



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú.](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/)

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plantones de *Citrus reticulata* en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu
Moyobamba, 2018**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Sergio Moisés Vargas Salas

ASESOR:

Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Código N° 6054118

Moyobamba – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántones de *Citrus reticulata* en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu
Moyobamba, 2018

AUTOR:

Sergio Moisés Vargas Salas

Sustentada y aprobada el día 23 de setiembre 2019, ante el honorable jurado:

.....
Ing. M. Sc. Gerardo Cáceres Bardález

Presidente

.....
Blgo. M. Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación

Secretario

.....
Ing. Juan José Pinedo Canta

Miembro

.....
Ing. M. Sc. Rubén Ruiz Valles

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Sergio Moisés Vargas Salas, con DNI N° 71999645, egresado de la Facultad de Ecología, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántones de *Citrus reticulata* en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu Moyobamba, 2018.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mí accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 23 de setiembre del 2019.



Bach. Sergio Moisés Vargas Salas
DNI N° 71999645

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Vargas Salas Sergio Moisés		
Código de alumno :	71999645	Teléfono:	945355653
Correo electrónico :	smoisessvargas@gmail.com	DNI:	71999645

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	Eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántones de Citrus reticulata en el Centro de Producción e Investigación Pabbyacu Moyobamba, 2018
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI **“Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”**.



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

06 / 12 / 2019



Firma del Responsable de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado:

A mis padres; Maura y Marcos, a quienes les debo la existencia, que con su amor y esfuerzo me han acompañado a lo largo de mi carrera universitaria, gracias por su apoyo ante tantas adversidades y demostrarme que Dios está conmigo siempre.

A mi hermana; Katy Luisa y a sus adorables hijas y sobrinas mías; Jazmín Valentina y Kaeli Massiel, que más allá de la distancia, fueron un soporte emocional vital para el camino hacia la superación.

A mis verdaderos amigos; Erick Rafael, Carlos Moacir, José Gutemberg, María Aurelia, Carlos Marcial, Juan Diego y Norbin, quienes me muestran acciones de amistad verdadera.

Agradecimiento

Quiero expresar mi plena gratitud a Dios, a quién deposito muchísima fe y confianza al cumplimiento del plan que tiene destinado para mí y mi familia.

Así mismo, mi agradecimiento a la Universidad Nacional de San Martín, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental – Facultad de Ecología, a los docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su dedicación e importante labor cada día.

Quiero expresar mi agradecimiento al Ing^o M. Sc. Rubén Ruíz Valles, principal colaborador durante todo este proceso, que con su direccionamiento, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo del presente trabajo.

Índice

	Pág.
Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Indice	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
Introducción	1
CAPITULO I	
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1.1. Antecedentes de la investigación	4
1.2. Bases teóricas	7
1.2.1. Cascarilla de arroz	7
1.2.2. Descripción de la Cascarilla de Arroz	7
1.2.3. Ceniza de la cascarilla de arroz	10
1.2.4. Beneficios del uso de la ceniza de cascarilla de arroz	10
1.2.5. El silicio (Si)	13
1.2.5. Cultivo de la <i>Citrus reticulata</i>	15
1.3. Definición de términos	16
CAPITULO II	
MATERIAL Y MÉTODOS	
2.1. Materiales	18
2.2. Métodos	18
CAPITULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1. Resultados	21
3.1.1. Altura de la planta de <i>Citrus reticulata</i>	21
3.1.2. Longitud de hoja de la planta de <i>Citrus reticulata</i>	26
3.1.3. Número de manchas en las hojas de <i>Citrus reticulata</i>	32
3.1.4. Diferencias significativas entre tratamientos	35
3.2. Discusiones	40

CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXO	49
ANEXO 1: Distribución de plantones en campo	50
ANEXO 2: Distribución de plantones en vivero	51
ANEXO 3: Plano de ubicación	52
ANEXO 4: Panel fotográfico	53

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1 Composición química de la cascarilla y ceniza de arroz	10
Tabla 2 Altura de planta (en cm) abonada con 50 gramos de ceniza	21
Tabla 3 Altura de planta (en cm) abonada con 100 gramos de ceniza	22
Tabla 4 Altura de planta (en cm) abonada con 150 gramos de ceniza	23
Tabla 5 Altura de planta (en cm) abonada con 200 gramos de ceniza	24
Tabla 6 Altura de planta (en cm) del grupo control	25
Tabla 7 Resumen de la altura de planta (en cm)	26
Tabla 8 Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 50 gramos de ceniza	26
Tabla 9 Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 100 gramos de ceniza	27
Tabla 10 Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 150 gramos de ceniza	28
Tabla 11 Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 200 gramos de ceniza	29
Tabla 12 Longitud de hoja de planta (en cm) del grupo control	30
Tabla 13 Resumen de la longitud de la hoja (en cm)	31
Tabla 14 Manchas en hoja de planta abonada con 50 gramos de ceniza	32
Tabla 15 Manchas en hoja de planta abonada con 100 gramos de ceniza	32
Tabla 16 Manchas en hoja de planta abonada con 150 gramos de ceniza	33
Tabla 17 Manchas en hoja de planta abonada con 200 gramos de ceniza	33
Tabla 18 Manchas en hoja de planta del grupo control	34
Tabla 19 Resumen del número de manchas en las hojas	34
Tabla 20 Análisis de varianza para la altura de las plantas	35
Tabla 21 Análisis de varianza para la longitud de las hojas	37
Tabla 22 Análisis de varianza para número de manchas en las hojas	38

Resumen

El presente trabajo de investigación, tuvo por objetivo general determinar la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántones de *Citrus reticulata* en el centro de producción e investigación Pabloyacu, para lo cual previamente en vivero se evaluó la altura de los plántones, la longitud de las hojas, el número de manchas en las hojas y la dosis óptima de ceniza de cascarilla de arroz. En cuanto a la parte metodológica, se trabajó bajo un diseño completo al azar en un área de 0.96 m² en vivero y 768 m² en el terreno donde se realizó el trasplante, experimentado con 35 plántones sembrados en 5 hileras de 7 plántones cada una y con separación de 4 metros. La evaluación se realizó en vivero a los 45 días, a los 90 días y a los 135 días de siembra. Respecto a los resultados concluimos que la máxima altura alcanzada por los plántones y la mayor dimensión de las hojas se produjo cuando fueron abonadas con dosis de 150 gramos de ceniza, en comparación con el tratamiento control. Asimismo se concluye que la ceniza también actuó como controlador biológico de plagas dado que con una dosis de 150 gramos los plántones no presentaban manchas en sus hojas en comparación con el tratamiento control. Finalmente encontramos que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la altura de los plántones y la dimensión de sus hojas; sin embargo existen tales diferencias en cuanto al número de machas en las hojas que en comparación con tratamiento control deja evidencias de la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz.

Palabras clave: abono orgánico, ceniza, eficacia.

Abstract

The objective of this researching work was to determine the effectiveness of rice husk ash in the cultivation of *Citrus reticulata* seedlings in Pabloyacu Production and Research Center, for which previously evaluated in nursery the height of the seedlings, the length of the leaves, the number of spots on the leaves and the optimum dose of rice husk ash. As for the methodological part, it is required under a randomized complete design in an area of 0.96 m² in nursery and 768 m² in the land where the transplant was performed, experimented with 35 plants planted in 5 rows of 7 plants each and with 4 meter separation. The evaluation was performed live at 45 days, at 90 days and at 135 days of sowing. Regarding the conclusive results that the maximum height reached by the seedlings and the greater dimension of the leaves became when they were paid with doses of 150 grams of ash, compared to the treatment control. In the same way, to conclude that the ash also acted as a biological pest controller since with a dose of 150 grams the seedlings had no spots on their leaves compared to the treatment control. Finally, we found that there are no differences found between treatments in terms of the height of the seedlings and the size of their leaves; However, there are many differences in the number of stains on the leaves that, in comparison with control treatment, leave evidence of the effectiveness of rice husk ash.

Keywords: organic fertilizer, ash, efficacy.



Introducción

En el año 2017, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), mencionó que la producción de arroz en el mundo es de aproximadamente 756,7 millones de toneladas (502,2 millones de toneladas de arroz elaborado). En nuestro país, a setiembre del 2017, la producción de arroz cáscara registró 162 mil 688 toneladas, incrementándose en 16,7% al compararlo con similar mes de 2016, según el INEI (2017).

Asimismo, según el SENASA (2017), San Martín es considerada una de las más importantes regiones productoras de arroz, cultivo al cual se dedican más de 14 mil agricultores de las provincias de Rioja y Moyobamba (zona Alto Mayo), San Martín (zona Bajo Mayo), Picota, Bellavista y Mariscal Cáceres (zona Huallaga Central) y Tocache (zona Alto Huallaga), alcanzando una producción de 62 mil 428 toneladas de arroz cáscara.

Bajo este contexto, se evidencia que la región, y especialmente el Alto Mayo es una zona netamente arroceras. Esta situación ha conllevado a la instalación de plantas piladoras de arroz cáscara las cuales producen ingentes desechos como la cascarilla de arroz la cual es quemada por las mismas plantas o utilizadas en la industria ladrillera. Estas cenizas provenientes de la quema presentan múltiples beneficios en la agricultura ecológica que se pueden utilizar sobre las plantas para protegerlas del ataque de plagas (gusano) y enfermedades (hongos); además, también aporta nutrientes al suelo para que la planta pueda aprovecharlos para su crecimiento y desarrollo. Este producto está recomendado para la agricultura ecológica debido a que es natural y su uso no causa daños en el medio ambiente.

Uno de los beneficios de la ceniza es el control de plagas. Se utiliza cuando se observa que las plantas pequeñas aparecen con los tallos quebrados y sin brotes, sin duda están siendo atacadas por gusanos de tierra, los cuales de noche realizan los daños para alimentarse y de día se esconden debajo de la tierra o entre la hojarasca; para evitar el ataque se espolvorea las cenizas alrededor de la base del tallo de modo que forme una barrera que repela el avance de la plaga. Si las hojas de las plantas grandes presentan orificios de diversos tamaños se debe que están siendo devoradas por gusanos comedores de hojas; para evitar este ataque usualmente los agricultores usa productos químicos como el caporal el mismo que es altamente tóxico tanto para el ambiente como para la salud. Una alternativa para el control

de estos gusanos es espolvorear ceniza sobre la parte superior e inferior de las hojas; en otros casos se suele disolver 5 cucharadas de ceniza en un litro de agua, agitar vigorosamente la mezcla, tamizar el líquido y luego aplicar con un rociador; el uso de ceniza para repeler estas plagas está limitado a estadíos iniciales de los gusanos (cuando recién han eclosionado de los huevos), pues a mayor edad serán inmunes al efecto repelente.

Las situaciones antes descritas respecto al control de plagas en la mayoría de los casos son controladas con insumos agroquímicos lo cual contamina el suelo y en casos extremos a los mismos agricultores dado que no usan los equipos de protección adecuados para aplicar dichos productos químicos, produciéndose en algunos casos intoxicación u otras consecuencias dañinas para la salud.

Es bajo este panorama surge el presente proyecto para lo cual formulamos el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántones de *Citrus reticulata* en el centro de producción e investigación Pabloyacu?.

En cuanto al objetivo general se propuso determinar la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz en el cultivo de plántones de *Citrus reticulata* en el centro de producción e investigación Pabloyacu, para lo cual se formuló como primer objetivo específico determinar la influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en la altura de plántones, como segundo objetivo específico evaluar la longitud de las hojas de plántones, como tercer objetivo específico evaluar el número de manchas en las hojas y como cuarto objetivo específico determinar las diferencias significativas entre tratamientos y el tratamiento óptimo. Asimismo en la investigación se formuló como hipótesis que la ceniza de cascarilla de arroz favorece el cultivo de plántones de *Citrus reticulata*

En cuanto a la estructura de la tesis, esta ha sido dividida en 3 capítulos, donde en el primer se realiza la introducción se hace la descripción de la situación problemática que conlleva a la formulación del problema de investigación, se describe la importancia del tema investigado así como los objetivos e hipótesis.

En el capítulo I se presentan las referencias bibliográficas consistentes en estudios previos a la investigación así como la definición de los principales términos relacionados con el tema de estudio.

El capítulo II contiene los materiales y métodos utilizados en la investigación, técnicas de recolección de datos e instrumentos de procesamiento y análisis de datos

El capítulo III contiene los resultados de la investigación y las discusiones de acuerdo a los antecedentes.

