudio consistió en experimentar durante la etapa de semillero el comportamiento radicular con diferentes tipos de sustratos, y constatar en cuál de ellos las plántulas presentan más anomalías para posteriormente, homogenizar el sustrato en la fase de vivero y luego comparar el desarrollo ortotrópico en relación al sistema radicular formado durante el semillero.

En este estudio se realizó un diseño completamente al azar (DCA) donde comparamos dos tratamientos con su respectivo testigo con dos réplicas en cada tratamiento para un total de seis (6) parcelas, donde se espera que los resultados obtenidos sirvan para la toma de decisiones a los productores, personal técnico e instituciones interesadas en este rubro.

- 1. ¿Cuál es la eficacia de los sustratos (arena más aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, en reducir las anomalías en el sistema radicular de plántulas de café en semillero?**
- 2. ¿Cuál es el crecimiento ortotrópico de las plántulas de café en vivero con respecto a los distintos desarrollos radiculares obtenidos en la etapa de semillero?**

II. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo General.

Evaluar eficacia de dos sustratos (Arena más Aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, en la reducción de anomalías en el sistema radicular de plántulas de cafeto durante etapas de semillero y vivero Waslala 2015-2016

2.2. Objetivos Específicos.

Determinar el desarrollo radicular de las plántulas de café en cada una de los sustratos (Arena más Aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, durante la etapa de semillero.

Estimar diferencia estadística de los sustratos (Arena más Aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, sobre la reducción de anomalías del sistema radicular de plántulas de café

Describir el crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero, con respecto al desarrollo radicular obtenido en la fase fenológica de semillero.

Cuantificar diferencia estadística del crecimiento ortotrópico de plántulas de café, en la etapa de vivero, con respecto al desarrollo radicular obtenido en la fase fenológica de semillero.

III. MARCO TEORICO.

3.1. Generalidades.

Taxonomía de la planta de café.

La planta del cafeto pertenece al Reino Plantae, División- Magnoliophyta, Clase- Magnoliopsida, Orden - Gentianales, Familias - Rubiaceae, Sub familias – Ixoroideae, Tribu - Coffeae, Género - Coffea, Especie - *Coffea Arabica L. Coffea canephora, Coffea Libérica* (WIKIPEDIA, 2016).

Morfología de la planta de café: El café arábigo es un arbusto leñoso con hojas lustrosas que crecen sobre numerosas ramas originadas de un solo tronco (Sanchez Potes, 2011)

Tronco y ramas del café, del tronco salen ramas primarias y estas a su vez, producen ramas secundarias. Estas últimas y el tronco se pueden renovar por que poseen yemas. Las ramas secundarias producen flores (Sánchez Potes 2011).

En el año 2011 Sánchez Potes refiere que las Hojas de la planta de café se forman en las ramas secundarias, en las primarias y en el tallo joven. Sánchez Potes (2011) plantea que: “*En cada nudo hay un par de hoja. Su tamaño varía de 12 a 15 cm de largo y 6 cm de ancho son elípticos, acuminados, algo ondulados y opuestos*”.

Las flores se forman en las axilas de las hojas en grupos de cuatro sobre un tallito corto o glomérulo. En la base de cada hoja hay 3 o 5 glomérulo. La flor es blanca, muy poco pedicelada, con pequeños sépalos que forman el cáliz. Sánchez Potes (2011) expresa que;

De este margen 5 pétalos. Tiene un solo ovario con un estilo bifido y 5 estambres que nacen en la unión de los pétalos. El fruto madura alrededor de 28 semanas después de la abertura de la flor. Tiene forma elíptica y 1.5 cm de largo. Está formado por el epicarpio o piel, el meso carpo o pulpa, el endocarpio o pergamino y dos semillas.

De acuerdo con Sánchez Potes (2011), refiere que la semilla de la planta de café, está formada por la almendra o semilla sin pergamino, dura de color verdoso y cubierta de una película fina plateada y el embrión. La semilla tiene 8.5 a 12.7 mm y forma semicircular.

Raíz.

En el año 2011 (Sánchez Potes) establece que el cafeto tiene una raíz principal que penetra verticalmente en el suelo hasta 50 cm de estas salen otras verticales que profundizan hasta 1.20 m. Estas últimas a su vez originan otras raíces que se extienden horizontalmente y sirven de soporte a infinidad de raicillas absorbentes, que toman el agua y nutrimentos del suelo.

En el año 2007 (Arcila Pulgarin) hace referencia al sistema radical de una planta angiosperma tomando en cuenta que comienza su desarrollo a partir de un meristemo localizado en la base del hipocótilo del embrión de la semilla, la cual presenta la siguiente estructura funcional.

La caliptra o cofia. Órgano apical que cubre la punta de la raíz, protegiéndola de los posibles daños en su recorrido por el suelo. A medida que la raíz penetra las células más externas de esta cubierta se desgarran y van formando una capa mucilaginosa que facilita el paso de la raíz por los poros del suelo Arcila Pulgarin (2007).

La región de diferenciación o maduración. Es la parte que sigue a la zona de elongación, en la cual la mayor parte de las células de los tejidos primarios maduran. En esta zona también se forma las raíces absorbentes a partir de células epidermales especializadas, y por ello también se le denomina como la zona de las raíces absorbentes. La transición de una zona a otra es gradual y no hay una clara delimitación entre ellas. Las raíces laterales tienen el mismo tipo de organización. En *C. arábica* ocurre una organización estructural típica de las angiospermas Arcila Pulgarin (2007).

Sistema Radicular de la plántula de café.

El desarrollo del sistema radical de una planta de café es un proceso muy complejo que involucra muchos factores internos y ambientales, y sus interacciones. Entre los factores internos se considera, por ejemplo, el número de primordios capaces de formar raíces estructurales. Entre los factores ambientales se encuentran el índice de humedad del suelo (capacidad de campo, exceso y déficit de agua), la disponibilidad de nutrimentos y el estrés mecánico (Arcila Pulgarin, 2007).

De acuerdo (Arcilla Pulgarin 2007) establece que las raíces desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y la producción del cafeto. La raíz el órgano por medio del cual la planta se ancla al suelo y absorbe y transporta el agua y los minerales esenciales para su crecimiento.

Las raíces son los órganos de las plantas que son generalmente subterráneos y carentes de hojas. Se caracterizan por su crecimiento indefinido, su geotropismo positivo (crecimiento a favor de la gravedad), su simetría en general radiada, la ausencia de yemas, hojas, nudos y entrenudos (Wikipedia, 2015).

3.2. Conceptos Básicos

Anomalías.

Define como anomalías irregularidad, falta de adecuación a la norma o regla general, 2 Biol. Alteración biológica de origen congénito o adquirido. (Diccionario, 2009)

Sustrato.

El sustrato es un factor más del cultivo, como la luz o la temperatura, pero la diferencia de estos, el sustrato es un medio biológico, física y químicamente activo, cuya actividad depende del resto de factores ambientales, las técnicas de cultivo y el cultivo (Lema Ramo, 2012).

En el año 2012 Lema Ramos define como sustrato todo aquel material sólido distinto del suelo, natural o sintético, orgánico o mineral, en forma pura o en mezcla, que otorga anclaje al sistema radicular y, por consiguiente, desempeña un rol de soporte a la planta.

Sustrato: todo el material inerte o cercano a lo inerte, con suficiente capacidad de absorción de agua y el mantenimiento de ella en porosidades propias de su contextura o de su naturaleza física, puede llegar a ser adecuado para el cultivo de las plantas por medio de las soluciones nutritivas. Un listado rápido de estos materiales conocidos como Sustratos incluye tanto productos orgánicos como materiales inorgánicos (Martinez Solis, 2005).

Arena.

El diccionario enciclopédico Larousse (2009) Arena s.f (lat. Arena). Conjunto de partículas, generalmente de cuarzo disgregado de las rocas, la cual la que es recomendable para utilizar es la que se encuentran en las riveras de ríos.

Aserrín de madera.

Definición sustantivo masculino. Este término que tiene como alusión una agrupación o conjunto de porciones y partículas que se desune o desprende de la madera cuando se corta o se asierra y tiene un aspecto parecido a un polvo. (Diccionario online, 2015).

Pulpa de café tratada.

Pulpa tratada es el resultado de los residuos de la cosecha de café la cual se mezcla con cal para eliminación de hongos y regulación de pH manejada bajo techo por un periodo de 60 días. Además, esta es un excelente abono, cuando se regresa al cafetal se incorpora al suelo nutrientes que son necesarios para la planta, por cada quintal de pulpa de café manejada al aire libre aporta al suelo 1.4 lb de nitrógeno, Fosforo 0.2 lb y 0.3 lb de potasio. En cambio, La pulpa de café

tratada bajo techo y con cal (Pulpa tratada) contiene 3.5 lb nitrógeno, 0.2 lb fosforo y 2.0 lb de potasio. (Haggar, 2012)

Vivero de café

El vivero es el sitio donde se siembra las chapolas de café antes de pasarlas al sitio definitivo, este puede hacerse en bolsa perforadas de polietileno negro (vivero en Bolsa) o en camellones con sombrero natural o artificial (Fischersworing Homberg, 2001)

3.3. Desarrollo radicular de las plántulas de café durante la etapa de semillero

3.3.1. Germinación de semillas de café utilizando tipos de sustratos.

Un estudio sobre relación entre el proceso de beneficiado de la semilla de café (*Coffea arábica*), comparó la germinación de semillas de café en arena con diferentes beneficiados en el cual obtuvo los datos a los 65 días, donde resalta que en todas las semillas con diferentes beneficiados se obtuvo más del 90% de germinación, la cual no refleja diferencia estadística entre ellas. (duicela cambi, 2007).

El semillero es el medio utilizado para lograr la germinación 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 madres de la variedad elegida, considerando sus características físicas propias y su adaptabilidad y capacidad de producción (ANACAFE, 2015).

3.3.2. Malformaciones de desarrollo radicular en etapa de semillero.

Etapa de germinador. Las limitaciones del sistema radical en esta etapa están asociadas principalmente con los daños mecánicos producidos durante el beneficio de la semilla (raíz bifurcada), con la poca aireación del sustrato de germinación debido a su textura inadecuada o por el riego excesivo, siembra demasiado superficial o profunda y el uso inadecuado de agroquímicos para la desinfestación del sustrato (Arcila Pulgarin, 2007)

Durante la etapa de semillero los problemas más frecuentes son mala germinación, fósforos o chapolas débiles o raquíticos, raíces bifurcada o guapes, raíz dobladas (Aguilar Carrillo, 2012)

(Aguilar Carrillo 2012) establece que las causas más probables por las que se da estas anomalías en la etapa de semillero se debe a falta de desinfección del banco semillero, Exceso de agua, siembra muy densa, falta de sombra o cobertura del banco, establecimiento de semillero en cafetales viejo, tierra contaminada, mala planificación y siembra de sombra natural o preparación de enramadas.