Finalmente se presentan las principales conclusiones deducidas de la investigación, así como las recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos relacionados con estudio realizado.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Jiménez (2016), en su investigación denominada “Estudio de cinco dosis de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio complementaria a la fertilización edáfica en el cultivo de arroz”, concluyo que el tratamiento tres (375 kg/ha) obtuvo los valores más altos dentro de los intervalos de 4305 a 5200, mientras que los tratamientos uno, cuatro y cero con las dosis 125, 500 kg/ha y sin nada tienen porcentajes desde 4377, 4637, 4305 en rendimiento

Hubo incremento de 409 kg por hectárea en los resultados de uso de la ceniza de la cascarilla de arroz. El mayor rendimiento de grano Paddy se obtuvo con los tratamientos de 250 y 375 kg de ceniza/ha. El análisis marginal mostro una Tasa Marginal de Retorno (TMR) de 1637, de pasarse de To a T2. Es decir que por la inversión de un dólar el productor arrocero obtiene USD 16,37 y a más de esto recupera el dólar de inversión.

León y Pinchao (2015), realizaron una investigación titulada “Evaluación del efecto de caldo de ceniza y purín de ajo y ají sobre las poblaciones de chrysomelidae (coleóptera) en la acacia bracatinga (*paraserianthes lophantha*)” concluyendo que el tratamiento que presentó mayor reducción de la población de Chrysomelidae (Coleóptera), fue el tratamiento 1 (caldo de ceniza) con respecto a los otros tratamientos (tratamiento testigo y purín de ajo y ají); el cual inició con un promedio de 538,7 individuos y finalizó con un promedio de 159,7. El tratamiento 2 causó poca disminución de la población, posiblemente porque el efecto de repelencia que tiene el ajo y el ají sea de corta duración; por lo cual sería interesante evaluar otras dosis, frecuencia de aplicación y otros métodos de preparación. Los insecticidas botánicos usados en este trabajo son una alternativa sostenible para ser utilizados para el control de plagas, disminuyendo el uso intensivo de insecticidas químicos, lo cual favorece las condiciones medioambientales, y no afectan la salud humana y de los animales, promoviendo además la recuperación del equilibrio natural del ecosistema. La metodología

establecida al inicio del proyecto para medir mortalidad no tuvo en cuenta los efectos del clima y la pendiente en la que se encontraban los árboles; al ser lavados los insectos por la escorrentía antes de realizar los conteos.

Águila y Sosa (2008), en su investigación “Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos”, verificó que el porcentaje de sílice en la ceniza uno de los elementos principales para una puzolana de buena calidad se pudo apreciar que en este sentido la cascarilla de arroz es el material de mayor potencialidad. En este caso se logró una ceniza con poco más de 80 % de sílice en su composición, en tanto que la ceniza de hoja de maíz presentó cerca de un 48 % de sílice, que si bien no muy alto, es un valor aceptable. La ceniza de bagazo de caña resultó menos efectiva en este sentido con un poco más del 36 % de sílice en su composición. Las adiciones de ceniza de cascarilla de arroz provocan incrementos en la resistencia a la compresión, siendo el porcentaje ideal de sustitución de 20 %. La ceniza de hoja de maíz experimentó un ligero incremento en su resistencia a compresión para pequeños porcentajes de sustitución y en general se puede apreciar que se logra hasta el 20 % sin afectaciones mayores de la resistencia. Las muestras contentivas de ceniza de bagazo de caña no mostraron posibilidades de ser empleadas como material puzolánico, sin embargo en el análisis de su composición química se pudo apreciar que se presentaron en el material altos contenidos de humedad con un 10,72 % y de pérdida al fuego de 26,40%.

A nivel nacional

Pérez (2015), en su tesis intitulada “Dosis de ceniza de panadería y su efecto en las características agronómicas del pasto *Leucaena leucocephala* cultivar “Cunningham” en Zungarococha – San Juan Bautista - Perú”, concluyó que para la variable de rendimiento en materia verde y seca el tratamiento T4 (400 Kg/ha de ceniza de panadería), tuvo 8,397 kilos de materia verde por hectárea corte, 83,970 kilos/ha/año y 2,298 kilos de materia seca por hectárea corte y 22,980 kilos/ha/año. En terrenos de riego se pueden levantar cosechas superiores a las 50 toneladas de forraje verde al año en terrenos de temporal con periodos secos de 200 días produce alrededor de 34 ton de

forraje por hectárea año. La calidad de forraje alcanza valores de 20 a 27% de proteína y 60% de digestibilidad. Se puede concluir que mayor cantidad de materia verde se puede producir en nuestras condiciones agroclimáticas, siempre que el suelo tenga los nutrientes que necesita. Las cenizas son alcalinas, lo cual neutraliza la acidez de suelo y mejora el funcionamiento de las bacterias que fijan nitrógeno. Además del potasio, la ceniza de madera es una buena fuente de calcio, aunque tiene poco fósforo y nada de nitrógeno. El valor principal de la ceniza de madera en el jardín es su potasio. La ceniza contiene 5 a 7 por ciento de potasio y 1 a 2 por ciento fósforo. También contiene 25 a 50 por ciento de calcio.

Porcentaje de cobertura, materia verde y seca de planta entera, se logró los mejores resultados en el T4 (400 kg de ceniza/ha) con los siguientes resultados que son 98.15%, 839.70 gr/m² y 229.80 gr/m².

A nivel regional

Inga (2017), en su investigación denominada “Determinación de la cantidad de ceniza en la incidencia de nematodos en plántones de cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito de Soritor”, tuvo como objetivo general determinar la cantidad de ceniza para el control de la incidencia de nemátodos en plántones de cacao a nivel de repique en vivero. Para tal efecto llevó a cabo un experimento que constaba de 4 tratamientos con diferentes dosis de ceniza proveniente de la cascarilla de arroz, en proporciones de 50, 100, 150 y 200 gramos por tratamiento, además de un tratamiento testigo llegando a la conclusión que el tratamiento 3 (sustrato más 150 gramos de ceniza) fue el más óptimo para combatir la infestación por nemátodos en las raíces de los plántones de cacao, para el crecimiento de los plántones y para combatir las manchas en las hojas. Asimismo se determinó que existe diferencia significativa en cuanto a las proporciones de ceniza por lo que actúan de manera diferenciada como controlador de nemátodos.

La mayor incidencia de nematodos se da en el tratamiento testigo (95%), dado que en este tratamiento no se utilizó la ceniza como controlador. Asimismo el tratamiento 3 presenta menor incidencia (40%) en lo referente a la presencia de nemátodos en la raíz de los plántones de cacao.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Cascarilla de arroz

Producto secundario obtenido en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para el consumo de las personas; y constituida almendra harinosa, la capa de aleurona (gránulos proteicos) y el germen (parte más tierna del grano), que representa el 8% del peso del grano. En el proceso de la cascarilla, se obtienen además la cascarilla (20% del peso del grano), fibra (65% FND), cenizas (20%, sílice), y arroz partido (Cerón, 2012).

En virtud, de lo anteriormente expuesto, la cascarilla de arroz es un tejido vegetal rico en componentes lignocelulósicos que se caracterizan por su potencial calórico, que permite producir energía. La lignocelulosa constituye la masa de una planta, producto de la fotosíntesis, en la que la energía luminosa del sol, que es inorgánica, se convierte en energía química, o sea, materia orgánica. La cascarilla de arroz calcinada presenta un alto contenido de sílice. Al ser sometida a calcinación produce una alta cantidad de ceniza, entre 13 y 29% del peso inicial, la cual está compuesta principalmente por sílice, 87-97%, y pequeñas cantidades de sales inorgánicas. Dado el fino tamaño de partícula y la alta reactividad de la sílice, la ceniza obtenida de la fundición o calcinación de la cascarilla de arroz se lo utiliza en la industria del cemento y como fuente para la preparación de compuestos de silicio como carburo de silicio, nitruro de silicio, sialones y zeolitas; así mismo en la producción de sílice activada, silicato de sodio, silicato de potasio y silicio grado solar. La cascarilla presenta un color amarillento, su longitud se encuentra en 8 a 10mm y entre 1 a 2mm de ancho; y dependiendo de su tamaño el peso de una cascarilla oscila entre 2.5 y 4.8mg (Cerón, 2012)

1.2.2. Descripción de la Cascarilla de Arroz

La planta de arroz, científicamente denominada *Orizac sativa* y perteneciente a la familia de las gramíneas, está constituida por cuatro componentes principales:

- El germen, la parte más rica en nutrientes, ácidos grasos, aminoácidos y enzimas, y que se constituye en la parte germinal que da lugar al crecimiento del grano.

- El endospermo, que representa alrededor del 70% del volumen del grano y constituye al final del proceso el producto denominado arroz blanco.
- La cutícula o polvillo, el cual alcanza un 6.8% en volumen en el grano de arroz, utilizado como alimento para animales por su alto contenido de grasas y
- La cascara o pajilla, que constituye aproximadamente 20% en peso del grano y que es separado en el proceso de pilado formándose verdaderas montañas de cascarilla al costado de los molinos, lo que ocasiona problemas de espacio por la acumulación de este desecho (Gutiérrez R., 1998).

Normalmente, la cascarilla se incinera para reducir su volumen generando humos contaminantes. Como combustible genera calor, debido a su valor calorífico aproximadamente 16720 kJ/kg), y la ceniza resultante contiene un porcentaje en sílice superior al 90%, lo cual la hace una potencial fuente de sílice. Las principales impurezas que contiene esta sílice son: calcio, potasio, magnesio y manganeso y como secundarias aluminio, hierro (10-20ppm), boro y fosforo. (1-40ppm) (Rodríguez, J. *et al.*, 1992).

El grano de arroz presenta diferentes estructuras de protección como lo son la cascarilla o cáscara la cual mantiene al grano en una condición de impermeabilidad y termo estabilidad, además de poco contacto con el aire que pueda provocar la degradación de los componentes internos. Seguido de esta cascarilla se encuentran varias capas entre las cuales se puede ver el pericarpio, una cubierta de semilla, el nucelio y la aleurona. Dichas capas y la parte del embrión o germen, constituyen lo que conocemos como salvado de arroz. Examinando con detalle, el 72% del grano está representado por el endospermo almidonoso, el 20% es cascarilla y el restante 8% es el pericarpio o salvado de arroz. (Gutiérrez R., 1998)

Es una fibra corta que recubre naturalmente el grano para protegerlo del ambiente. Su longitud varía entre 5 y 11 mm según la especie considerada, es de estructura ondulada y apariencia superficial irregular. Tiene propiedades altamente abrasivas, 6 en la escala Mohs en estado natural. Su estructura

presenta un volumen poroso del 54%, cavidades que permanecerán cerradas en tanto no se someta a un proceso de combustión, su coeficiente de conductividad térmica permite presumir su utilidad como componente principal de sistemas de aislamiento térmico. (Gutiérrez R., 1998)

La combustión directa de la cascara de arroz tiene sus limitaciones debido al bajo poder calorífico del material de partida (en torno a 13000 kJ/kg), su carácter abrasivo y su inherente resistencia a la combustión. Además, habitualmente no hay un uso para todo el calor producido en el entorno de las instalaciones de procesado de arroz, por lo que siempre habrá un excedente desaprovechado. A lo expuesto se deben añadir los problemas inherentes a la combustión en cuanto a emisiones a la atmosfera se refiere. Si se tiene la intención de generar energía eléctrica a partir de su combustión mediante un ciclo de vapor (ciclo de Rankine) la eficiencia global de la conversión de la energía contenida en la cascarilla del arroz será muy baja. Además el costo de la instalación necesaria para este proceso es elevado. Estas razones desaconsejan económicamente su aprovechamiento eléctrico, pero no invalidan su uso. Existen casos, que demuestran su posibilidad de aplicación y viabilidad, en los que se utiliza, por ejemplo, como combustible en calderas. Las fibras vegetales presentan ventajas productivas (disponibilidad, bajos costos de adquisición y facilidad de procesamiento), físicas (baja densidad, características de aislamiento y resistencia estructural, entre otras), bioquímicas (inocuidad, biodegradabilidad), entre otras. Las ventajas productivas, físicos térmicos, ambientales y bioquímicas de las fibras naturales propician su utilización como una alternativa para impulsar el uso racional de los recursos naturales y la preservación ambiental. (Gutiérrez R., 1998)

Esta fibra presenta un comportamiento ignífugo, es decir que no inicia fácilmente la combustión y no produce llama mientras se quema. Es probable que este aspecto, así como su alta estabilidad bioquímica, se deba a que es la fibra vegetal con mayor contenido de minerales, así como también a su alta concentración de silicio (90 al 97% SiO). La transformación de las propiedades fisicoquímicas de la cáscara comienza por encima de los 750°C, lo cual le garantiza un amplio rango de estabilidad térmica. (Gutiérrez R., 1998)

1.2.3. Ceniza de la cascarilla de arroz

Uno de los campos que tiene más utilización en los molinos arroceros es el aprovechamiento de la combustión de la cascarilla de arroz para el calentamiento del aire destinado al proceso de secamiento del mismo arroz. La ceniza proviene del quemado de la cascarilla del silicio absorbido por la planta solo una parte queda en el grano y la gran mayoría forma la parte estructural de la cascarilla, la ceniza está compuesta principalmente por óxido de silicio (Andrade, 2006).

Tabla 1

Composición química de la cascarilla y ceniza de arroz

Cascarilla de arroz	%	Ceniza de la cascarilla de arroz	%
Componente		Componente	
Carbono	39.	Sílice	94.1
Hidrógeno	5.6	Oxido de calcio	0.55
Nitrógeno	0.6	Oxido de magnesio	0.95
Oxígeno	37.2	Oxido de potasio	2.10
Azufre	0.1	Oxido de sodio	0.11
cenizas	17.8	Sulfato	0.06
		Cloro	0.05
		Oxido de titanio	0.05
		Oxido de aluminio	0.12
		Otros componentes(P ₂ O ₅ , F ₂ O ₃)	1.82
Total	100	Total	100

Fuente: Varón CJ, Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz

1.2.4. Beneficios del uso de la ceniza de cascarilla de arroz

Entre el contenido de nutrientes de la cascarilla de arroz y de su ceniza se encuentra en gran cantidad el Silicio. Este componente es necesario para muchos tipos de cultivo. Según estudios, en el cultivo de gramíneas, en este caso que se ha enfocado al arroz (Quero, 2007).

El Silicio tiene mayor importancia por los beneficios que le provee a la planta, ya que puede controlar enfermedades a un grado similar que un fungicida y crea resistencia a la planta contra insectos y enfermedades, lo que representa una barrera excelente ante sus ataques (Quero, 2007).

Las cenizas como fertilizante

La utilización de cenizas procedentes de la quema de biomasa es una práctica comúnmente utilizada en la agricultura. La forma más primitiva de agricultura conocida se basa en la deforestación progresiva de la selva mediante la quema de árboles y matorral (Núñez y Paniagua, 2001).

Lo característico de esta es el uso del fuego para roturar el bosque creando espacios de cultivo, al tiempo que se generan cenizas que fertilizan el suelo temporalmente. En el siglo XX, en las primeras repoblaciones de eucalipto realizadas en el norte Peninsular, se empleaban la técnica del sorrapeo. Esta técnica consiste en la reunión de matorral y tepes en los llamados hormigueros donde se sometía a una lenta combustión. Posteriormente, se preparan los hoyos, removiendo la tierra y eliminando la vegetación competidora. La ceniza resultante de la combustión se deposita sobre el hoyo, donde finalmente se procedía a la siembra de varias semillas. Una variante era la implantación efectuada con plántulas de pocas semanas cultivadas en bandejas sobre una capa de cenizas, pero, tanto una como otra alternativa, fueron abandonadas por la enorme cantidad de mano de obra necesaria para llevarla a cabo, varios centenares de jornales por ha. (Núñez y Paniagua, 2001)

Por otra parte, en Finlandia en 1930 empezó a estudiarse el efecto de las cenizas de fitomasa procedentes de la industria de la madera como fertilizante y enmendante de sistemas forestales. Diversos estudios muestran que las cenizas de fitomasa presentan importantes contenidos en K, Ca, Mg y P (Someshwar, 1996; Vance, 1996).

Por ello una importante vía de reutilización sería la aplicación de las mismas en plantaciones forestales, en este sentido, en estos trabajos muestran como este uso deriva, en mayor o menor medida, en una mejora en las propiedades químicas del suelo. El objetivo de la fertilización con cenizas es compensar el desequilibrio nutricional provocado por un aprovechamiento intensivo, moderando la acidez de los suelos e incrementando el crecimiento de los árboles, ya que las cenizas de biomasa contienen, con excepción del N, todos los demás elementos necesarios para el crecimiento de la vegetación (Korpilathi *et al.*, 1998).

Además este mismo autor considera que, por las características físicas de las cenizas, éstas no permiten el fácil lixiviado de los macronutrientes, pudiendo ser considerada por tales características como un fertilizante ecológico. En este sentido Vance (1996) sugiere que una simple aplicación de 10 Mg de ceniza ha⁻¹ puede remplazar los nutrientes perdidos tras el aprovechamiento Comparando el poder fertilizante de las cenizas con respecto a los fertilizantes comerciales N, P (P₂O₅) y K (K₂O), éste depende, en gran medida, de la concentración de fósforo, potasio y boro de las mismas.

Según Naylor y Schmidt (1986) el efecto fertilizante de las cenizas sería de 0:1:3 (N:P:K), incrementándose a 0:3:14, al disminuir la temperatura de combustión de la caldera. De tal manera que sería necesario aplicar mayores cantidades de ceniza en una fertilización convencional (p.e. 4-5 Mg de ceniza por hectárea frente a 0,5 Mg de otros fertilizantes comerciales). A pesar de ello las cenizas presentan la ventaja de que su efecto fertilizante es más duradero que el de los fertilizantes comerciales con la misma concentración de P y K (Väätäinen *et al.*; 2000).

Sin embargo, la disponibilidad de K depende de la cantidad aportada al suelo y del pH (Naylor y Schmidt, 1986; Erirch, 1991; Ohno, 1992), pues sólo una proporción del K aportado con las cenizas de caldera de biomasa está disponible para las plantas como resultado de la inmovilización, en algunos casos puede llegar al 18-35%. Este porcentaje es muy bajo si lo comparamos con el 65-70% disponible de los fertilizantes comerciales. La disponibilidad de este elemento, por otra parte, es menor cuanto mayor es la acidez del suelo. En este sentido, de manera general, Naylor y Schmidt (1986) determinaron la correlación existente entre la cantidad de K aplicado y el disponible para las plantas en dos tipos de suelos con pH 5,7 y 4,8.

Con respecto al P, Clarholm (1994, 1998) sugiere que el P de las cenizas no se encuentra en formas solubles en agua y la cantidad aportada con las cenizas maderas también es baja comparada con los fertilizantes comerciales (28-70%). Su disponibilidad depende del pH y del tipo de suelo (Erich y Ohno, 1992). De tal manera que, será máxima a pH comprendidos entre 6,0-7,0 y disminuirá a pH por encima de 8,0. Aunque en suelos ácidos este elemento también puede ser inmovilizado por los fosfatos de hierro y aluminio (Ohno, 1992).

Diferentes estudios han mostrados respuestas positivas en el crecimiento y el estado nutricional de los árboles, en este sentido Huang *et al.* (1992), Ferm, *et al.* (1992) y Vance (1996) atribuyen estas mejoras nutricionales al aumento en la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Estos incrementos pueden ser debidos de manera directa al aporte que se hace con las cenizas y, de manera indirecta al incremento de pH del suelo y de la actividad de los microorganismos descomponedores de la materia orgánica. En la misma vía, para nuestra comunidad, el primer trabajo de aplicación de cenizas sobre plantaciones de elevado crecimiento de Solla-Gullón (2004) confirma la moderada capacidad encalante y fertilizante de las cenizas y sugiere la aplicación de cenizas como una importante vía de revalorización de este residuo ya que su práctica mejoraría el establecimiento, vigor y estado nutricional de las plantaciones forestales, y ofrecería una solución a los problemas de gestión medioambiental de residuos de industrias.

1.2.5. El silicio (Si)

En este elemento se ha mostrado bastante interés entre los técnicos y agricultores por los numerosos beneficios que trae a los cultivos, incluido el aumento en la productividad y la resistencia al estrés bióticos, y abióticos, como exceso de metales pesados, deficiencia hídrica y enfermedades fungosas. Cuando se adiciona un nutriente al suelo, vía fertilización, ocurren reacciones químicas que pueden modificar, para más o para menos, la disponibilidad de otros elementos. Es interesante, pues presenta interacciones con varios elementos que favorecen la nutrición de la planta (Coloma, 2015).

El Silicio, una vez aplicado al suelo reacciona con el agua transformándose en ácido monosilícico (H_4SiO_4) moviéndose rápidamente a través del xilema. Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el Silicio, formando una barrera protectora presentando una resistencia mecánica al ataque de enfermedades e insectos. Manifiestan que los beneficios de la mayor concentración de silicio en el suelo y suministrar al suelo minerales ricos en silicio a través de los procesos de fertilización, permiten una solución económica y rentable para la producción agrícola, destacando un aumento en productividad como en el cultivo de Arroz. (Furcal, 2012).

El Silicio aumenta el crecimiento y modifica la arquitectura de las plantas, tiene potencial para aumentar la productividad y disminuye el ataque de enfermedades fungosas, este micronutriente protege a los cultivos contra el ataque de enfermedades e insectos plagas debido a que la acumulación de silicio en los tejidos vegetales permite proteger a la planta fortaleciendo mecánica y bioquímicamente sus tejidos evitando así su debido deterioro (Delgado, 2010).

El silicio orgánico, por su hidrosolubilidad y del hecho de su conexión directa con aminoácidos transportadores, es directamente absorbible en tasas muy elevadas. Si fuera necesario dar una cifra, éste estaría cerca del 70%. Esta es la razón del porque sinergizar el silicio con el biol.

Ahora que conocemos las bondades de este elemento, hay que aprovechar la cascarilla o tamo de arroz que un sinnúmero de piladoras desperdician al quemar cuando en la práctica esta contiene el 80% de silicio de rápida absorción. La técnica de extracción es muy simple, se denomina Extracción Pilórica (Palacios, 2012).

1.2.5.1. Silicio como nutriente

El silicio no es considerado por los fisiólogos y nutricionistas como elemento esencial para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas, sin embargo para algunas familias de plantas, especialmente de monocotiledoneas, gramíneas; el aporte de silicio al suelo incide en lograr cosechas de mejores rendimientos y calidad. Ayuda en el endurecimiento de raíz, aumenta la eficacia de Fotosíntesis, que maximiza la producción. Fortalece los tallos y pedúnculos de flores y frutas siendo bastante difícil que caigan (Rugel, 2016).

1.2.5.2. Beneficios del silicio

El silicio (Si) suprime muchas enfermedades y ataques de insectos en las plantas. El efecto de la resistencia a plagas y enfermedades se puede deber al reforzamiento de las cutículas, como se dijo anteriormente o a que el elemento puede ser una señal que induzca reacciones de defensa en la planta.

El silicio (Si) depositado en las paredes de las células del xilema previene la compresión de los vasos bajo condiciones de alta transpiración causada por exceso

de sequía o calor. La membrana Si celulosa en el tejido epidermal también protege las plantas contra las excesivas pérdidas de agua por transpiración. Esto ocurre debido a una reducción en el diámetro de los poros de los estomas, y consecuentemente, una reducción en la transpiración de la hoja (Martínez, 2014). El silicio (Si) puede ayudar a disminuir el stress por sales en plantas superiores. Existen varias hipótesis para este efecto: Estas son:

- Mejor actividad fotosintética.
- Mejor selectividad en la relación K, Na.
- Aumento en la actividad enzimática.
- Aumento de la concentración de sustancias en el xilema, lo cual resulta en una disminución de la absorción de Na por las plantas

1.5.6. Cultivo de la *Citrus reticulata*

Más conocido como mandarina, es un árbol pequeño de 2 a 6 m de altura, con tronco con frecuencia torcido, generalmente sin espinas. Ramillas angulosas. Hojas oblongoovales, elípticas o lanceoladas, de 3.5 a 8 cm de longitud y 1.5 a 4 cm de anchura, con la base y el ápice obtusos. Margen aserrado por encima de la base. Son de color verde oscuro brillante en el haz y verde amarillento en el envés, fragantes cuando se las tritura. Pecíolos con ala muy corta. Inflorescencias axilares o terminales con 1 a 4 flores pentámeras, de color blanco, olorosas, de 1.5 a 2.5 cm de diámetro. 18 a 23 estambres, casi libres. Frutos de 4 a 7 cm de longitud y 5 a 8 cm de diámetro, globoso deprimidos. Su color varía de amarillo verdoso al naranja y rojo anaranjado.

La superficie es brillante y está llena de glándulas oleosas hundidas. La cáscara es delgada, muy fragante, separándose fácilmente de la pulpa. Pulpa jugosa y dulce, refrescante. (Guerrero y Fajardo, 2004)

1.2.5.1. Requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de la *Citrus reticulata*:

Los siguientes requerimientos son los propuestos por Guerrero y Fajardo. (2004):

Temperatura: En el cultivo de Mandarina, la temperatura es el factor climático limitante que afecta el período comprendido entre la floración y la cosecha, la calidad del fruto y la adaptación de cada una de las variedades.

Precipitación: Los Cítricos necesitan de unos 1,200 mm. de lluvia por año, sin embargo precipitaciones mayores no son problema siempre que haya un buen drenaje del suelo.

Humedad Relativa: La humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta. La mandarina en regiones donde la humedad relativa es alta tiende a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y de mejor calidad. La baja humedad favorece una mejor coloración de la fruta.