3.3.3. Longitud del sistema radicular del café en semillero.

El sistema radicular está constituido por la raíz principal o pivotante que puede alcanzar 50 o más centímetros de profundidad en una planta adulta, de la cual se originan las raíces secundarias que ejercen la función de anclaje y las raíces terciarias de las que emergen las raicillas (cabellera), que sirven a la planta para la absorción de agua y nutriente. El desarrollo normal del sistema radicular del cafeto es muy importante para su crecimiento, producción y longevidad. Por lo que desde la etapa de semillero y vivero se debe lograr una raíz principal bien formada, para obtener un excelente crecimiento en el campo. (PROCAFE, 2012)

Mediante un estudio basado en la utilización de micorriza (dosis de 5 g por planta) en semilleros de café, se evaluó la efectividad de ésta en cuanto al desarrollo radicular, teniendo como variable largo y ancho de la raíz en 60 y 150 días después del establecimiento en semillero (DES). Los resultados obtenidos en los primeros 60 DES se determinó que las plántulas en las que utilizaron micorriza desarrollaron un promedio de 15- 20 cm de largo, y el testigo alcanzo una longitud de 10-15 cm de largo. Además se identificó que el ancho de sistema radicular de plántulas de café con micorriza difiere al del testigo ya que alcanzaron 3 a 6 cm de ancho (COFFEE & CLIMATE, 2016)

(Echeverría 2013) define que la planta de café durante la etapa de germinadores, tomando en cuenta en el manejo y seguimiento de estos, las chapolas alcanzan una longitud de 9 a 10 cm promedio esto en el caso con arquitectura recta.

3.3.4. Raíces absorbentes

Las raíces secundarias son las que crecen de forma lateral o horizontalmente donde las plantas con mayor presencia de raíces adsorbente tienen buena disponibilidad de asimilación de agua y nutrimento, las cuales se desarrollan en un suelo franco Arenoso ya que textura favorece al desarrollo de esta debido a su alto nivel de infiltración y porosidad (Arcila Pulgarin, 2007)

(Lema Ramos, 2012) evaluó dos sustratos, (t1, cascarilla de arroz, humus, tierra de sitio, tierra de huerto) y (t2, Cascarilla de café, humus, tierra de sitio, tierra de huerto) y tres tipos de enraizadores (raiz 500 + s1, raiz 500 + S2, bioplus + S1, Bioplus + S2, Homonagro S1, Hormonagro S2) en la propagación de número de raíces en plántulas de café, en el cual se obtuvo resultados a los 70 días después de su establecimiento, donde las variables a medir fueron longitud de raíz pivotante y número de raicillas, siendo el tratamiento 1 con el enraizador bioplus S2, quien presentó los mejores resultados con un total de 56 raicillas, seguido del t2 con la hormona raíz 500 con un promedio de 48 raicillas.

3.4. Cuantificación estadística de sustratos sobre la reducción de anomalías del sistema radicular de plántulas de café.

En la finca cafetalera, Las cuevas ubicadas en el municipio del cruceo Nicaragua (23 km) carretera sur, se llevó a cabo una investigación sobre la Evaluación se sustrato para la producción de plántulas de café. (Correa Vasquez, 2011)

Correa Vásquez en el año (2011) estableció un diseño bifactorial en bloques completo al azar (BCA) con 10 repeticiones (bloque de 30 plantas cada uno, para un total de 300 plántulas en dos niveles, con y sin aplicaciones foliar de estiércol fermentado de ganado bovino, con 150 planta cada uno) los tratamientos objetos de estudio fueron cinco diferentes sustrato entre ellos 4 sustrato orgánicos: estiércol, pulpa de café, lombriz más abono, una mezcla de los sustrato anteriores en proporciones iguales y un sustrato de suelo con fertilizante químico con formula 20-20-0 (120 kg).

Las variables a medir fueron las siguientes: Altura de la plántula, tamaño o largo de las hojas, (en cm), ancho de hoja (en cm), numero pares de hojas, y grosor del tallo. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza un 5 % de probabilidad. Los resultados mostraron que los tratamientos orgánicos con aplicaciones foliares manifestaron el mejor comportamiento con respecto al sustrato con aplicaciones edáficas de 20-20-0, así también mostraron el mejor comportamiento fitosanitario en los tratamientos con aplicaciones foliares de estiércol del ganado bovino en comparación con los sustratos en los que no se hicieron aplicaciones foliares (Correa Vásquez 2011).

3.5. Crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero.

(Echeverría, 2013) mediante su estudio de desarrollo radicular de híbridos, evaluó el crecimiento vegetativos de plantas de café con diferentes tipo de morfología encontrada en el sistema radicular en la etapa de viveros, en los cuales señala: Raíz Pobre, Sin secundarias, Estrangulada, Recta, Bifurcada, Serpenteada, En "U"; H: Con nudo, Engrosada, dichos resultados evidenció que las plántulas con malformación disminuyeron un 30 % la altura del tallo en relación a las que tenían un sistema radicular recto las cuales alcanzaron 35 cm de altura, 5 cm de diámetro y 1.5 cm de grosor.

Condiciones para los viveros.

Durante los almácigos el crecimiento de la raíz está limitado por el tamaño de la bolsa. Cuando la raíz toca el fondo de la bolsa se produce un doblamiento de esta en forma de L, al que se le conoce como " cola de marrano", esta alteración en el crecimiento recto y en sentido vertical de la raíz tendrá efecto negativos en el anclaje de la planta adulta y en la absorción de nutrientes, causando raquitismo y posiblemente un incremento a sensibilidad de la planta a la sequía. (Gaitan B, 2011)

Para reducir los problemas en el vivero y tener buenas plantaciones para el campo se debe tener en cuenta los siguientes: Desde el inicio, establecer una buena sombra en el vivero, para llenar bolsa del vivero no usar tierra de donde hay o hubo cafetales recientes, preparar una mezcla rica en materia orgánica, preparar la bolsa 15-20 días antes del trasplante y ubicándolas en dirección este-oeste, un día antes del trasplante regar bien las bolsas, para el trasplante seleccionar fosforito o chapolas sanas con buen vigor y con una raíz fuerte y bien formada. (Aguilar Carrillo, 2012)

En el año 2002 Aguilar Carrillo menciona otros aspectos importantes al momento del trasplante del semillero al vivero, es evitar que los fosforitos no queden con la raíz dobladas y no dejar bolsas de aire alrededor de la raíz, mantener un buen riego en el vivero y una vigilancia constante de plagas y enfermedades, durante 3-4 meses mantener de 50 a 60 % de sombra, luego ir reduciendo hasta un 30-40%, desde el primer mes evitar el enmalezamiento y vigilar síntomas de deficiencia de nutrientes, 4 a 5 días antes del trasplante realizar aplicaciones diarias de agua azucarada, usando 2 lb de azúcar por cada 10 litros de agua.

La planta de café debe reunir ciertas características deseables que son de importancia básica, las cuales se detallan a continuación: a) Tallo recto, grueso, fuerte y sano. b) Planta de 3 a 4 cruces. c) Un número abundante de hojas. d) Que las plantas tengan un buen vigor vegetativo. e) El sistema radicular bien abundante y bien distribuido, mostrando la raíz principal y secundaria un sólido anclaje. f) El estado del cafeto debe ser sano de buen color libre de daños, tanto la parte aérea como la radicular. (Martínez Solís, 2005)

El cafeto es un arbusto que está formado por un tallo central en cuyo extremo se encuentra la "yema" terminal u ortotrópica", que es la responsable del crecimiento vertical, formando nudos y entrenudos. De los nudos se forman las ramas laterales o bandolas y las crinolinias o palmillas (crecimiento plagiotrópico). A través de ambos tipos de crecimiento se conforma la arquitectura del cafeto, es decir su sistema vegetativo y productivo. (PROCAFE, 2012)

Según (PROCAFE, 2012) difiere que las hojas de los cafetos nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas o bandolas laterales. Crecen en disposición opuesta, son de forma elíptica. Su tamaño, color y cantidad varía de acuerdo a la especie y variedad. La función principal de las hojas está asociada a la fotosíntesis y fotorespiración, procesos indispensables para regular la actividad productiva.

De acuerdo con Arcila Pulgarín (2009) establece que los dos meses después de la germinación la plántula forma el primer par de hojas verdaderas, y luego en la fase de almacigo, la plántula adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos (Arcila, 2009).

El tallo o tronco y las ramas primarias forman el esqueleto del cafeto. Los aspectos más sobresalientes de la morfología aérea de la planta del café tienen que ver con dos tipos de brotes: Ortotrópico, que crecen verticalmente y comprenden el tallo principal y los chupones. Plagiotrópico, que crecen horizontalmente y comprenden las ramas primarias, secundarias y terciarias. En los nudos del tallo principal se encuentran varios tipos de yemas: Las que dan origen a las ramas primarias. Los chupones que son el potencial de brote de la zoca y permanecen mientras se conserve el cogollo del tallo principal. Otras yemas que forman flores. Las ramas primarias no se pueden renovar. (Arias Rodriguez, 2012)

3.6. Estudios Realizados sobre crecimiento ortotrópico de planta de café en etapa de vivero.

(Martin Solis, 2005) mediante la evaluación de distintos sustrato (t1) Suelo+pulpa+estiercol,T2)Suelo+arena+pulpa+hojarasca,T3)Suelo+arena+pulpa+estiercol+15hojaresca,T4)Suelo+arena+pulpa+estiercol+25%hojaresca,T5)Suelo+arena+pulpa+estiercol+10% de hojarasca, T6)Cascarilla de arroz+arena y T7)Cascarilla de arroz+arena+bagazo de caña) sobre la producción de plántulas de café en vivero, utilizando la técnica de tubetes se obtuvo datos a los 120 días después de su establecimiento donde se midió la altura de las plantas de café, los cuales se detallan a continuación: Los tratamientos t1,t2,t3,t4 alcanzaron un margen de 17.18 – 20.23 cm de altura y los tratamiento t5 t6 obtuvieron más crecimiento de la planta puesto que alcanzaron entre 20.26 y 21.81 cm de altura, el tratamiento que hace diferencia es el t7 debido a que las plantas obtuvieron 22.96 cm de altura.

(Blandón Aviles, 2008) Mediante la realización de un estudio de producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización, se utilizaron KUNTAN (Lombrihumus + Cascarilla de arroz carbonizada), Pro-Mix (Sustrato a base de turba de musgo esofágnico del genero Sphagnum) y PRO-CAFÉ (Suelo Franco+Lombihumus+Aserrin+Arena de rio), las variables a medir fueron Altura de la planta, pares de hojas verdades y grosor del tallo.