El rango adecuado de humedad relativa puede considerarse entre 60 y 70 %.

Altitud: Las altitudes aptas para el cultivo de Mandarina oscilan entre los 400 a 1300 m.s.n.m.

Suelos

Los Cítricos se adaptan a una gran diversidad de suelos, la profundidad es muy importante, ya que la parte activa del sistema radicular puede llegar hasta una profundidad de 1.5 m., además el buen drenaje es muy importante para la productividad del cultivo. Prefiere suelos con pH entre 5.5 a 7.0.

1.3. Definición de términos

Abono

Es cualquier tipo de sustancia orgánica o inorgánica que contiene nutrientes en formas asimilables por las plantas, para mantener o incrementar el contenido de estos elementos en el suelo, mejorar la calidad del sustrato a nivel nutricional, estimular el crecimiento vegetativo de las plantas, etc. (Quero, 2007).

Cascarilla de arroz

Producto secundario obtenido en el proceso del pulido para la obtención de arroz blanco para el consumo de las personas; y constituida almendra harinosa, la capa de aleurona (gránulos proteicos) y el germen (parte más tierna del grano), que representa el 8% del peso del grano. (Cerón,2012)

Ceniza

La ceniza es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo (Quero, 2007).

Reaprovechamiento

Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo, que constituyen residuos sólidos. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento al reciclaje, recuperación y reutilización de los mismos. (MINAM, 2008)

Repetición

Es una réplica de la aplicación de un tratamiento en otra unidad experimental bajo las mismas condiciones. (De Mendiburu, 2004)

Residuos sólidos

Son aquellas sustancias, productos o sub-productos, en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. (MINAM, 2008)

Tratamiento

Factor sometido a estudio y comparación en un experimento. (De Mendiburu, 2004)

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

- Papel bond
- Lapiceros
- Folders
- Cuaderno de campo
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Impresora
- Plantones
- Palanas
- Regla milimetrada
- Guantes
- Botas
- Carretilla
- Abonos
- Ceniza

2.2. Métodos

- La investigación de tipo aplicada fue realizada mediante un diseño completo al azar (Calzada, 1998), donde se experimentaron diferentes dosis de ceniza en el cultivo del género *Citrus reticulata*. Para este diseño la ecuación es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i, j

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

- Se experimentaron con 4 tratamientos y un tratamiento control según el siguiente detalle:

Tratamiento 1: 50 gr de ceniza

Tratamiento 2: 100 gr de ceniza

Tratamiento 3: 150 gr de ceniza

Tratamiento 3: 200 gr de ceniza

Tratamiento 0: control

- En vivero se tuvieron 75 plántones distribuidos en una área de 0.96m^2 , en 5 hileras de 15 plántones cada una (anexo 1)
- En vivero se evaluó el crecimiento de los plántones, la longitud de hojas y el número de manchas en las hojas a los 45 días, a los 90 días y a los 135 días.
- La muestra estuvo constituida por 7 plántones de cada tratamiento. En este sentido, el trasplante se realizó en 5 hileras de 7 plántones cada uno, en un área de 768m^2 (anexo 2)
- En cuanto al tratamiento estadístico de los datos, el procesamiento se hizo en Ms Excel en cuanto a la estadística descriptiva para obtener promedios y desviación estándar y análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre tratamientos:

Fuente de variación	Grados de libertad.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	F crítico t
Tratamiento	GLT	SCT	CMT	FCT	FTT
Error	GLE	SCE	CME		
Total	GLTotal				

- La decisión respecto a las diferencias significativas se tomará de acuerdo a los siguientes criterios:

Si $F_c > F_t$, entonces existen diferencias significativas entre los tratamientos

Si $F_c < F_t$, entonces no existen diferencias significativas entre los tratamientos

- Mediante la prueba de Tukey, con un nivel de confianza del 95% se determinó el tratamiento óptimo. Previamente se determinó la desviación estándar de los promedios y las amplitudes estudiantizadas significativas (AES).

$$S_x = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

- La presentación de la información se hizo mediante tablas y figuras estadísticas de acuerdo a las normas APA v.6

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Altura de planta del *Citrus reticulata*

Tabla 2

Altura de planta (en cm) abonada con 50 gramos de ceniza

Muestras	45 días	90 días	135 días
1	8.3	11.4	18.3
2	7.8	11.0	18.0
3	8.0	11.0	17.9
4	7.7	12.8	19.7
5	8.1	12.1	18.6
6	8.0	12.0	18.0
7	7.5	11.6	16.9
Promedio	7.91	11.7	18.2
Desviación	0.27	0.65	0.84

Elaboración propia

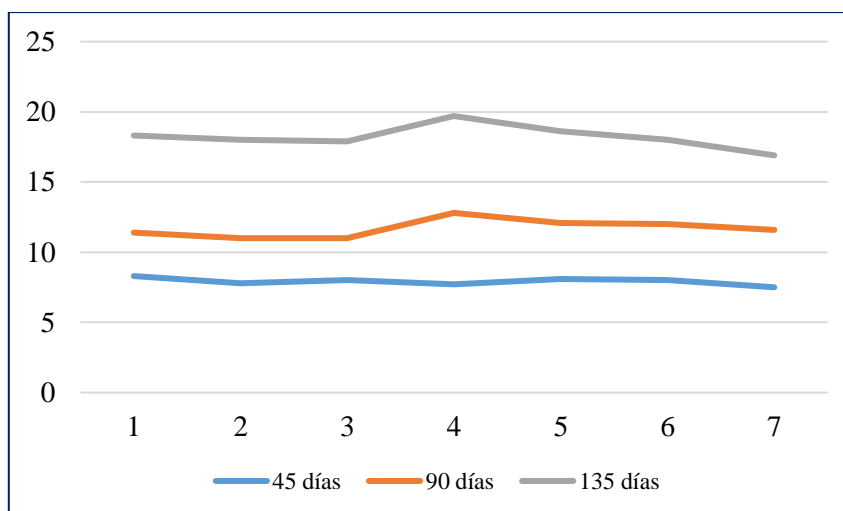


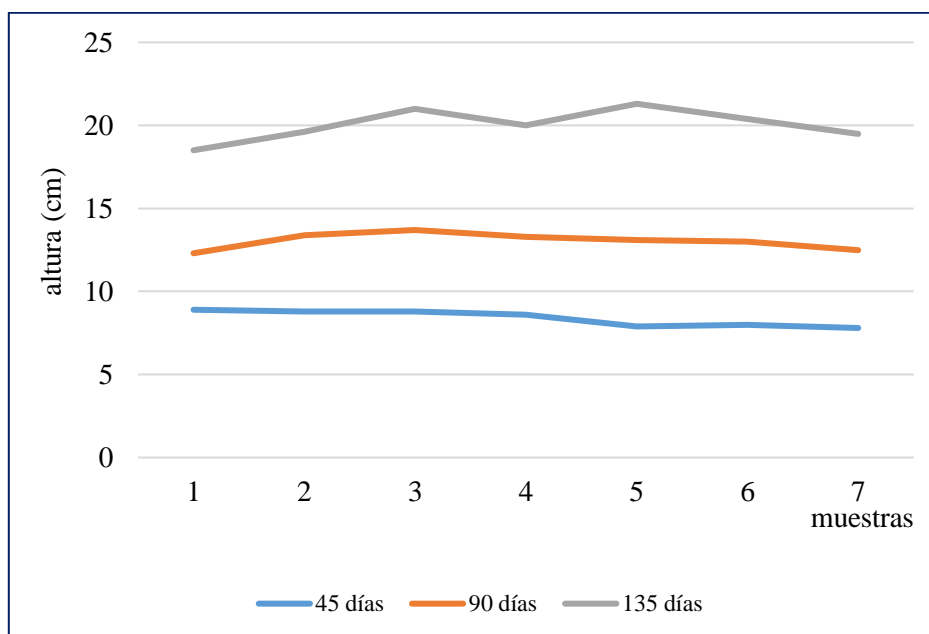
Figura 1. Altura de planta (en cm) abonada con 50 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 2 y figura 1, los plántones de al ser abonados con una dosis de 50 gramos de ceniza de cascarilla de arroz evidenciaron una altura promedio de 7.91 cm a los 45 días, 11.7 cm a los 90 días y 18.2 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 3*Altura de planta (en cm) abonada con 100 gramos de ceniza*

Muestras	45 días	90 días	135 días
1	8.9	12.3	18.5
2	8.8	13.4	19.6
3	8.8	13.7	21.0
4	8.6	13.3	20.0
5	7.9	13.1	21.3
6	8.0	13.0	20.4
7	7.8	12.5	19.5
Promedio	8.40	13.04	20.04
Desviación	0.48	0.5	0.96

Elaboración propia

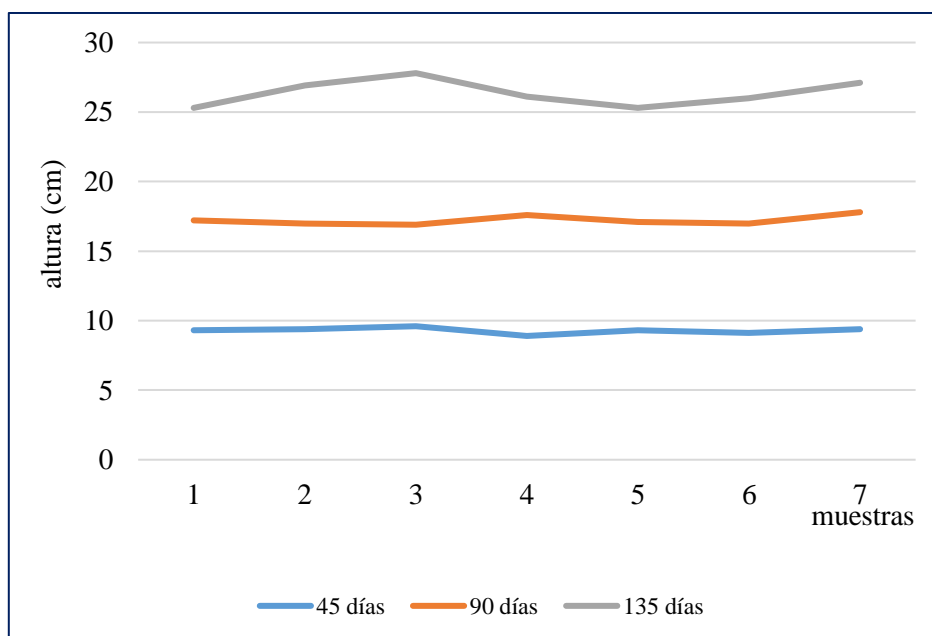
**Figura 2.** Altura de planta (en cm) abonada con 100 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 3 y figura 2, los plantones de al ser abonados con una dosis de 100 gramos de ceniza de cascarilla de arroz evidenciaron una altura promedio de 8.40 cm a los 45 días, 13.04 cm a los 90 días y 20.04 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 4*Altura de planta (en cm) abonada con 150 gramos de ceniza*

Muestras	45 días	90 días	135 días
1	9.3	17.2	25.3
2	9.4	17.0	26.9
3	9.6	16.9	27.8
4	8.9	17.6	26.1
5	9.3	17.1	25.3
6	9.1	17.0	26.0
7	9.4	17.8	27.1
Promedio	9.29	17.23	26.36
Desviación	0.23	0.34	0.94

Elaboración propia

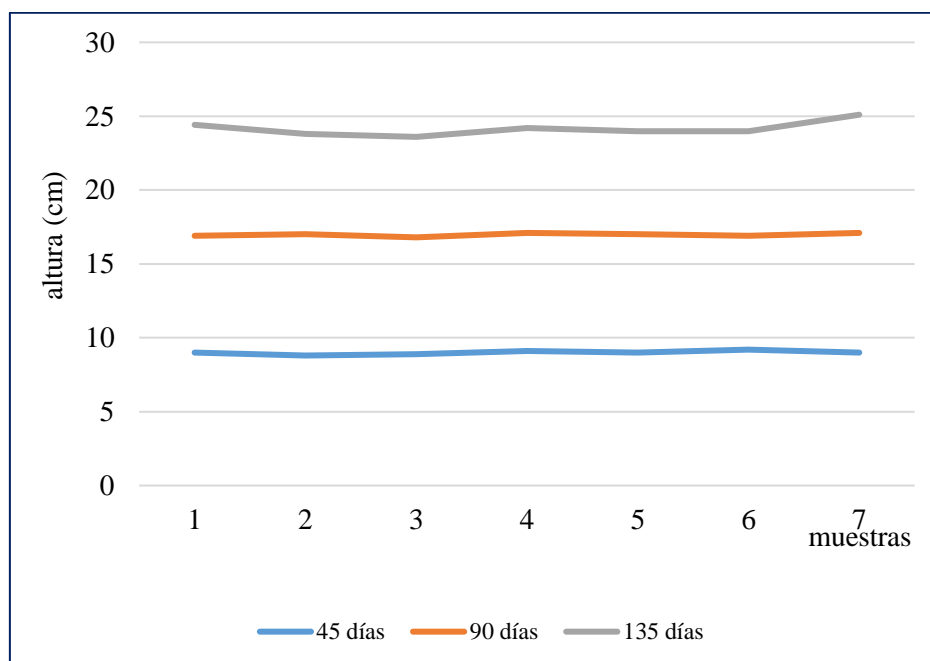
**Figura 3.** Altura de planta (en cm) abonada con 150 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 4 y figura 3, los plantones de al ser abonados con una dosis de 150 gramos de ceniza de cascarilla de arroz evidenciaron una altura promedio de 9.29 cm a los 45 días, 17.23 cm a los 90 días y 26.36 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 5*Altura de planta (en cm) abonada con 200 gramos de ceniza*