Efecto de los sustratos a los 120 días después del trasplante, se encontró una mayor altura de las plantas con un promedio de 9 cm con respecto al tratamiento KUNTAN, comparado con los sustratos Pro-Mix que dio una medida de 8 cm y Procafe con 7.50 cm en promedio. En las variables del diámetro de tallo y pares de hojas verdaderas no hubo diferencia debido que se obtuvo un diámetro promedio de 0.30 cm y 4.5 pares de hojas (Unidades) promedio con respecto a todos los tratamientos. (Blandón Aviles, 2008)

Andagoya Dávalos en el año 2014 realizó un estudio sobre análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café en el cual comparo los siguientes sustratos. Sustrato 1) 100% suelo (100%S), sustrato 2) 50% suelo + 50% lombrihumus de pulpa de café v/v (50%S + 50%LH) y el sustrato 3) 60% suelo + 30% lombrihumus de pulpa de café + 10% ceniza (60%S + 30%LH + 10%C). Donde Se encontró mayor altura de la planta en el tratamiento 100%S, con el paquete de fertilización convencional con una medida de 15 cm Superando en un 5.2 cm al sustrato 100%S+Testigo, y en 5.6 cm al tratamiento (50%suelo+50%LH).

Este estudio análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café muestra que el sustrato 100%S, con el paquete de fertilización convencional, obtuvo mayor número de hojas con un total en promedio de 14 hojas verdaderas con una diferencia de 2.4cm con el T1 y 2.3cm con el T respectivamente (Andagoya Dávalos, 2014).

En el estudio realizado por Andagoya Dávalos en el año 2014 sobre análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café El paquete de fertilización convencional con el sustrato 100%S, y con el sustrato 60%S + 30%LH + 10%C, fueron mayores que los demás sustratos con sus respectivos paquetes de fertilización, presentando el mayor diámetro de tallo con un promedio de 3.1 mm de grosor superando en 5mm al T3 y en 7 mm al T1.

(López Urroz, 2012) Evaluó cuatro sustratos para el establecimiento de almácigos de café en tubetes en la Escuela Agrícolas Panamericana- Honduras donde midió las variables (altura, diámetro y número de hojas verdaderas de la planta) en el cual obtuvo los siguientes resultados a 8 semanas después del trasplante:

El sustrato Pindstrup (Producto comercial, su base se conforma de turba de rubia de *Sphagnum spp*), obtuvo la mayor altura con 7.94 cm, pero este no difiere del sustrato Kuntan (cascarilla de arroz carbonizada, lombrihumus a base pulpa de café y arena) que alcanzo 7.80 cm, los menores valores para la variable se obtuvieron con los sustratos Tierra y Orna (Aserrín, casulla de arroz, tierra y arena) con 6.13 - 6.68 cm de altura.

El sustrato Kuntan presentó mayor cantidad de hojas, 6 hojas por planta, Seguido del sustrato Pindstrup que difiere significativamente de Kuntan con 5 hojas cada planta. La producción de hojas se ve afectado por muchos factores entre los principales el contenido de nutrientes, se reflejó en los sustratos Orna y Tierra que las plantas solo desarrollaron 3 a 4 hojas por planta.

El sustrato Kuntan presentó el mayor diámetro de tallo con 2.30 cm sin embargo este no difiere del sustrato Pindstrup que obtuvo 2.28 cm de diámetro. El mayor diámetro del tallo se debe a un mayor contenido de raíces que presentaron estos sustratos, ya que influyen directamente en la absorción de nutrientes. Los sustratos Orna y Tierra tuvieron los menores resultados y difieren significativamente de los primeros dos debido a que se registraron datos de 2.04 – 2.01 cm de diámetro.

3.7. Cuantificación estadística sobre crecimiento ortotrópico de plántulas de café, en la etapa de vivero.

Mediante un estudio de evaluación de distintos sustrato (t1) Suelo+pulpa+estiércol T2)Suelo+arena+pulpa+hojarasca,T3)Suelo+arena+pulpa+estiercol+15 hojarasca, T4)Suelo+arena+pulpa+estiercol+25%hojarasca,T5)Suelo+arena+pulpa+estiercol +10% de hojarasca, T6)Cascarilla de arroz +arena y T7)Cascarilla de arroz + arena + bagazo de caña) sobre la producción de plántulas de café en vivero, utilizando la técnica de tubetes se sometieron a análisis estadístico el efecto de los diferentes sustratos.

Pudo observarse en las variables alturas de planta, pares de hojas por plantas, que existe diferencias significativas al 5% para los tratamientos evaluados, para el caso de la variable altura de planta se reportó un valor de probabilidad inferior al nivel crítico de 0.05 ($Pr > F = 0.0001$), el coeficiente de variación determinado fue de 12.36 %. En el caso de la variable pares de hojas por planta, se reportó un valor de probabilidad inferior al nivel crítico de 0.05 ($Pr > F = 0.0003$). El coeficiente de variación determinado fue de 7.13 % (Martinez Solis, 2005)

(López Urroz, 2012) Mediante la evaluación de cuatro sustratos (t1) KUNTAN cascarilla de arroz carbonizada, lombrihumus a base pulpa de café y arena, t2) Pindstrup, Producto comercial, su base se conforma de turba de rubia de *Sphagnum spp*, t3) Orna aserrín, casulla de arroz, tierra y arena, t4) Suelo o Testigo) para el establecimiento de almácigos de café en tubetes donde las variables en estudio fueron (altura, diámetro y número de hojas verdaderas de la planta). Los datos fueron sometidos a análisis estadístico mediante un ANDEVA con un nivel de significancia $P \leq 0.05$. Donde los resultados fue una probabilidad de 0.01 en todas las variables y para todos los tratamientos. También se obtuvo un coeficiente de variación de 8.87 en altura, 8.56 en diámetro y 15.3 en unidades de hojas.

IV. HIPOTESIS

Las hipótesis estadísticas sometidas a pruebas fueron:

Ha Existe diferencias significativas usando sustratos (Arena más Aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, en la reducción de anomalías del sistema radicular de plántulas de café en la etapa de semillero

Ho. No existe diferencias significativas usando sustratos (Arena más Aserrín) (pulpa tratada más suelo) y testigo, sobre la reducción de anomalías del sistema radicular de plántulas de café en etapas de semillero.

Ha Existe diferencias Significativa en el crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero, con respecto, desarrollo radicular obtenido en la etapa de semillero

Ho. No existe diferencias Significativa en el crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero, con respecto, desarrollo radicular obtenido en la etapa de semillero.

V. METODOLOGÍA

5.1. Ubicación del estudio.

El Laboratorio natural de URACCAN Bismarck Lee, está ubicada en la comunidad de Waslalita a 1.2 kilómetro de la entrada a la fundación madre tierra. (FUMAT), presenta las siguientes coordenadas geográficas, 1475300 latitud norte, 1474900 latitud sur, 674900 longitud este y 674300 longitud oeste. Esta colinda al norte con el señor Francisco López éste con el camino troncal o la principal vía de acceso de la comunidad, al sur con Lidia Baltodano, al oeste con Pablo Yoder. (Otero Gonzalez, 2015)

Según Otero González (2015) establece que el laboratorio natural cuenta con una superficie de terreno de 15.01 Manzana, la cual tiene una altura aproximadamente de 450 msnm, con una precipitación entre 2500 a 2800 ml anuales, con temperatura que oscila entre 22 a 28°C, una humedad relativa entre 60 a 70 %.

5.2. Universo del estudio.

Durante la etapa de semillero el universo fue de 200 semillas de café de la especie (*Coffea Arabica. L*) variedad 3 fff línea salchimor las cuales se establecieron a una distancia de 5 cm entre plantas y 10 cm entre calle por unidad muestral, para un total de 1200 plántulas de café.

En la etapa de vivero se homogenizaron los distintos desarrollos radiculares encontrado en semillero para evaluar el crecimiento ortotrópico con respecto a las diferentes formas de sistema radicular.

5.3. Tipo de estudio.

El presente estudio es de carácter cuantitativo, experimental porque se manipularon sustratos para determinar sus efectos en el desarrollo radicular de plántulas de cafeto. Donde aplicamos un diseño completo al azar (DCA) en su primera etapa y un DCA con parcela dividida en su segunda etapa.

5.4. Los modelos estadísticos a utilizar fueron los siguientes.

En semillero: Diseño Completo al Azar (DCA), La consideración básica para un diseño completo al azar es que las observaciones pueden representar por medio del modelo estadístico lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \dots t \\ j = 1, 2, 3 \dots r_j \text{ (Numero desigual de repeticiones)} \\ j = 1, 2, 3 \dots r \text{ (Número igual de repeticiones)} \end{array}$$

En semillero: Diseño Completo al Azar (DCA), La consideración básica para un diseño completo al azar es que las observaciones pueden representar por medio del modelo estadístico lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3 \dots t \\ j = 1, 2, 3 \dots r_j \text{ (Numero desigual de repeticiones)} \\ j = 1, 2, 3 \dots r \text{ (Número igual de repeticiones)} \end{array}$$

5.5 Unidad de análisis: Cada una de las plántulas de café de la unidad muestral (200) se sujetaron a medición en la etapa de semillero.

Cada plántula de café en la etapa de vivero de la unidad muestral se sujetó a medición, con diferentes tipos de desarrollo radicular.

5.6. Unidades de observación:

Semillero.

Dos tratamientos T1 (Arena más Aserrín) T2 (pulpa tratada más suelo) T3 el comparador (suelo local) cada tratamiento con una réplicas.

Vivero.

De la heterogeneidad de los diferentes desarrollos radiculares obtenidos en los distintos tratamientos en estudio en la etapa de semillero, se unificaron por malformaciones para ser comparadas entre sí. Para ser comparación estadística el número de planta con raíces bien formada dependerá de la cantidad de plántulas con sistema radicular mal formado.

5.7. Marco Muestral.

Se trabajó con un 100 % de las unidades muestrales (200 plántulas) con respecto a la etapa de semillero para un total de 1200 plántulas que es el numero poblacional.

Durante la etapa de vivero se homogenizaron los distintos desarrollos radiculares encontrados en cada tratamiento de los cuales selecciono el 100% para evaluar su crecimiento ortotrópico.

5.8. Manejo del Experimento en semillero.

En semillero se realizó una selección de semilla de buena calidad.

Prueba de pre-germanización de la semilla.

Preparación de sustrato T1 (Arena más Aserrín) T2 (pulpa tratada más suelo) T3 Testigo (suelo local) la arena que se utilizó se extrajo de la orilla de rio, el aserrín

de los talleres de ebanistería existente en el municipio, ya que las partículas de madera de este son más pequeñas, lo cual permite mantener más humedad.

La pulpa tratada fue el resultado de la combinación de pulpa de café + cal, la cual durante un periodo de cuatro meses se mantiene en un ambiente controlado de sol y agua.

La distribución de las parcelas en el terreno se realizó mediante un diseño completamente al azar (DCA) donde comparamos dos tratamientos con su respectivo testigo con dos réplicas en cada tratamiento para un total de seis (6) parcelas, las cuales tenían una medida de 1 metro cuadrado con una distancia de 30 cm entre parcela, dando un área de 2.30 metros de ancho por 3.60 metros de largo. En ellas se plantaron las semillas a una distancia de 5 cm entre planta y 10 cm entre calle para un total de 1200 plántulas. Ver anexo 5. (Plano de campo para el semillero)

Desinfección del sustrato con cal común.

Previo a la siembra la semilla se dejó en remojo durante 48 horas

La siembra de la semilla por unidad muestral fue a una distancia de 5 cm de surco y calle.

Aplicación de engeo: (Insecticida sistémico) 2 cc/lit de agua para controlar plagas

Aplicación de caldo sulfocalcio, el cual es una combinación de 1 kg azufre más 1 kg de cal viva todo esto cosido en 20 lit de agua. La dosis de aplicación es 1lt/ bombada de 20 lit.

Se estableció una enramada para regular sombra en cada parcela, con cobertura vegetal (Zacate Taiwán)

Riego cada dos días o según condiciones climáticas manteniendo la capacidad de campo.

5.9. Manejo del Experimento en Vivero

En el vivero se evaluaron tres tipos de desarrollos radiculares con sus respectivas réplicas para un total de seis parcelas, en cada una de ellas se establecieron 25 plantas, cada unidad muestral tenía una medida de 1 metro cuadrado y una distancia de 15 cm entre parcelas.

Preparación de sustrato 2-3-1 (2 suelo local - 3 bocachi -1 arena)

La desinfección del sustrato fue con cal común + agua hervida

Llenado de bolsa de polietileno de 6x8 pulgadas

Alineamiento de bolsa en las parcelas.

Abono edáfico (18-46-0) se realizaron tres aplicaciones la primera a los 22 días después de trasplante del semillero al vivero (DDT) la segunda a los 60 (DDT) y una tercera a los 90 (DDT). Dosis 30 g/ planta.

Se aplicó foleo con bayfolan forte (nutriente vegetal foliar) cada 15 días después de la fertilización edáfica. La primera aplicación fue a los 37 días después del trasplante (DDT), la segunda a los 75 (DDT), y la tercera a los 105 (DDT) dosis 1 cc/ lt de agua.

Aplicamos sulfocálcio el cual es una combinación de 1 kg azufre+ 1 kg de cal viva todo esto cosido en 20 lt de agua. La dosis de aplicación es 1lt/ bombada de 20 lt. Cada 30 días después del establecimiento a bolsa.

La sombra del vivero se realizó en forma de enramadas con zacate Taiwán

Se realizó un muestreo azarizado de 10 plantas por cada uno de los distintos desarrollos radiculares encontrado en cada tratamiento, evaluado en semillero, con el fin de constatar el comportamiento de la raíz en la etapa de vivero.

5.10. Técnica e instrumento en la etapa de semillero.

Técnicas:

Mediante la observación se clasificaron y se sumaron la cantidad de plántulas o chapolas que tengan distintos desarrollos radiculares.

Instrumento: Se utilizó los siguientes instrumentos para obtener la información: Programa para análisis estadístico (INFOSTAT).

Utilización de formato en hojas de cálculos de EXCEL

Cinta métrica para medir la longitud de las raíces.

Cámara fotográfica.

5.11. Técnica e instrumento para el vivero.

Técnicas: Para ser efectiva la recolección de los datos en vivero se utilizó la observación.

Instrumento: Se utilizaron los siguientes instrumentos para obtener la información: Programa para análisis estadístico (INFOSTAT).

Utilización de formato en hojas de cálculos de EXCEL

Cinta métrica y forcípula para medir la altura de la planta, numero de hojas, grosor del tallo.

Cámaras fotográficas.

5.12. Recolección de la Información.

En la etapa de semillero se levantó información a los 30 días después de siembra para obtener el porcentaje de germinación.

A los 60 días después de la siembra se midieron tipo de raíz, longitud de la raíz, cantidad de raíces secundarias.

A los 60 días después del trasplante a la bolsa se midieron altura de la planta, número de hojas, grosor del tallo.

A los 120 días después del trasplante a la bolsa se medirá altura de la planta, número de hojas, grosor del tallo.

5.13. Procesamiento y Análisis.

Se tomaron datos de campo de las unidades experimentales para someterlos a los análisis, donde se utilizó el programa estadístico INFOSTAT en el cual, se compararon las variables de Germinación, desarrollo radicular y eficacia de sustratos.

En la etapa de vivero se evaluó Altura de la planta, grosor del tallo, Numero de hojas, todos estos indicadores de variables antes mencionados se sometieron bajo la prueba de FICHER para definir que si existe diferencias significativas entre los tratamientos establecidos.

5.14. Variables:

En la etapa de semillero las variables evaluadas son, Porcentaje de germinación por sustrato, Desarrollo Radicular, Eficacia de sustrato.

En la Etapa de vivero la variable evaluada es el crecimiento ortotrópico.

5.15. Operacionalización de variables en etapa de semillero

Variable	DEFINICION	Indicadores	Escala	Técnicas
Porcentaje de germinación de la semilla por sustrato	Está determinado por la cantidad de semilla que desarrollan su embrión por cada replica de sustrato.	Número de Semilla germinada/ sobre el total de la población	De Intervalo	Observación
Eficacia de Sustrato	Eficacia de sustrato nos referimos a la reducción de anomalías del desarrollo radicular.	Número de chapolas con raíces bifurcada, enrollada, pivotante bien desarrollada	De Intervalo	Observación
Desarrollo Radicular	Crecimiento geotrópico de la plántulas de café, donde se observa el desarrollo de la raíz pivotante y raíces secundaria.	Longitud de la raíz Número de Raíces secundaria.	De Intervalo	Observación

5.16. Operacionalización de variables en etapa de vivero

Variable	Definición	Indicadores	Escala	Técnicas
Crecimiento Ortotrópico	Crecimiento vertical de la planta de café, en el cual se forma yemas apical, hojas, ramas y Fuste o tronco.	Altura de las Plantas Número de Hojas Grosor del Tallo	De Razón	Observación

5.17. Criterios de Inclusión.

Selección de semilla con criterio de calidad (tamaño, buena característica física)

Heterogeneidad de plántulas del semillero con distintos desarrollos radiculares.

En la etapa de vivero todas las plantas por unidad muestral fueron sujetas a medición incluyendo al comparador.

5.18. Criterio de exclusión:

Plántulas enfermas con mal de talluelo.

Plántulas afectadas por nematodos

Plántulas defoliadas

Plántulas afectadas por insecto (Sompopo, Chinche, hormiga)

Plántulas con daño mecánico

5.19 Materiales.

Semilla seleccionada, Ingrediente para los sustrato (Arena de rio, Aserrín de las carpinterías, Pulpa de café tratada, Suelo Local) Bolsa de polietileno de 6x8 pulgadas, cal común + Agua hervida, caldo sulfocalcio (Azufre + Cal), bayfolan, abono edáfico (18-46-0).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

El trabajo de campo fue experimentado en el Laboratorio Natural, Bismarck Lee Propiedad de la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN Waslala), donde se realizó el estudio, eficacia de sustratos para reducir anomalías radiculares en plántulas de café en las dos primeras etapas fonológicas, (semillero y vivero) para el cual realizamos un diseño completamente al azar, (D.C.A). En semillero se elaboraron dos tipo sustratos (arena más aserrín), (pulpa tratada más suelo) y un testigo, donde comparamos las variables porcentaje de germinación, desarrollo radicular y eficacia de sustratos y en vivero el crecimiento ortotrópico con los distintos desarrollos radiculares encontrados en el semillero, tomando en cuenta todas las orientaciones planteadas en el diseño metodológico, los datos obtenidos durante el proceso experimental fueron sometidos al análisis estadístico de INFOSTAT, para determinar si existe o no diferencia significativa en los sustrato estudiados.

6.1. Desarrollo radicular de las plántulas de café en cada una de los sustratos (Arena más Aserrín, pulpa tratada más suelo y testigo) durante la etapa de semillero.

6.1.1. Germinación de la semilla utilizada en el estudio.

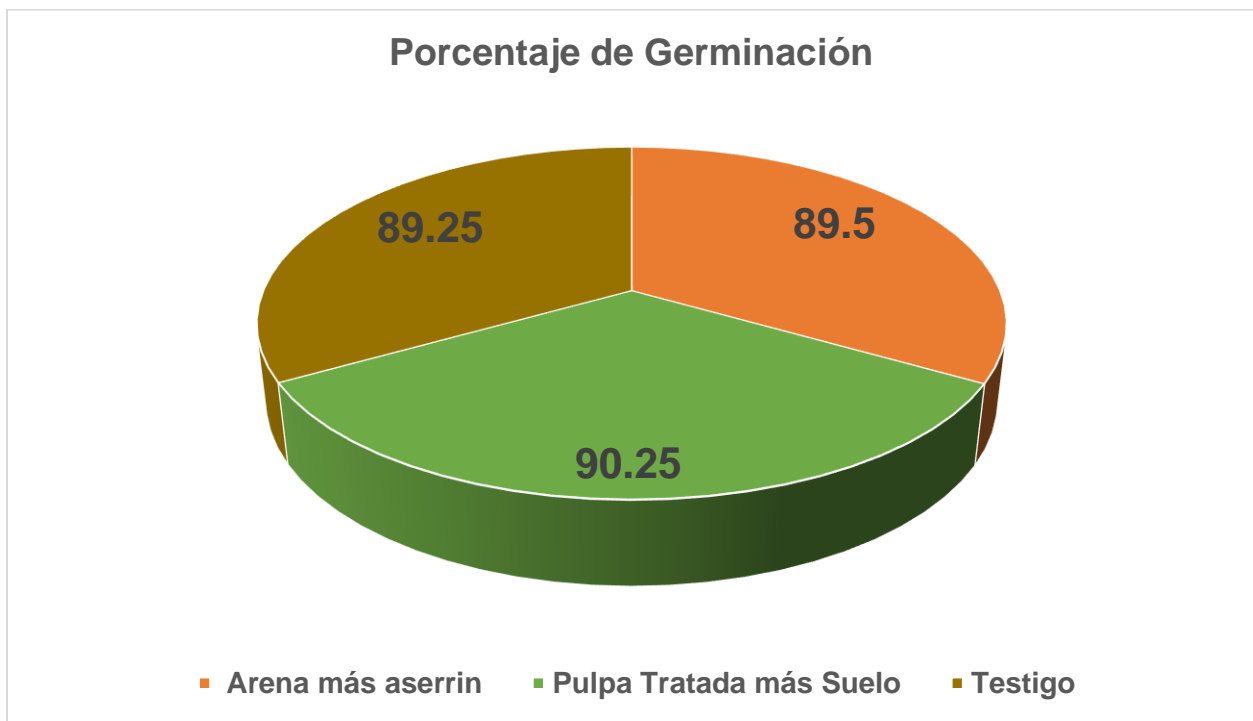


Grafico 1 Porcentaje de Geminación.