Muestras	45 días	90 días	135 días
1	9.0	16.9	24.4
2	8.8	17.0	23.8
3	8.9	16.8	23.6
4	9.1	17.1	24.2
5	9.0	17.0	24.0
6	9.2	16.9	24.0
7	9.0	17.1	25.1
Promedio	9.00	16.97	24.16
Desviación	0.13	0.11	0.49

Elaboración propia

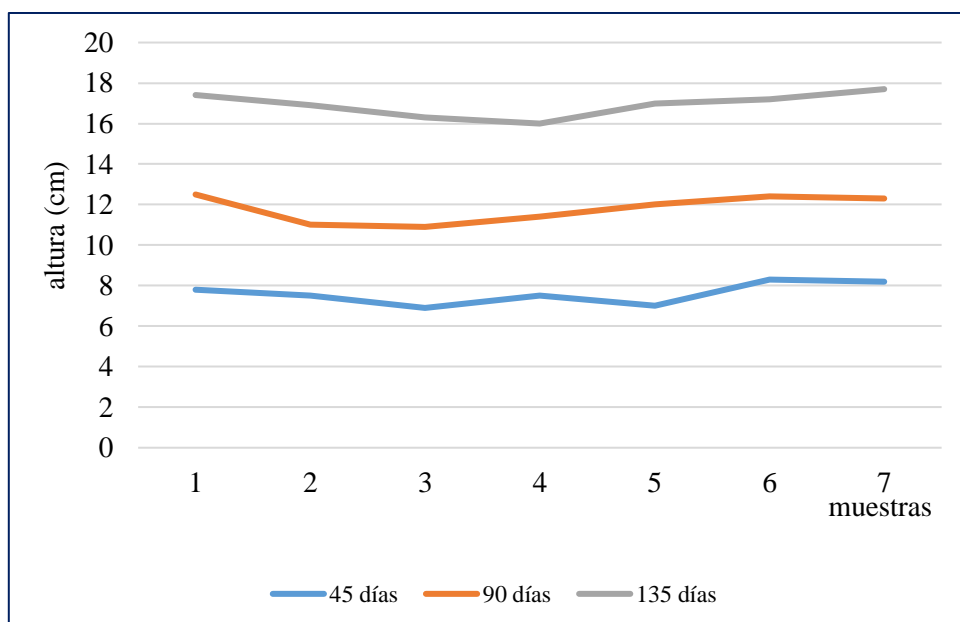
**Figura 4.** Altura de planta (en cm) abonada con 200 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 5 y figura 4, los plantones de al ser abonados con una dosis de 200 gramos de ceniza evidenciaron una altura promedio de 9.00 cm a los 45 días, 16.97 cm a los 90 días y 24.16 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 6*Altura de planta (en cm) del grupo control*

Muestras	45 días	90 días	135 días
1	7.8	12.5	17.4
2	7.5	11.0	16.9
3	6.9	10.9	16.3
4	7.5	11.4	16.0
5	7.0	12.0	17.0
6	8.3	12.4	17.2
7	8.2	12.3	17.7
Promedio	7.60	11.79	16.93
Desviación	0.54	0.68	0.6

Elaboración propia

**Figura 5.** Altura de planta (en cm) del grupo control

Según los resultados de la tabla 6 y figura 5, los plántones que no fueron abonados con ceniza de cascarilla de arroz (grupo control) evidenciaron una altura promedio de 7.60 cm a los 45 días, 11.79 cm a los 90 días y 16.93 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 7*Resumen de la altura de planta (en cm)*

Dosis	45 días	90 días	135 días	Promedio
50 gramos	7.91	11.7	18.2	12.60
100 gramos	8.4	13.04	20.4	13.95
150 gramos	9.29	17.23	26.36	17.63
200 gramos	9	16.97	24.16	16.71
Control	7.6	11.79	16.93	12.11
Promedio	8.44	14.15	21.21	

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 7 evidencian que en promedio a los 45 días los plantones alcanzaron la altura de 8.44 cm, a los 90 días 14.15 cm y a los 135 días 21.21 cm. asimismo se observa que en promedio los plantones alcanzaron la altura de 12.60 cm al ser abonados con una dosis de 50 gr de ceniza, 13.95 cm con una dosis de 100 gr, 17.63 cm con una dosis de 150 gr, 16.71 cm con una dosis de 200 gr y 12.11 cm en el grupo control.

3.1.2. Longitud de hoja de planta del *Citrus reticulata*

Tabla 8*Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 50 gramos de ceniza*

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	1.8	2.5	3.3
2	1.8	2.7	3.4
3	1.7	2.4	3.0
4	1.9	2.6	3.2
5	1.9	2.5	3.1
6	2.0	2.6	3.3
7	1.8	2.4	3.1
Promedio	1.84	2.53	3.20
Desviación	0.1	0.11	0.14

Elaboración propia

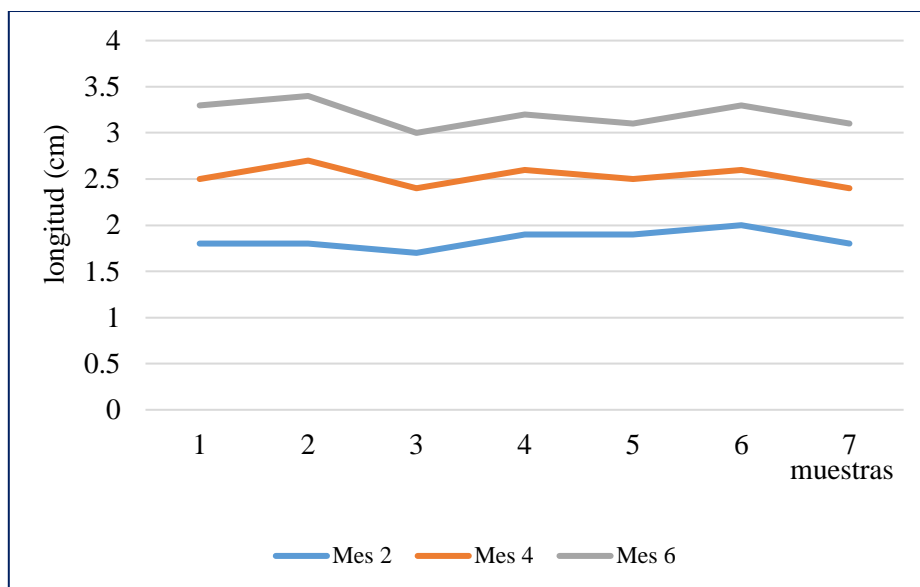


Figura 6. Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 50 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 8 y figura 6, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 50 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, evidenciaron una longitud promedio de 1.84 cm a los 45 días, 2.53 cm a los 90 días y 3.20 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 9

Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 100 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	1.9	2.9	3.6
2	2.0	3.1	3.6
3	1.9	2.8	3.5
4	2.0	2.9	3.5
5	1.8	3.0	3.5
6	1.9	2.7	3.4
7	1.8	2.5	3.3
Promedio	1.90	2.84	3.49
Desviación	0.08	0.2	0.11

Elaboración propia

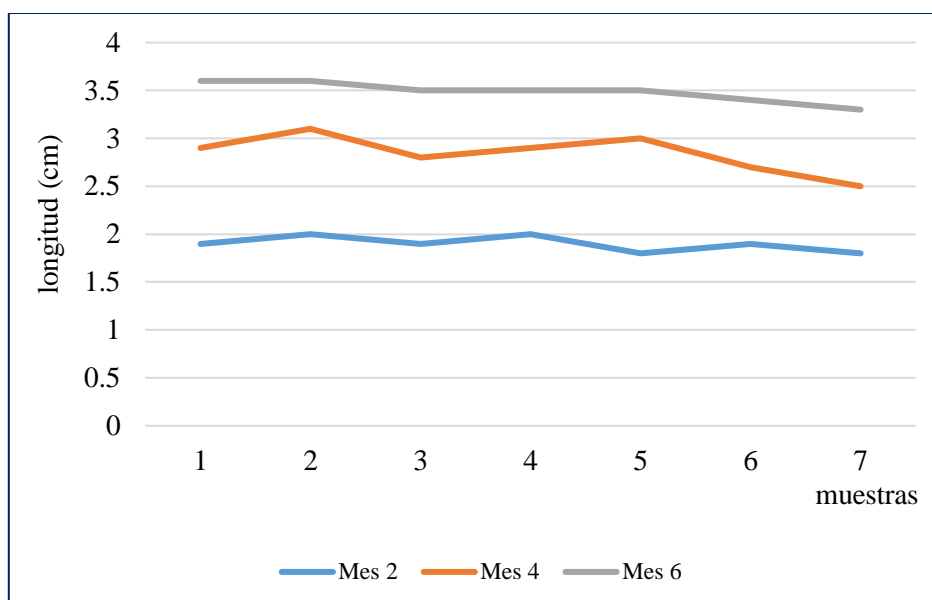


Figura 7. Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 100 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 9 y figura 7, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 100 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, evidenciaron una longitud promedio de 1.90 cm a los 45 días, 2.84 cm a los 90 días y 3.49 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 10

Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 150 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	1.8	3.3	4.0
2	1.9	3.4	4.3
3	1.8	3.3	4.3
4	2.0	3.3	4.4
5	1.8	3.5	4.2
6	1.9	3.6	4.3
7	2.0	3.4	4.4
Promedio	1.89	3.40	4.27
Desviación	0.09	0.11	0.14

Elaboración propia

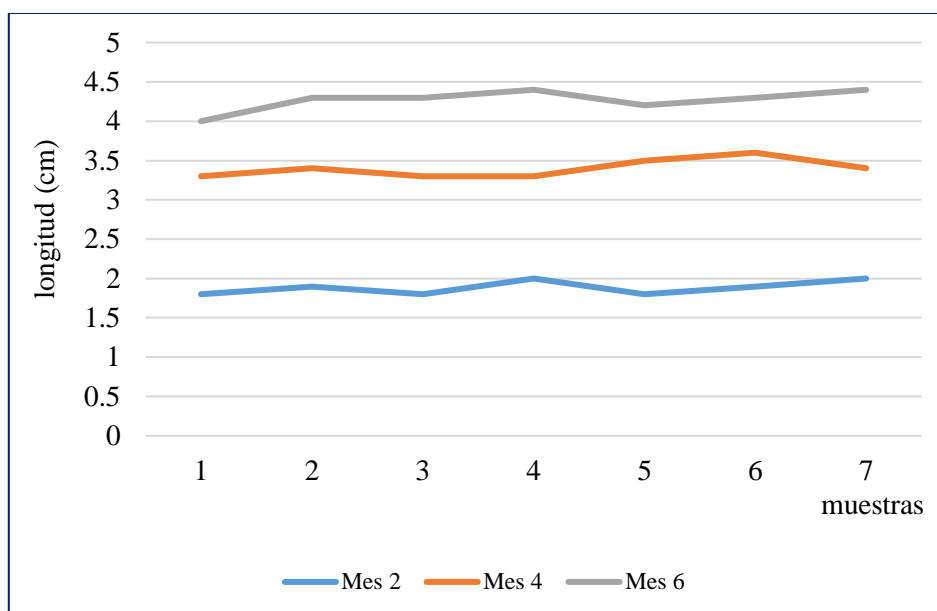


Figura 8. Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 150 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 10 y figura 8, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 150 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, evidenciaron una longitud promedio de 1.89 cm a los 45 días, 3.40 cm a los 90 días y 4.27 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 11

Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 200 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	2.0	3.2	4.0
2	2.0	3.0	3.8
3	1.8	2.8	3.7
4	2.0	3.1	4.0
5	1.9	3.0	3.9
6	1.8	2.9	3.8
7	2.1	3.1	4.1
Promedio	1.94	3.01	3.90
Desviación	0.11	0.13	0.14