En la comparación de los tres tratamientos (Arena más aserrín, pulpa tratada más suelo y testigo, los datos obtenidos a los 60 días después de siembra (DDS), están en un rango de 89.25 % a 90.25 % de germinación lo cual indica que los sustratos utilizados presentan características óptimas para que las semillas desarrollen su embrión en condiciones favorables.

Lo antes descrito está estrechamente relacionado con lo planteado por la Asociación Nacional de Café de Guatemala. (ANACAFE, 2015) La cual refiere que una buena germinación se logra al seleccionar semilla que garantice los resultados deseados. El proceso de selección debe iniciarse desde la obtención de plantas madres de la variedad elegida, considerando sus características físicas propias y su adaptabilidad y capacidad de producción. Cabe mencionar que todas estas consideraciones fueron tomadas en cuenta al momento de establecer el germinador.

6.1.2. Formación óptima de raíces por tipo de sustratos en el café

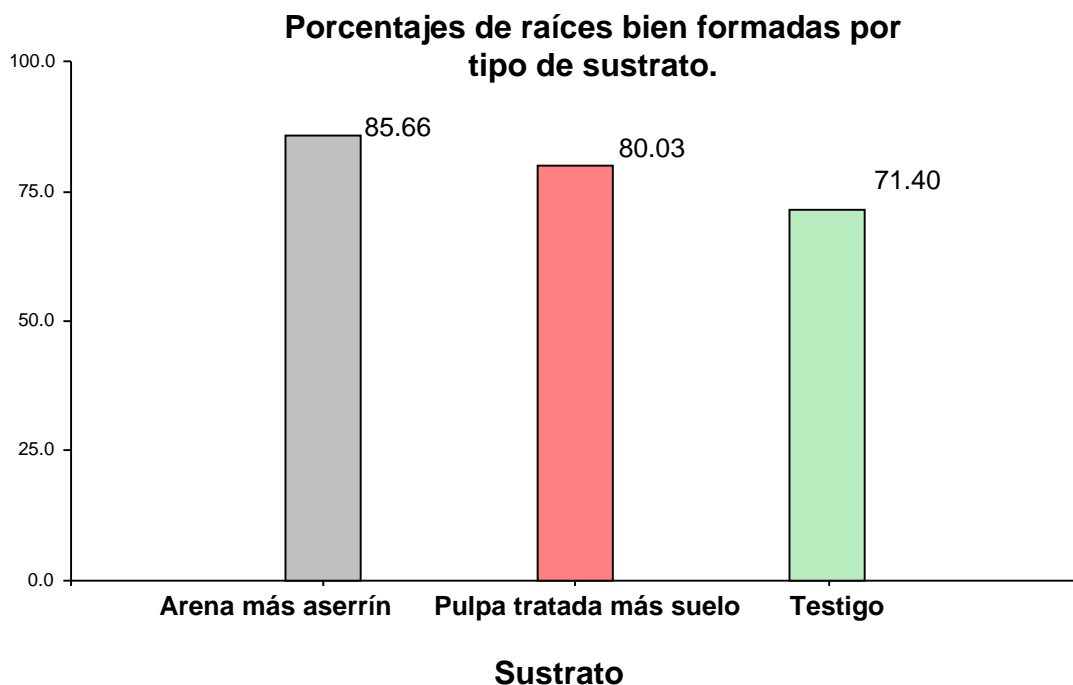


Gráfico 2. Porcentaje de raíces bien formada por tipo de sustratos. Waslala 2016.

En la comparación de los tres sustratos (Arena más aserrín, suelo más pulpa Tratada y suelo), los resultados obtenidos a los 60 DDS están en un rango de 71.40 a 85.66% de raíces bien formadas gráfico 2. Donde el sustrato de Arena más aserrín es que presenta mejores resultados.

Análisis estadístico sobre los sustratos con relación a las raíces bien formadas.

Tabla 1. Análisis de varianza de los sustratos sobre la formación de Raíces en café. Waslala 2016.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	206.35	2	103.17	110.00	0.0016
Sustrato	206.35	2	103.17	110.00	0.0016
Error	2.81	3	0.94		
Total	209.16	5			

Basado en el análisis de varianza del diseño completamente aleatorio al 5% refleja que existen diferencias significativas entre los sustratos sobre la formación de las raíces, lo que significa que hay 95% de probabilidad que los sustratos son diferentes y que uno de ellos es mejor que los demás. Tabla 1.

La prueba de Fisher a través de la diferencia mínima significativa al 5% demuestra que el sustrato de Arena más aserrín presenta los mejores resultados con 85.66% de raíces bien formadas. Tabla 2. Y el sustrato de menor resultado es el de testigo (solo suelo), lo que demuestra que la mezcla de sustratos es efectiva en el logro de resultados satisfactorios en la formación de raíces.

Tabla 2. Diferencias significativas según la prueba de Fisher. Waslala 2016.

Sustrato	Medias	n	Rango de significancia
Testigo	71.40	2	A
Suelo + pulpa de café.	80.03	2	B
Arena+ aserrín	85.66	2	C

Con estos resultados se acepta la hipótesis alternativa, en la que se plantea que existe diferencias significativas, entre los sustratos sobre la formación de raíces en plántulas de café.

(Arcilla Pulgarin 2012) afirma que las limitaciones del sistema radicular en esta etapa están asociada principalmente a la poca aireación del sustrato de geminación debido a su textura inadecuada, lo cual coincide con nuestro resultado ya que el sustrato Arena - Aserrín presento menos malformaciones radiculares con respecto a los otros tratamientos en estudio.

Esto se debe a que el sustrato Arena más aserrín presenta una textura con mayor porosidad y aeración lo cual permite que los tejidos radiculares se desarrolle con mayor facilidad tanto lateral como verticalmente, y por ende tener raíces bien formada, lo cual le va permitir tener a la planta un mayor anclaje en el desarrollo de cada una de su etapa fenológica.

6.1.3. Longitud de raíces con los diferentes sustratos en el cultivo del café.

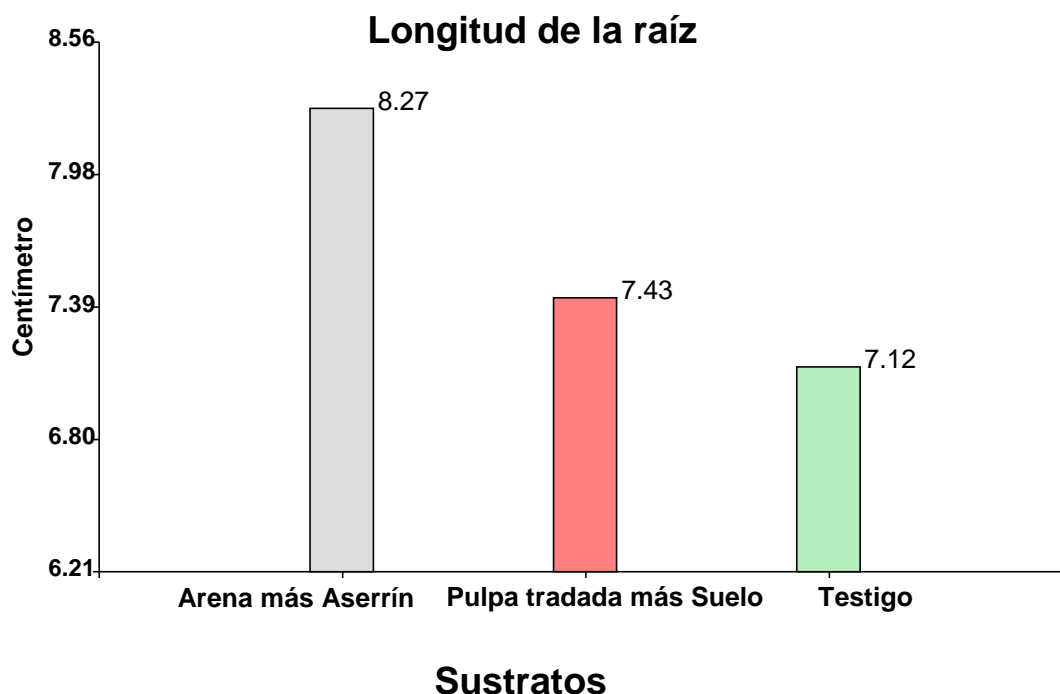


Grafico 3. Longitud de raíces por tipo de sustratos. Waslala 2016.

En la comparación de los tres sustratos (Arena más aserrín, pulpa tradada más suelo y testigo), los resultados obtenidos a los 60 DDS están en un rango de 7.12 a 8.27 cm de longitud de las raíces, grafico 3. Donde el sustrato de Arena + aserrín es que presenta mejores resultados.

Análisis estadístico sobre los sustratos con relación a la longitud de raíces en el cultivo del café.

Basado en el análisis de varianza del diseño completamente aleatorio al 5% refleja que no existen diferencias significativas entre los sustratos sobre la longitud de raíces, lo que significa que hay 95% de probabilidad que los sustratos son iguales Tabla 3. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 3. Análisis de varianza de los sustratos sobre la Longitud de raíces en café. Waslala 2016

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.42	2	0.71	7.38	0.0695
Sustrato	1.42	2	0.71	7.38	0.0695
Error	0.29	3	0.10		
Total	1.70	5			

Los resultados obtenidos en este estudio están en un rango de 7.12 a 8.27 cm de longitud de las raíces, no están estrechamente relacionado con los datos de coffee & climate, 2016 los cuales mediante su experimento basado en la utilización de micorriza en la efectividad del desarrollo radicular en café, obtuvieron a los 60 días después de establecido plántulas de café con una longitud promedio de 15-20 cm de largo.

Echeverría 2013 define que la planta de café durante la etapa de germinadores, tomando en cuenta en el manejo y seguimiento de estos, las chapolas alcanzan una longitud de 9 a 10 cm promedio esto en el caso de plantas con desarrollo radicular con una arquitectura recta, esto difiere de nuestros resultados debido a que los datos obtenido son diferente estadísticamente.

6.1.4 Numero de raíces secundarias con los diferentes sustratos en el cultivo del café.

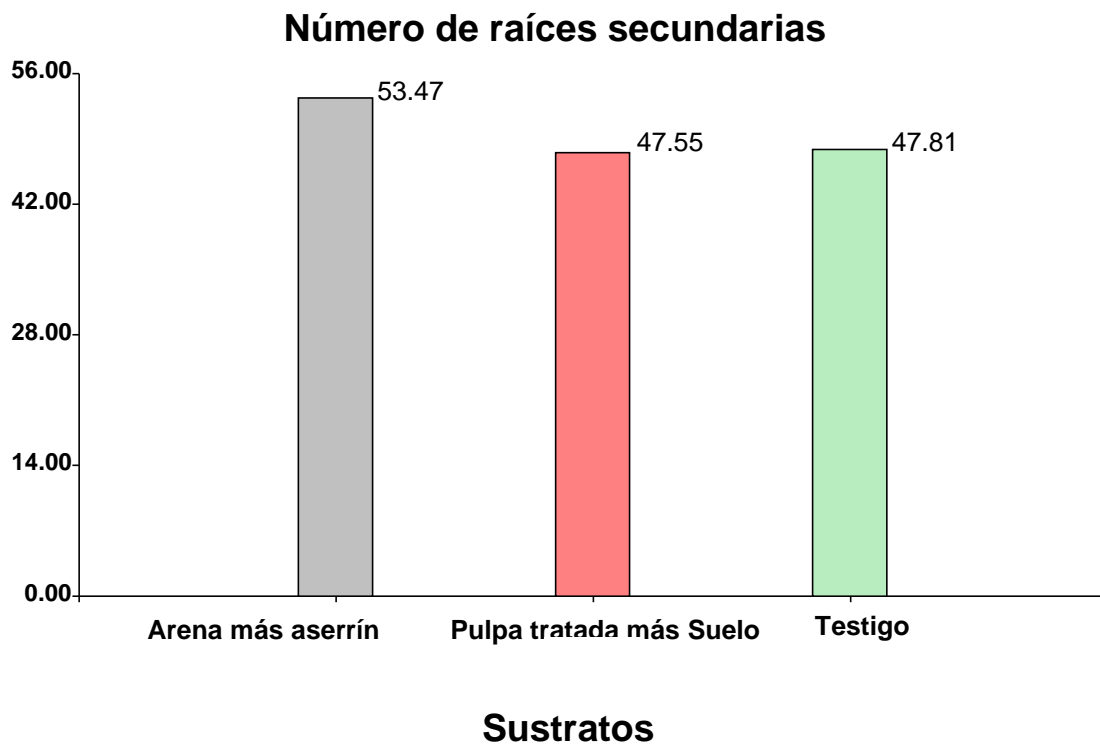


Grafico 4. Numero de raíces secundarias por plantas de cafeto en cada tipo de sustrato. Waslala 2016

En la comparación de los tres sustratos (Arena más aserrín, pulpa tradada más suelo y testigo), los resultados obtenidos a los 60 DDS están en un rango de 47.55 a 53.47 raíces por planta, grafico 4. Donde el sustrato de Arena más aserrín es que presenta mejores resultados.

Análisis estadístico sobre los sustratos con relación a la Número de raíces secundaria en el cultivo del café.

Basado en el análisis de varianza del diseño completamente aleatorio al 5% refleja que no existen diferencias significativas entre los sustratos sobre el número de raíces secundarias por planta, lo que significa que hay 95% de probabilidad que los sustratos son iguales Tabla 4. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 4. Análisis de la Varianza de diferentes sustratos sobre el número de raíces secundarias en plantas de café. Waslala 2016.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44.69	2	22.34	4.58	0.1226
Sustrato	44.69	2	22.34	4.58	0.1226
Error	14.64	3	4.88		
Total	59.33	5			

Según (Arcila Pulgarin, 2007) Define que las plántulas que son desarrollada en suelo con textura arenosa, con mayor infiltración de agua y aeración, el sistema radicular va presentar mayor cantidad de raíces secundaria, lo cual coincide con nuestro datos debido a que en el sustrato arena más aserrín se encontró el mayor número de raíces secundaria en relación al otro sustrato y medidor. Cabe señalar que estos mismos no representan diferencia significativa estadísticamente en cuanto al número de raíces secundaria.

Este estudio coincide con los resultados del experimento realizado por Lema Ramos donde comparo dos tratamiento y tres tipo de enraizadores en la propagación de raices en plántulas de café, sobresaliendo el tratamiento (t1, cascarilla de arroz, humus, tierra de sitio, tierra de huerto) y la hormona bioplus S2, obteniendo un promedio de 56 raicillas o raices secundaria.

6.2. Crecimiento ortotrópico de las plántulas de café, en la etapa de vivero

6.2.1 Altura de planta de café por tipo de raíz en etapa de vivero.

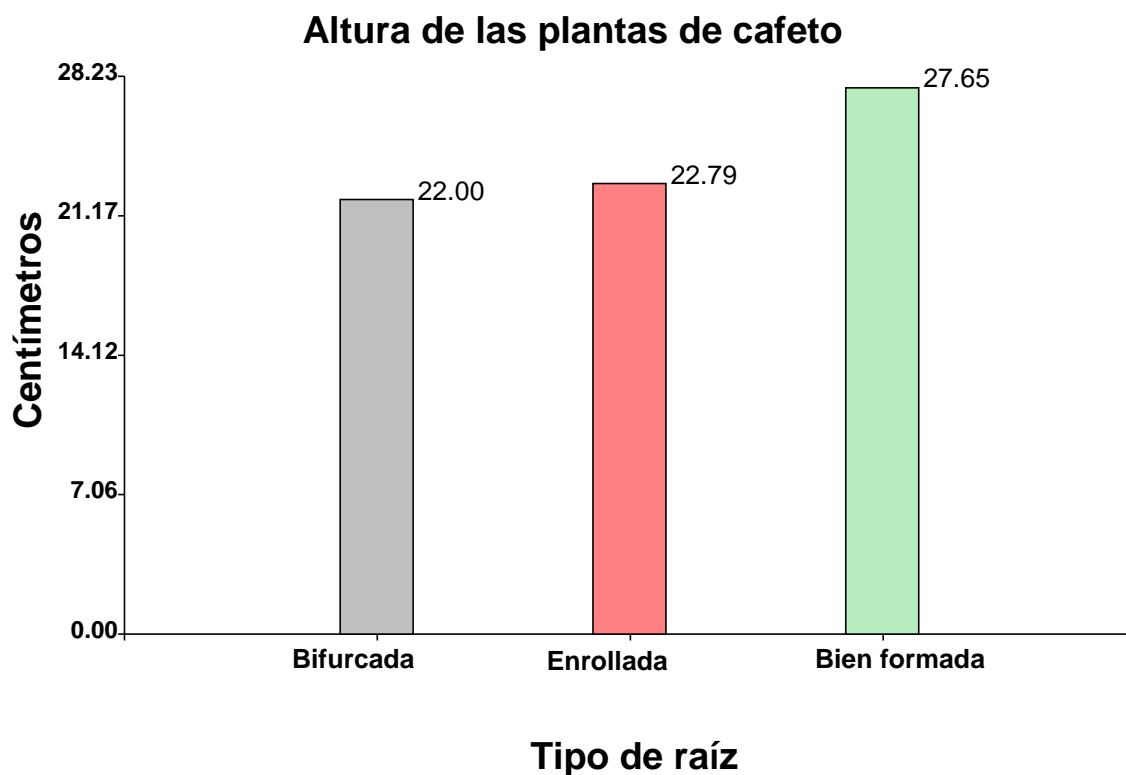


Grafico 5. Altura de las plantas de cafeto en cada tipo de desarrollo radicular. Waslala 2016

En la comparación de los tres tipos de formación de la raíz (bifurcada, enrollada y bien formada), los resultados obtenidos están en un rango de 22 a 27.65 centímetros de altura por planta, grafico 5. En la que se demuestra que cuando la raíz está bien formada la planta alcanza más altura.

Análisis estadístico sobre la altura por tipo de raíz en el cultivo del café

**Tabla 5. Análisis de la Varianza sobre la altura por tipo de raíz
En el cultivo del café. Waslala 2016.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37.44	2	18.72	12.02	0.0369
Tipo de raíz	37.44	2	18.72	12.02	0.0369
Error	4.67	3	1.56		
Total	42.12	5			

Basado en el análisis de varianza del diseño completamente aleatorio al 5% refleja que existen diferencias significativas entre los tipos de formación de raíces sobre la altura de plántulas de café, lo que significa que hay 95% de probabilidad que los sustratos son diferentes y que uno de ellos es mejor que los demás. Tabla 5.

La prueba de Fisher a través de la diferencia mínima significativa al 5%, demuestra que cuando la raíz está bien formada presenta los mejores resultados con 27.65 cm de altura. Tabla 6. Lo que demuestra un mejor desarrollo de plantas de café. Aceptando la hipótesis alternativa que existen diferencias significativas entre la formación de raíces sobre el desarrollo de las plántulas.

**Tabla 6. Diferencias significativas según la prueba de Fisher.
Waslala 2016**

Tipo de raíz	Medias	n	
Bifurcada	22.00	2	A
Enrollada	22.79	2	A
Bien formada	27.65	2	B

Según **(Echeverría, 2013)** Mediante su estudio de desarrollo radicular de híbridos, evaluó el crecimiento vegetativo de plantas de café con diferente tipo de morfología encontrada en el sistema radicular en la etapa de viveros dichos resultados evidenció que las plántulas con malformación disminuyeron un 30 % la altura del tallo en relación a las que tenían un sistema radicular recto.

(Martin Solis, 2005) Mediante la evaluación de distintos sustratos sobre la producción de plántulas de café en vivero, se obtuvieron plantas de café que alcanzaron una altura máxima de 22.96 cm de altura utilizando un sustrato compuesto de (Cascarilla de arroz, arena, bagazo de caña) estos datos están estrechamente relacionado con este estudio ya que obtuvieron datos que oscilan en los rangos de 22 a 27. 65 cm de altura.