Elaboración propia

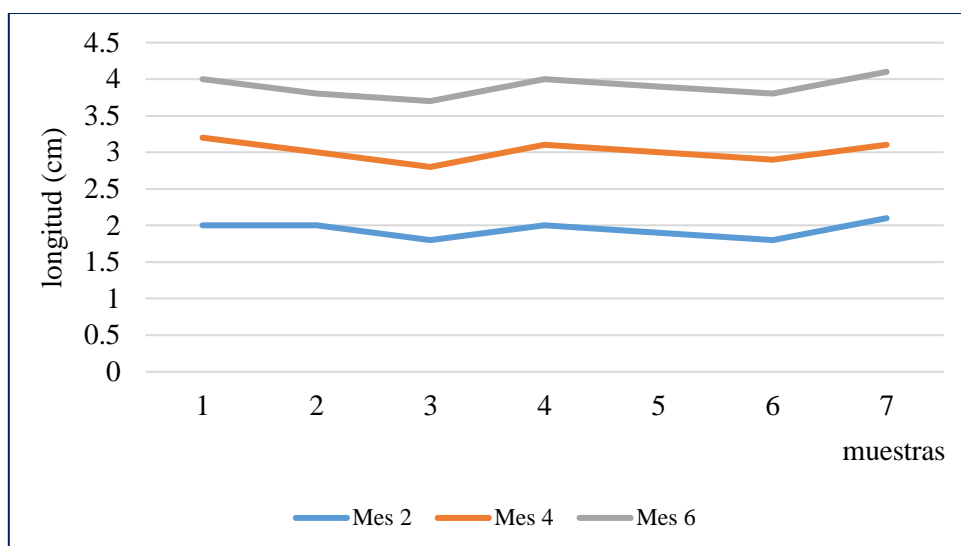


Figura 9. Longitud de hoja de planta (en cm) abonada con 200 gramos de ceniza

Según los resultados de la tabla 11 y figura 9, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 200 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, evidenciaron una longitud promedio de 1.94 cm a los 45 días, 3.01 cm a los 90 días y 3.90 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 12

Longitud de hoja de planta (en cm) del grupo control

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	1.8	2.4	3.0
2	1.7	2.0	2.9
3	1.9	2.6	3.3
4	2.0	2.7	3.5
5	2.0	2.5	3.2
6	2.1	2.8	3.6
7	2.2	2.7	3.4
Promedio	1.96	2.53	3.27
Desviación	0.17	0.27	0.26

Elaboración propia

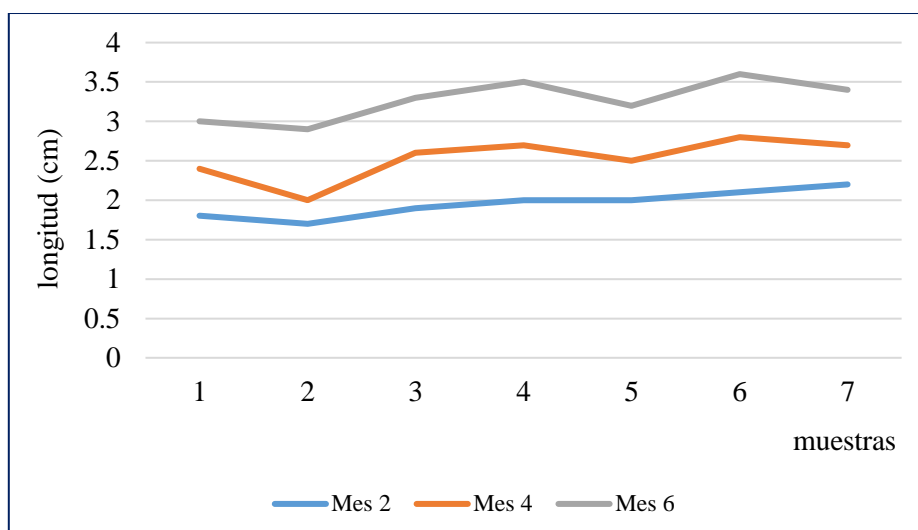


Figura 10. Longitud de hoja de planta (en cm) del grupo control

Según los resultados de la tabla 12 y figura 10, las hojas de los plantones que no fueron abonados con ceniza de cascarilla de arroz (grupo control) evidenciaron una longitud promedio de 1.96 cm a los 45 días, 2.53 cm a los 90 días y 3.27 cm a los 135 días en vivero.

Tabla 13

Resumen de la longitud de la hoja (en cm)

Dosis	45 días	90 días	135 días	Promedio
50 gramos	1.84	2.53	3.20	2.52
100 gramos	1.90	2.84	3.49	2.74
150 gramos	1.89	3.40	4.27	3.19
200 gramos	1.94	3.01	3.90	2.95
Control	1.96	2.53	3.27	2.59
Promedio	1.91	2.86	3.63	

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 13 evidencian que en promedio a los 45 días las hojas alcanzaron una longitud de 1.91 cm, a los 90 días 2.86 cm y a los 135 días 3.63 cm. Asimismo se observa que en promedio las hojas alcanzaron una longitud de 2.52 cm al ser abonados con una dosis de 50 gr de ceniza, 2.74 cm con una dosis de 100 gr, 3.19 cm con una dosis de 150 gr, 2.95 cm con una dosis de 200 gr y 2.59 cm en el grupo control.

3.1.3. Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz en el control de manchas en la hoja de planta del *Citrus reticulata*

Tabla 14

Manchas en hoja de planta abonada con 50 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	2	2	1
2	2	2	1
3	1	1	0
4	2	2	0
5	2	2	1
6	1	1	0
7	3	2	1
Promedio	2	2	1

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 14, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 50 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, en promedio presentaron 2 manchas a los 45 días, 2 a los 90 días y 1 a los 135 días en vivero.

Tabla 15

Manchas en hoja de planta abonada con 100 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	1	0	0
2	0	0	0
3	1	1	0
4	0	0	0
5	1	1	0
6	1	1	0
7	1	0	0
Promedio	1	0	0

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 15, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 100 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, en promedio presentaron 1 mancha a los 45 días, 0 manchas a los 90 días y 0 manchas a los 135 días en vivero.

Tabla 16

Manchas en hoja de planta abonada con 150 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	0	0
4	0	0	0
5	1	1	0
6	0	0	0
7	0	0	0
Promedio	0	0	0

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 16, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 150 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, en promedio no presentaron manchas

Tabla 17

Manchas en hoja de planta abonada con 200 gramos de ceniza

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	1	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	1	1	0
7	0	0	0
Promedio	0	0	0

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 17, las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 200 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, en promedio no presentaron manchas

Tabla 18

Manchas en hoja de planta del grupo control

Muestras	Mes 2	Mes 4	Mes 6
1	1	2	3
2	2	2	2
3	2	2	3
4	1	2	3
5	3	2	3
6	1	2	3
7	2	2	3
Promedio	2	2	3

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 18, las hojas de los plantones que no fueron abonados con ceniza de cascarilla de arroz, en promedio no presentaron 2 manchas a los 45 días, 2 manchas a los 90 días y 3 manchas a los 135 días.

Tabla 19

Resumen del número de manchas en las hojas

Dosis	45 días	90 días	135 días	Promedio
50 gramos	2	2	1	2
100 gramos	1	0	0	0
150 gramos	0	0	0	0
200 gramos	0	0	0	0
Control	2	2	3	2
Promedio	1	1	1	

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 19 evidencian que en promedio tanto a los 45 días, a los 90 días y a los 135 días el promedio de manchas en las hojas es 1. Asimismo se observa que en promedio las hojas con manchas al ser abonados con una dosis de 50 gr de ceniza es 2 al igual que en el grupo control. En promedio no presentaron manchas en las hojas los plántones abonados con 100, 150 y 200 gramos de ceniza.

3.1.4. Diferencias significativas entre tratamientos y tratamiento óptimo

Tabla 20

Análisis de varianza para la altura de las plantas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	72.73	4	18.18	0.42	3.48
Error	432.02	10	43.20		
Total	504.75	14			

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 20, dado que $F < F$ crítico, se deduce que no existe diferencia significativa entre la altura de las plantas debido a las dosis de ceniza; sin embargo con el tratamiento 3 (dosis de 150 gr) alcanzaron la mayor altura.

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{43.20}}{14.60} * 100 = 45\%$$

Lo cual implica que las dosis de ceniza de cascarilla de arroz está influyendo de manera heterogénea en la altura de las plantas. Esta situación se debe básicamente a la dosis de 50 gramos y al grupo control.

Prueba de Tukey

Esta prueba se usó para determinar el tratamiento óptimo en cuanto a la altura de planta.

	T0: control 12.11	T1 (50 gr) 12.60	T2 (100 gr) 13.95	T4 (200 gr) 16.71	T3 (150 gr) 17.63
T0: control 12.11	---	0.49	1.81	4.60	5.52
T1 (50 gr) 12.60	---	---	1.35	4.11	50.3
T2 (100 gr) 13.95	---	---	---	2.76	3.68
T4 (200 gr) 16.71	---	---	---	---	0.92
T3 (50 gr) 17.63	---	---	---	---	---
ALS	11.55				

Siendo $ALS = \sqrt{CME/r} * \text{valor de Tukey}$

Es decir $ALS = \sqrt{43.20/7}(4.65) = 11.55$

Según los resultados de la prueba de Tukey, no existe tratamiento óptimo en cuanto a la altura de planta, sin embargo en la siguiente figura observamos que en el tratamiento 3 aun no siendo el óptimo las plantas han obtenido mayor altura en comparación con los demás tratamientos.

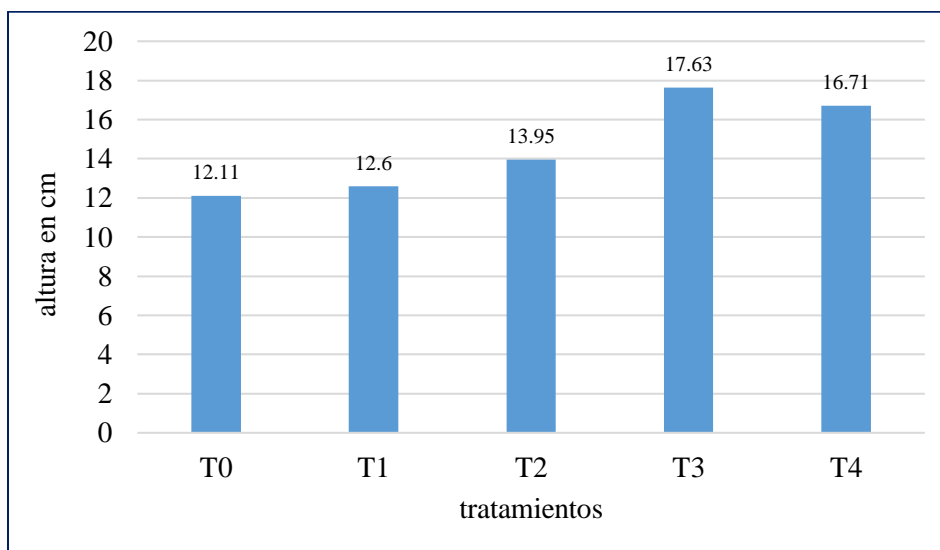


Figura 11. Altura promedio de planta

Tabla 21*Análisis de varianza para la longitud de las hojas*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	0.89	4	0.22	0.28	3.48
Error	7.89	10	0.79		
Total	8.78	14			

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 21, dado que $F < F$ crítico, se deduce que no existe diferencia significativa entre la longitud de las hojas de las plantas debido a las dosis de ceniza; sin embargo con el tratamiento 3 (dosis de 150 gr) alcanzaron la mayor longitud.

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{0.79}}{2.80} * 100 = 32\% \text{ lo cual implica que las dosis de ceniza de}$$

cascarilla de arroz está influyendo de manera heterogénea en la longitud de la hoja de las plantas. Esta situación se debe básicamente a la dosis de 50 gramos y al grupo control.

Prueba de Tukey

Esta prueba se usó para determinar el tratamiento óptimo en cuanto a la longitud de la hoja.

	T1: control 2.52	T0 (50 gr) 2.59	T2 (100 gr) 2.74	T4 (200 gr) 2.95	T3 (150 gr) 3.19
T0: control 2.52	---	0.07	0.22	0.43	0.67
T1 (50 gr) 2.59	---	---	0.13	0.36	0.60
T2 (100 gr) 2.74	---	---	---	0.21	0.45
T4 (200 gr) 2.95	---	---	---	---	0.24
T3 (50 gr) 3.19	---	---	---	---	---
ALS	1.56				

Siendo $ALS = \sqrt{CME/r} * \text{valor de Tukey}$

Es decir $ALS = \sqrt{0.79/7}(4.65) = 1.56$

Según los resultados de la prueba de Tukey, no existe tratamiento óptimo en cuanto a la longitud de la hoja de planta, sin embargo en la siguiente figura observamos que en el tratamiento 3 aun no siendo el óptimo las plantas han obtenido mayor longitud de hoja en comparación con los demás tratamientos.