6.2.2. Número de hojas por tipos de formación de raíz en planta de café en etapa de vivero.

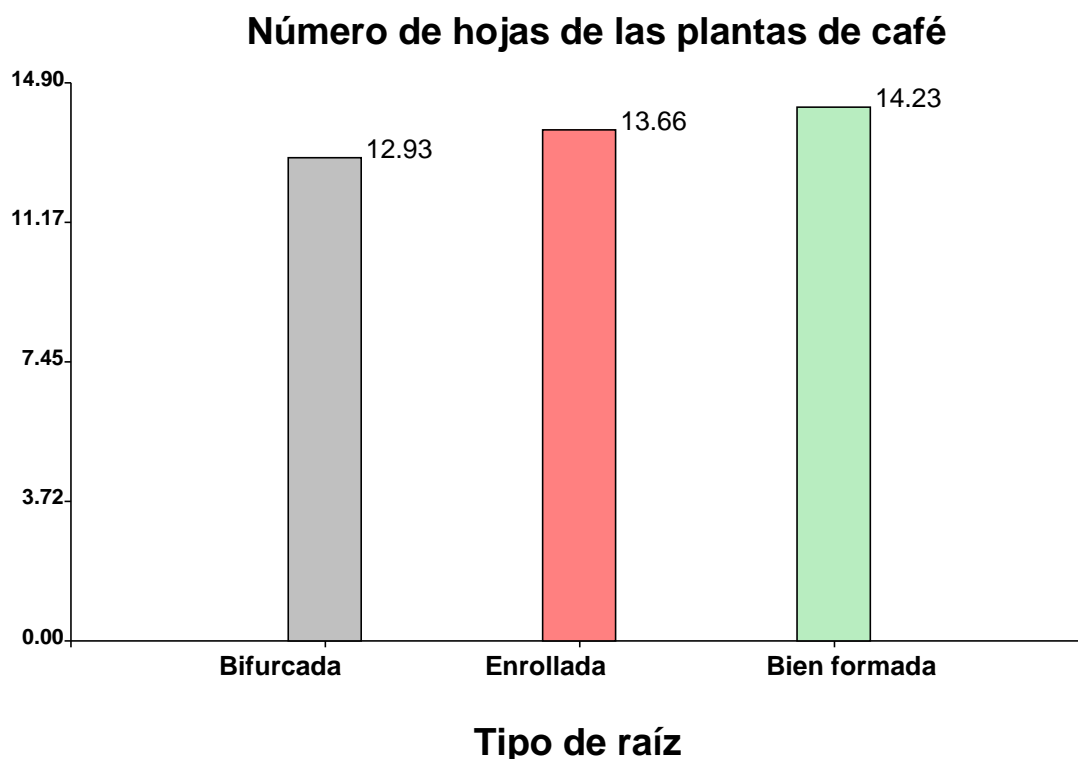


Gráfico 6. Número de hojas por plantas de café por tipo de formación de raíz Waslala 2016

En la comparación de los tres tipos de formación de la raíz (bifurcada, enrollada y bien formada), sobre el número de hojas por planta, los resultados obtenidos están en un rango de 12.93 a 14.23, gráfico 6.

Según los datos en el gráfico las diferencias son mínimas y estadísticamente no existen diferencias significativas al 5%. Tabla 7. Lo que significa que el 95% de probabilidad que el tipo de formación de raíz no incide en el número de hojas en las plantas de café.

Tabla 7. Análisis de la Varianza sobre el número de hojas por planta en el cultivo del café. Waslala 2016.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.71	2	0.86	1.58	0.3400
Tipo de raíz	1.71	2	0.86	1.58	0.3400
Error	1.63	3	0.54		
Total	3.34	5			

Arcila Pulgarin (2009), establece que a los dos meses después de la germinación la plántula forma el primer par de hojas verdaderas, y luego en la fase de almacigo, la plántula adquiere de 6 a 8 pares de hojas verdaderas o nudos, estos resultados coinciden con este estudio debido a que presentaron el mismo número de hojas.

Según (Andagoya Dávalos, 2014) mediante análisis comparativo de tres sustratos Sustrato 1) 100% suelo (100%S), sustrato 2) 50% suelo + 50% lombrihumus de pulpa de café v/v (50%S + 50%LH) y el sustrato 3) 60% suelo + 30% lombrihumus de pulpa de café + 10% ceniza (60%S + 30%LH + 10%C) se obtuvo mayor número de hojas en tratamiento 1, con un promedio de 14 hojas verdaderas, estos datos coinciden con los resultados del estudio, porque obtuvo un promedio de 12 a 14 hojas verdaderas.

6.2.3. Diámetro del tallo por tipo de formación de raíz en plantas del café.

Grafico 7. Diámetro del tallo por tipo de formación de raíz en plantas del café Waslala 2016.

En la comparación de los tres tipos de formación de la raíz (bifurcada, enrollada y bien formada), sobre el diámetro del tallo en plantas de café, los resultados obtenidos están en un rango de 2.76 a 2.95, grafico 7.

Según los datos en el grafico las diferencias son mínimas y estadísticamente no existen diferencias significativas al 5%. Tabla 8. Lo que significa que el 95% de probabilidad que el tipo de formación de raíz no incide en el diámetro del tallo en las plantas de café.

Tabla 8. Análisis de la Varianza sobre el número de hojas Por planta en el cultivo del café. Waslala 2016.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	3.28	0.1756
Tipo de raíz	0.06	2	0.03	3.28	0.1756
Error	0.03	3	0.01		
Total	0.09	5			

(López Urroz, 2012) Evaluó cuatro sustratos para el establecimiento de almácigos de café en tubetes, donde el mayor diámetro del tallo se debe a un mayor contenido de raíces que presentaron las plantas en estudios, ya que influyen directamente en la absorción de nutrientes, lo cual difiere de nuestros resultados ya que no se obtuvo diferencia estadística con relación al diámetro del tallo.

(Andagoya Dávalos 2014) en el estudio realizado sobre análisis comparativos de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café presentó datos de diámetros con un promedio de 3.1 mm de grosor, lo cual coincide con los datos de este estudio ya que se obtuvieron datos en los rangos 2.76 y 2.95 mm de grosor respectivamente.

VII. CONCLUSIONES.

Una vez realizado el análisis y discusión de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

Según los datos obtenidos demuestran que mediante la utilización del sustrato arena más aserrín se logra reducir la cantidad de malformaciones en el sistema radicular de café.

Mediante la utilización del tratamiento 1(arena más aserrín) se obtiene una mayor longitud en las raíces de café, con respecto a los otros tratamientos comparados.

Los resultados obtenidos demostraron que, en los tipos de sustratos utilizados, no existe diferencia estadísticamente significativa, en cuanto a la cantidad de raíces secundarias en las plántulas de café.

El desarrollo radicular incide significativamente en la altura de la planta debido a que en el estudio la raíz bien formada presento mayor altura en comparación con los otros tipos de raíz.

Los tipos de raíces no inciden significativamente en el diámetro del tallo y número de hojas en las plántulas de café en la etapa de vivero.

VIII. RECOMENDACIONES.

Recomendaciones en semillero.

Se recomienda a productores y productoras de café, la utilización de germinadores con sustrato arena más aserrín ya que presentan características tales como, textura poco compacta, porosidad, con buena aireación, y capacidad de infiltración de líquido aplicando un manejo técnico que es necesario para este cultivo en la etapa de semillero.

A técnicos y profesionales que promueva la utilización de un buen manejo agronómico donde se utilicen sustratos óptimos que favorezcan el desarrollo del sistema radicular bien formado durante esta etapa fenológica.

A Instituciones que se dedican al establecimiento y comercialización del rubro café, fortalecer conocimiento en su personal técnico y asociados sobre la selección de un buen sustrato en la elaboración de germinadores, en los cuales se obtengan plantas con raíces bien formadas.

A investigadores interesados que seleccionen más temáticas relacionadas con el desarrollo radicular de la planta de café ya que en nuestro municipio es un rubro de gran incidencia.

Recomendaciones en Viveros.

A productoras, productores y técnicos que durante la etapa de almácigos o vivero se seleccionen chapolas, con un sistema radicular bien formado, ya que esto le va a permitir a la planta desarrollar mayor altura.

A instituciones e investigadores, fomentar investigaciones las cuales demuestren como obtener plantas con un excelente sistema radicular, el cual les permita alcanzar el tamaño óptimo para el establecimiento definitivo en el terreno y de esta manera favorecer al productor con plantaciones de café con ciclo productivo duradero, y de esta manera aportar a la economía familiar, municipal y nacional.

IX. LISTA DE REFERENCIAS

- Aguilar Carrillo, A. (2012). Establecimiento y manejo de semillero y Viveros en cafetales. Nicaragua: CATIE.
- ANACAFE. (10 de 10 de 2015). [www. Anacafe.org](http://www.anacafe.org). Obtenido de <http://.anacafe.org/glifos/index../caficultura-semilleros y almacigos>
- Arcila Pulgarin, J. (2007). Cresimiento y desarrollo de las plantulas de cafe. colombia: trillas.
- Arcila, j. (2009). Crecimiento y desarrollo vegetativo. Crecimiento y desarrollo vegetativo, 8.
- Arias Rodriguez, N. (2012). Taxonomia del cafe. Salvador: ANACAFE.
- Blandón Aviles, J. L. (2008). Produccion de almacigos de afe en tubetes en tres sustrato y tres tipo de fertilizacion. Honduras: Zamorano.
- COFFEE & CLIMATE. (22 de 01 de 2016). Estudio de caso Uso de micorriza pdf. COFFEE & CLIMATE, 9. Obtenido de Estudio de Caso uso de micorriza. pdf.
- Correa Vasquez, E. G. (2011). Evaluacion de sustrato para lamproduccion de planta de cafe. Nicaragua: UNA.
- Diccionario. (2009). Diccionario Enciclopedico Larouse. Mexico: Larouse mexico 14.
- Diccionario online. (10 de 12 de 2015). <http://definiciona.com/aserrin/#definicion>. Obtenido de <http://www.lexicoon.org/es/aserrin>
- duicela cambi, I. a. (2007). influencias de las aboneras organicas sobre el crecimiento vegetativo de las plantulas de cafe en el vivero. costa rica: trilla.
- Echeverría, F. M. (2013). Costa Rica: CATIE.
- Fischersworing Homberg, B. R. (2001). Guia para caficultura Ecologica. Editorial Lopez.
- Gaitan B, A. L. (2011). Almacigo de cafe calidad fito sanitaria, manjo y siembra en el campo. Colombia: CENICAFE.
- Haggar, J. A.-M. (2012). Como calcular Balance nutricional de un cafetal. Managua Nicaragua: CATIE.
- Lema Ramo, L. E. (2012). Evaluacion de la Eficacia de seis Enraizadores y dos sustrato para la propagacion de semillas de cafe Robusta. Ecuador: RIOBAMBA-ECUADOR.