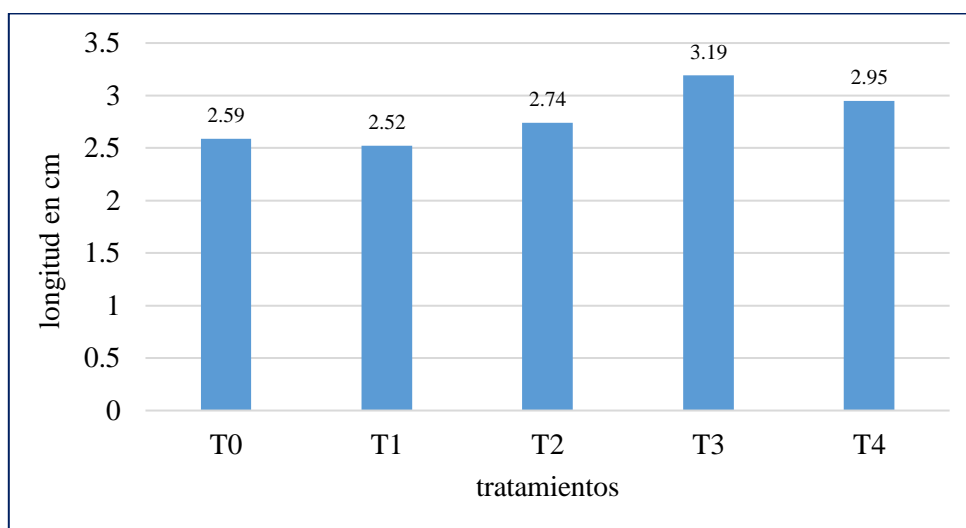


Figura 12. Longitud promedio de la hoja de planta

Tabla 22

Análisis de varianza para número de manchas en las hojas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	F crítico
Tratamientos	13.73	4	3.43	17.17	3.48
Error	2.00	10	0.20		
Total	15.73	14			

Elaboración propia

Según los resultados de la tabla 22, dado que $F > F$ crítico, se deduce que existe diferencia significativa respecto al número de manchas en las hojas de plantas debido a las dosis de ceniza; es decir la ceniza ha actuado como controlador de plagas de manera significativa.

Coefficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{0.20}}{0.87} * 100 = 51\%$$

Lo cual implica que las dosis de ceniza de cascarilla de arroz están influyendo de manera heterogénea en cuanto al número de manchas en las hojas de las plantas. Esta situación se debe básicamente a la dosis de 50 gramos y al grupo control.

Prueba de Tukey

Esta prueba se usó para determinar el tratamiento óptimo en cuanto al número de manchas en las hojas.

	T4 (200 gr) 0	T3 (150 gr) 0	T2 (100 gr) 0.33	T1 (50 gr) 1.67	T0: control 2.33
T4 (200 gr) 0	0*	0*	0.33*	1.67	2.33
T3(150 gr) 0	---	---	0.33	1.67	2.33
T2 (100 gr) 0.33	---	---	---	1.34	2.00
T2 (100 gr) 1.67	---	---	---	---	0.66
T0: control 2.33	---	---	---	---	---
ALS	0.79				

Siendo $ALS = \sqrt{CME/r} * \text{valor de Tukey}$

Es decir $ALS = \sqrt{0.20/7} (4.65) = 0.79$

Según los resultados de la prueba de Tukey, los tratamientos óptimos en cuanto a controlar las manchas en las hojas son los tratamientos 2; 3 y 4, tal como se observa en la figura 13 donde destacan nítidamente los tratamientos 3 y 4 al no presentar manchas en sus hojas.

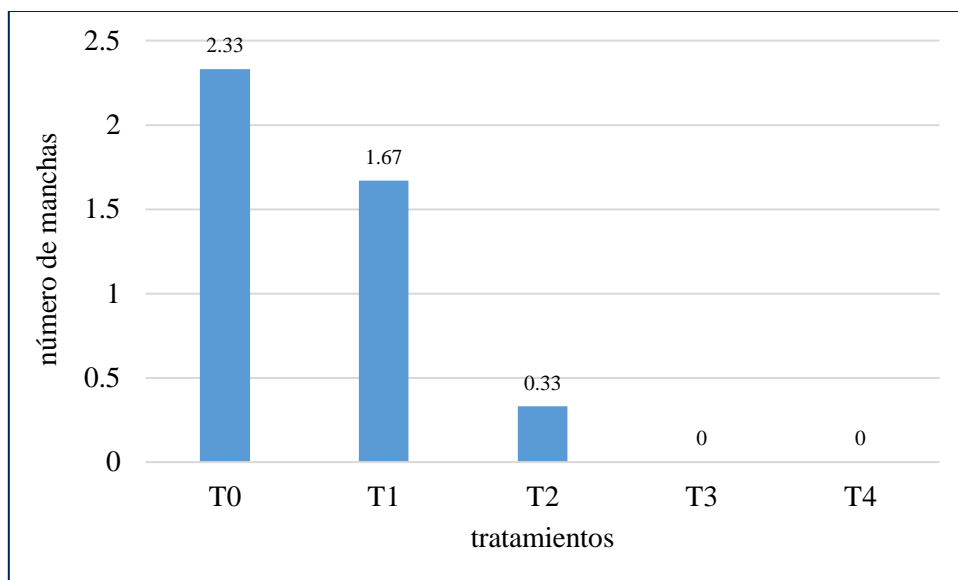


Figura 13. Número promedio de manchas en las hojas.

3.2. Discusiones

- Respecto a la altura de los plantones en vivero, al ser abonados con una dosis de 50 gramos de ceniza de cascarilla de arroz evidenciaron una altura promedio de 7.91 cm a los 45 días, 11.7 cm a los 90 días y 18.2 cm a los 135 días, observándose un crecimiento sostenido; con una dosis de 100 gramos de ceniza una altura promedio de 8.40 cm a los 45 días, 13.04 cm a los 90 días y 20.04 cm a los 135 días; con una dosis de 150 gramos de ceniza una altura promedio de 9.29 cm a los 45 días, 17.23 cm a los 90 días y 26.36 cm a los 135 días; con una dosis de 200 gramos de ceniza una altura promedio de 79.00 cm a los 45 días, 16.97 cm a los 90 días y 24.16 cm a los 135 días. En todos os casos se observó un crecimiento sostenido sin embargo destaca la altura que alcanzaron los plantones a los 135 días de sembrados y abonados con 150 gr de ceniza donde alcanzaron una altura máxima de 27.1 cm.

En cuanto al tratamiento control, los plantones evidenciaron una altura promedio de 7.60 cm a los 45 días, 11.79 cm a los 90 días y 16.93 cm a los 135 días, observándose una altura bajo el promedio. Todas estas consideraciones concuerdan con las conclusiones a que llegó Jiménez (2016), quien estudió el efecto de cinco dosis de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio complementaria a la fertilización edáfica en el cultivo de arroz, concluyendo que a mayor cantidad de sílice se

incrementa en rendimiento del arroz por hectárea. Menciona el mismo autor que hubo incremento de 409 kg por hectárea en los resultados de uso de la ceniza de la cascarilla de arroz. Es importante recalcar también que el efecto de los abonos orgánicos o en este caso de la ceniza es más lento que los abonos orgánicos pero los beneficios para el suelo y el ambiente son mayores incluso en los económico tal como lo demostró Jiménez (2016), quien concluyó que por la inversión de un dólar el productor arrocero obtiene 16,37 dólares y a más de esto recupera el dólar de inversión.

- Las hojas de los plantones que fueron abonados con una dosis de 50 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, evidenciaron una longitud promedio de 1.84 cm a los 45 días, 2.53 cm a los 90 días y 3.20 cm a los 135 días; con una dosis de 100 gramos de ceniza evidenciaron una longitud promedio de 1.90 cm a los 45 días, 2.84 cm a los 90 días y 3.49 cm a los 135 días; con una dosis de 150 gramos de ceniza evidenciaron una longitud promedio de 1.89 cm a los 45 días, 3.40 cm a los 90 días y 4.27 cm a los 135 días; con una dosis de 200 gramos de ceniza evidenciaron una longitud promedio de 1.94 cm a los 45 días, 3.01 cm a los 90 días y 3.90 cm a los 135 días. En este caso también se observó que las hojas se mostraban robustas sobretodo al ser abonadas con 150 gramos de ceniza alcanzando una longitud de 4.4 cm. esta afirmación se relaciona con la discusión anterior dado que los plantones que obtuvieron mayor altura mostraban hojas más grandes. En el caso del grupo control, los plantones que no fueron abonados con ceniza de cascarilla de arroz evidenciaron una longitud promedio de 1.96 cm a los 45 días, 2.53 cm a los 90 días y 3.27 cm a los 135 días, mostrándose una clara diferencia respecto a los tratamientos experimentales.

Esta afirmaciones se sustentan en la investigación realizada por Pérez, A (2015), quien investigó las dosis de ceniza y su efecto en las características agronómicas del pasto *Leucaena leucocephala* concluyendo que mayor cantidad de materia verde se puede producir en nuestras condiciones agroclimáticas, siempre que el suelo tenga los nutrientes que necesita y en esto las cenizas son alcalinas, lo cual neutraliza la acidez de suelo y mejora el funcionamiento de las bacterias que fijan nitrógeno. Además del potasio, la ceniza es una buena fuente de calcio, aunque tiene poco fósforo y nada de nitrógeno. Todos estos componentes influyeron en la longitud de las hojas al obtener plantones más robustos.

- Las hojas de los plántones que fueron abonados en vivero con una dosis de 50 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, en promedio presentaron 2 manchas a los 45 días, 2 a los 90 días y 1 a los 135 días, con una dosis de 100 gramos de ceniza 1 mancha a los 45 días, 0 manchas a los 90 días y 135 días, las hojas de los plántones que fueron abonadas con una dosis de 150 gramos de ceniza y 200 gramos no presentaron manchas. Comparando estos resultados con lo obtenido en el grupo control observamos que los plántones que no fueron abonados con ceniza en promedio no presentaron 2 a 3 manchas posiblemente generadas por los nematodos que abundan en este tipo de plántones en viveros, tal como lo menciona Inga, O (2017) quien determinó de la cantidad de ceniza en la incidencia de nematodos en plántones de cacao y concluyó que el tratamiento 3 (sustrato más 150 gramos de ceniza) fue el más óptimo para combatir la infestación por nemátodos en las raíces de los plántones de cacao, para el crecimiento de los plántones y para combatir las manchas en las hojas, tal como obtuvimos en la presente investigación.

- No existe diferencia significativa entre la altura de los plántones ni en la longitud de las hojas debido a las dosis de ceniza; sin embargo con el tratamiento 3 (dosis de 150 gr) alcanzaron su mayor desarrollo respecto a los otros tratamientos. Asimismo tampoco se evidenció un tratamiento óptimo al respecto al realizar la prueba de Tukey.
Sin embargo, existen diferencias significativas en cuanto al número de manchas en las hojas de los plántones debido a las dosis de ceniza; es decir la ceniza ha actuado como controlador de plagas de manera significativa y diferenciada. Al respecto también encontramos que según Tukey, los tratamientos óptimos en cuanto a controlar las manchas en las hojas son los tratamientos 2; 3 y 4 (100 gramos, 150 gamos y 200 gramos de ceniza de cascarilla de arroz respectivamente). Estos hallazgos corroboran lo encontrado por Inga, O (2017).