- Lema Ramos, I. e. (2012). Evaluacion de dos sustrato y tres enraizadores en la propagacion de raices en plantulas de cafe. Ecuador.
- López Urroz, J. V. (2012). Evaluacion de cuatro sustrato para el establecimiento de almacigos de cafe. Honduras: Zamorano.
- Martin Solis, A. R. (2005). Evaluacion de sustrato en produccion de plantulas de cafe con la tecnica de tubetes. Guatemala: Universidad San Carlo.
- Martinez Solis, A. R. (2005). Evaluacion de diferentes sustrato empleando la tecnica de tubetes para producir plantas de cafe. Guatemala: Universidad San Carlos Guatemala.
- Otero Gonzalez, N. E. (2015). Diagnostico Laboratorio Natural Bismarck Lee. WASLALA: URACCAN.
- PROCAFE. (2012). Estudio Sobre Variedad de cafe Arabica Por la Fundacion Salvadoreña para investigacion del cafe. Salvador: PROCAFE.
- Sanchez Potes, A. (2011). Cultivo de Plantacion. Trillas/sep.
- Wikipedia. (20 de julio de 2015). Obtenido de www.organo de la raiz de las plantas
- WIKIPEDIA. (10 de 01 de 2016). Taxonomia del cafe. Obtenido de www.wikipedia.com

X. ANEXO.

ANEXO 1

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE LOS INDICADORES DEL DESARROLLO RADICULAR, ETAPA DE SEMILLERO.

Formato de levantamiento de Información			
Datos Generales			
Comunidad			
Etapa fenológica: Semillero			Fecha:
Cultivo			Responsable
Población			Variable
Tratamiento			Replica
N°	Longitud de la Raíz	N° de raíces Secundaria	Tipo de desarrollo radicular
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

ANEXO 3.

FORMATO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION.

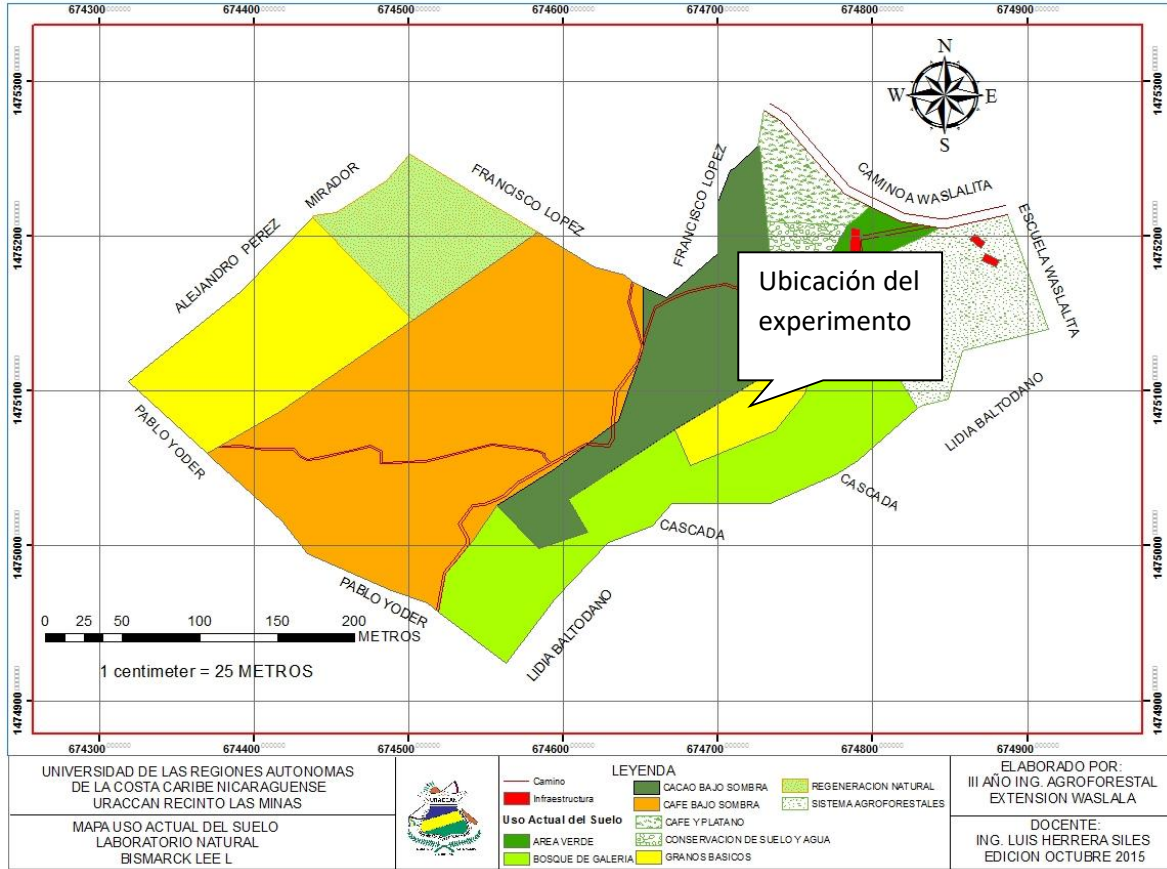
Formato de levantamiento de Información		
Datos Generales		
Comunidad		
Etapa fenológica	Fecha:	
Cultivo	Responsable	
Tratamiento	Variable	
N°	Replica	% De germinación
1	1	
	2	
2	1	
	2	
3	1	
	2	

Anexo 4.

FORMATO DE CONSOLIDADO DE DATOS ETAPA DE SEMILLERO.

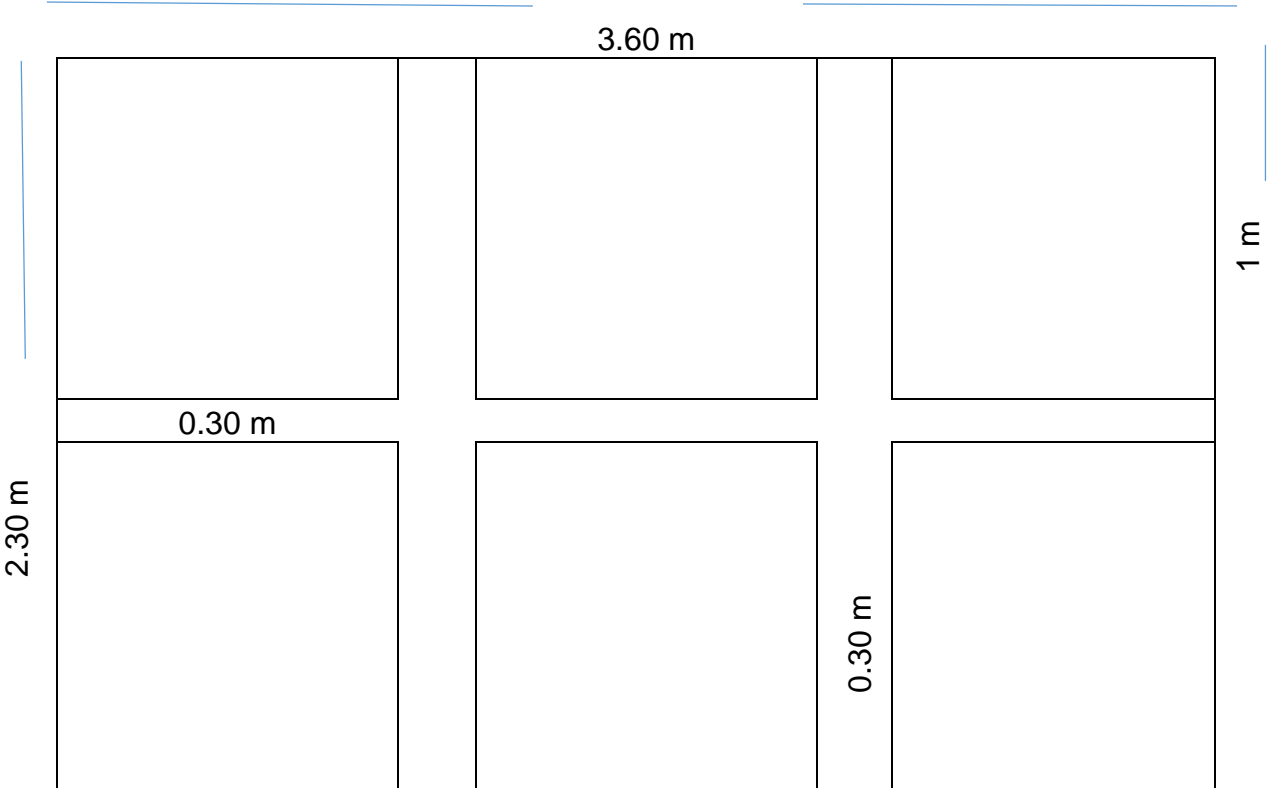
Tratamiento	Replica	X Variable		
		Longitud	Nº Raíz Secundaria	Tipo de Raíz
1	1			
	2			
2	1			
	2			
3	1			
	2			

ANEXO 5. Mapa de Ubicación de la finca donde se llevó a cabo el experimento.



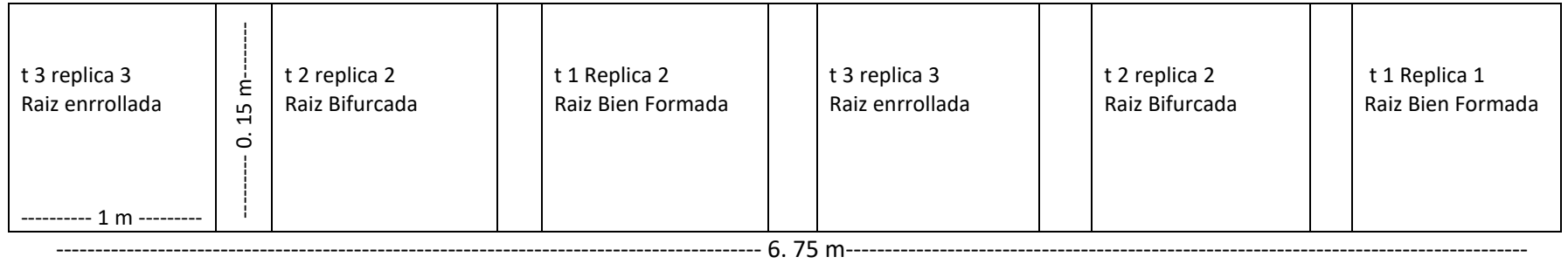
ANEXO 6

Plano de Campo para el semillero



Anexo 7

Plano de campo para el vivero



Anexo 8



Foto 1. Autores de Tesis Eficacia de sustrato para reducir anomalías del sistema radicular en café. (García 2016)



Foto 2. Desarrollo Radicales encontrados en el sustrato Arena + Aserrín Waslala. (Manzanares 2016).

Anexo 9.



Foto 3. Desarrollo radicular de una planta de café bien formada waslala. (Por Sáenz 2016)



Foto 4. Preparación de sustrato para llenado de bolsas en almacigo de café Waslala 2016. (Por Manzanares 2016).