CONCLUSIONES

- Finalizado el proceso investigativo se concluye que respecto a la altura de los plántones en vivero, estos alcanzaron su máxima altura promedio al ser abonados con una dosis de 150 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, seguido de los plántones que fueron abonados con 200 gramos de ceniza, observándose un crecimiento sostenido en comparación con el tratamiento control donde la altura alcanzada por los plántones fue menor.
- Concluimos que las hojas de los plántones que fueron abonados con una dosis de 150 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, evidenciaron una longitud promedio mayor a los otros tratamientos, seguido del tratamiento que consistía en abonamiento con 200 gramos de ceniza. Esta conclusión se refuerza con la primera conclusión dado que los plántones que obtuvieron mayor altura mostraban hojas más grandes y viceversa. En el caso del grupo control, los plántones que no fueron abonados con ceniza de cascarilla de arroz evidenciaron una longitud promedio menor.
- Las hojas de los plántones que fueron abonados en vivero con una dosis de 100 gramos de ceniza, 150 gramos de ceniza y 200 gramos de ceniza de cascarilla de arroz, en promedio no presentaron manchas causadas posiblemente por nematodos u otros agentes. Asimismo el tratamiento control presentaba en promedio de 2 a 3 manchas en sus hojas. En tal sentido se concluye que la ceniza de la cascarilla de arroz debido a su alto contenido de silicio también actúa como controlador biológico de plagas lo cual es refrendado por otras investigaciones realizadas al respecto.
- Finalmente, según los resultados del análisis de varianza concluimos que no existen diferencias significativas entre la altura de los plántones ni en la longitud de las hojas debido a las dosis de ceniza; sin embargo con el tratamiento 3 (dosis de 150 gr) alcanzaron su mayor desarrollo respecto a los otros tratamientos. Asimismo no se evidenció un tratamiento óptimo al respecto al realizar la prueba de Tukey. Sin embargo, existen diferencias significativas en cuanto al número de manchas en las hojas de los plántones debido a las dosis de ceniza; es decir la ceniza ha actuado como controlador de plagas de

manera significativa y diferenciada. Al realizar la prueba de Tukey encontramos que los tratamientos óptimos en cuanto a controlar las manchas en las hojas son los tratamientos 2; 3 y 4 (100 gramos, 150 gamos y 200 gramos de ceniza de cascarilla de arroz respectivamente)

RECOMENDACIONES

A las autoridades regionales en la perspectiva de la revolución productiva se recomienda difundir de manera más efectiva los beneficios que para el ambiente significa el uso de controladores de plagas como la ceniza de la cascarilla del arroz, de tal manera que el crecimiento económico vaya de la mano con la conservación del ambiente.

A los estudiantes de la Facultad de Ecología se recomienda complementar la presente investigación con estudios comparativos que involucren el uso de abonos orgánicos que no afecten el ambiente.

A los agricultores tomar conciencia respecto al cuidado del ambiente por tanto se recomienda usar abonos orgánicos; si bien es cierto los abonos orgánicos tienen un efecto un poco más lento pero no contaminan los suelos más bien sirven como nutrientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade. Proyecto integral arroz. Manual del cultivo de arroz. Ecuador: INIAP, 2006
- Águila y Sosa. Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos (tesis). México: Universidad Central de Veracruz, 2008
- Calzada, J. Métodos estadísticos para la investigación. Lima: UNALM, 1998
- Cerrón, G. Asistencia técnica dirigida en manejo de cultivo de cacao. Guía Técnica. S.N.T. Perú, Agrobanco, 2014
- Clarholm, M. (1998). La ceniza de madera para contrarrestar las posibles limitaciones de fósforo y potasio en los bosques de abetos de Noruega sujetos a la contaminación del aire. Revista Escandinava de Suplemento de Investigación Forestal, 1998
- Coloma. Efecto de la aplicación foliar con dos fuentes. Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015
- Delgado. Evaluación de extractos vegetales y aplicación. Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2010
- De Mendiburu, F (2004). Diseños experimentales. Perú: UNALM
- Erich, M.; Ohno, T. Disponibilidad de fósforo para el maíz proveniente de suelos modificados con cenizas de madera. Contaminación del aire y del suelo, 1992
- Hernández, et al. Metodología de la investigación científica. México: Interamericana, 2014
- FAO. Guía para la descripción de perfiles de suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, Roma, 2017
- Furcal. Efecto del silicio en la fertilidad del suelo, en la. Costa Rica: Escuela de Agronomía sede San Carlos, 2012
- Guerrero y Fajardo. Información de Producción sobre Frutas y Vegetales Varios. Tegucigalpa, HN, 2004

- Inga, O. Determinación de la cantidad de ceniza en la incidencia de nematodos en plantones de cacao (*Theobroma cacao*) en el distrito de Soritor (tesis). UNSM, 2017
- Instituto nacional de innovación agrícola. INIA, 2012.
- Instituto nacional de estadística e informática. INEI, 2017.
- Jiménez. Estudio de cinco dosis de ceniza de cascarilla de arroz como fuente de silicio complementaria a la fertilización edáfica en el cultivo de arroz (tesis). Ecuador; Universidad de Guayaquil, 2016
- Korpilahti, A.; Moilanen, M.; Finér, L. Utilización de cenizas de biomasa en Finlandia. Taller Internacional de Cenizas de Biomasa. Graz, Austria, 1998
- León y Pinchao. Evaluación del efecto de caldo de ceniza y purín de ajo y ají sobre las poblaciones de chrysomelidae (coleóptera) en la acacia bracinga (*paraserianthes lophantha*). Universidad de Nariño. Colombia, 2015
- Martínez. Fisiología vegetal México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 2014
- Naylor, L; Schmidt. Uso agrícola de la ceniza de madera como material fertilizante y encalado. Tappi Journal, 1986
- Núñez, H; Paniagua, A. Tras las huellas de nuestros orígenes. www.enice.mecd.es, 2001
- Omil. Gestión de cenizas como fertilizante y enmendante de plantaciones jóvenes de Pinus radiata (tesis). España: Universidad Santiago de Compostela, 2007
- Palacios. Uso de tres mejoradores de retención de nutrientes. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2012
- Pérez, A. Dosis de ceniza de panadería y su efecto en las características agronómicas del pasto *Leucaena leucocephala* cultivar “Cunningham” en Zungarococha – San Juan Bautista – Perú (tesis). UNAP, 2015
- Quero. Funciones biológicas y respuestas fisiológicas en la nutrición vegetal con silicio. México: Instituto tecnológico superior de Uruapan, 2007

Rugel. Estudio de cinco niveles de silicato de calcio y tres. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2016

Someshwar, A. Caracterización de la madera y la combinación de cenizas de calderas de leña. *Revista de Calidad Ambiental* 25, 1996

Rodríguez, R. Evaluación de opciones de tratamiento estándar para plantaciones de *Pinus radiata* en Galicia (noroeste de España). *Silvicultura* 75, 2002

Solla-Gullón, F. Aplicación de cenizas de biomasa arbórea como fertilizante y encalante en plantaciones forestales de Galicia. Tesis Doctoral. Escuela Politécnica Superior, Universidad de Santiago de Compostela, 2004

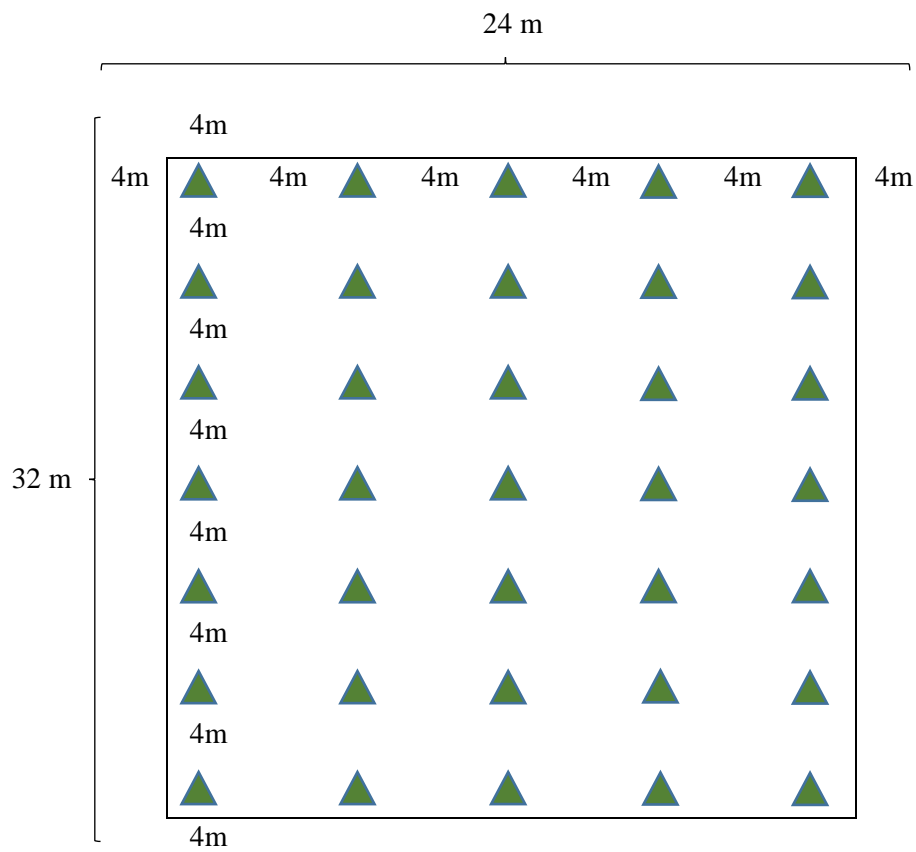
Väättäinen, K.; Sikanen, L.; Asikainen, A. La logística de devolución de madera granulada pide corteza al bosque. Universidad de Joensuu, Facultad de Silvicultura,. Joensuu, 2000.

Veron. Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz. Colombia: Hombre y máquina, 2015

ANEXOS

ANEXO 1

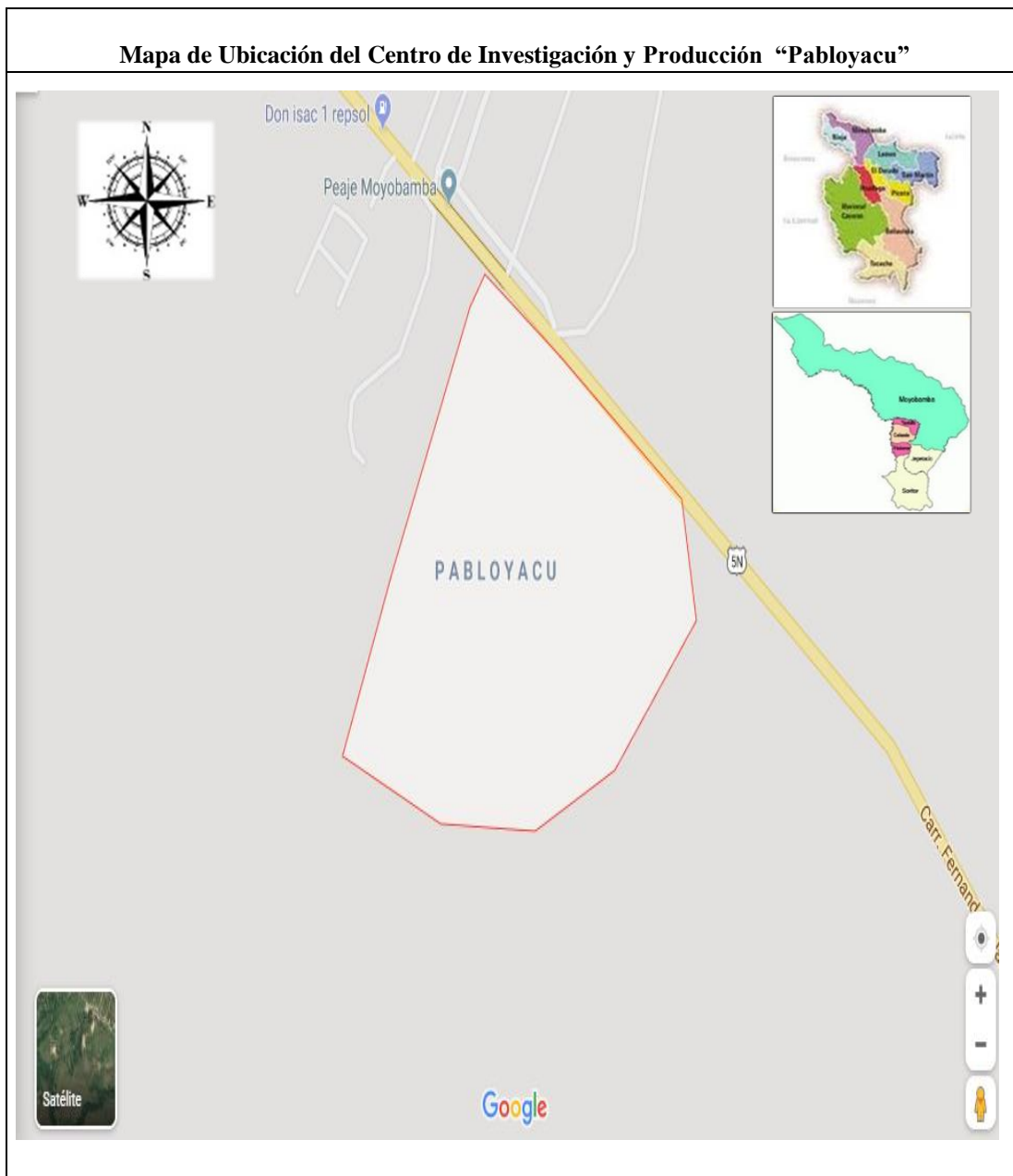
Distribución de los plantones en campo



Área total 768 m²

ANEXO 3

Mapa de ubicación



ANEXO 4

Panel fotográfico



Foto 1: Plantones en vivero



Foto 2: Inspección de plantones en vivero



Foto 3: Cultivo de plantas en campo



Foto 4: Abonamiento de plantas en campo



Foto 5: Aporcamiento de plantas