



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo
(*Brassica rapa* L.)”

Autor:

Jean Paul Chong-Qui Cedeño

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. César Ramiro Bermeo Toledo, M. Sc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jean Paul Chong-Qui Cedeño**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Jean Paul Chong-Qui Cedeño
Autor

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. César Ramiro Bermeo Toledo, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Jean Paul Chong-Qui Cedeño**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa L.*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

Ing. César Ramiro Bermeo Toledo, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. César Ramiro Bermeo Toledo, M. Sc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa L.*)**”, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Jean Paul Chong-Qui Cedeño**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 7%.

URKUND	
Documento	Chong Qui - Proyecto de Investigacion.pdf (D52227646)
Presentado	2019-05-17 05:50 (-05:00)
Presentado por	cbermeo@uteq.edu.ec
Recibido	cbermeo.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	TESIS CHONQUI Mostrar el mensaje completo
	7% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Chong Qui - Proyecto de Investigacion.pdf (D52227646)
Submitted: 5/17/2019 12:50:00 PM
Submitted By: cbermeo@uteq.edu.ec
Significance: 7 %

Sources included in the report:

TESIS GENESIS TAPIA 11.08.2015.docx (D15032684)
TESIS-MANOSALVAS.docx (D24163472)
Tesis Melo GENESIS 2da Revision.docx (D13584460)
TESIS MELON GENESIS TAPIA.docx (D13553371)
tesis JUAN ESPINOZA 26DIC.pdf (D24618154)
<http://www.agropesa.com.ec/nuestros->

Instances where selected sources appear:

Ing. César Ramiro Bermeo Toledo, M. Sc.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título
de:

Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Ing. Ramiro Gaibor Fernández, M. Sc.
Presidente del Tribunal

Ing. Luis Llerena Ramos, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Econ. Flavio Ramos Martínez, M. Sc.
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

AGRADECIMIENTOS

A Jehová Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda antes las pruebas que me pone la vida.

A mis padres Alejandro Chong-Qui Lang Long y Johanna Cedeño Cruz por todas sus enseñanzas y haber guiado cada uno de mis pasos, inculcando en mí el deseo de superación personal y profesional.

A mi hermana Ing. Jhoa Chong-Qui Cedeño que siempre ha estado a mi lado durante toda mi etapa de estudios y darme cariño y consejos para no decaer y continuar hasta cumplir mis metas.

A mi tío Ing. Kennedy Cedeño y mis tías Patricia Cedeño Carolina Cedeño y Ennie Chong-Qui Lang Long por ser ese apoyo incondicional en todo momento.

A mi abuelito Augusto Cedeño, gracias por todas tus enseñanzas.

Al Ing. M. Sc. César Bermeo Toledo por su colaboración y sugerencias en la presente investigación.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ, que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimientos que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Jean Paul Chong-Qui Cedeño

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Jehová Dios por sus bendiciones, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles, y permitir que mis padres, demás familiares, y mis amigos estén a mi lado.

A mis padres, por todo su amor, su guía, ejemplo y motivación y la confianza depositada en mí, es por ello que me siento orgulloso de dedicarles este logro de mi vida.

A mi hermana, por alentarme a salir adelante ante cada dificultad que se pueda presentar en la vida.

A mi tío Ing. Kennedy Cedeño por ser mi compañero y amigo en las metas que me he propuesto alcanzar, impartiendo en mí el respeto y amor por mi carrera.

A mi abuelito Augusto Cedeño por todos los momentos que ha estado alentándome desde muy temprana edad.

Jean Paul Chong-Qui Cedeño

RESUMEN

El cultivo de nabo en Ecuador es poco explotado con fines comerciales, sumándose a esto que una de las principales preocupaciones de la agricultura es la disminución de agroquímicos, lo que se ha buscado con la utilización de abonos orgánicos. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.). La investigación se desarrolló en terrenos de la Hacienda “Joha”, propiedad de la Sra. Johanna Cedeño, ubicada en el km 12 de la vía Quevedo – El Empalme, en el sector Peñafiel de En Medio. Su ubicación geográfica es 1°11'02" latitud sur y 79°30'20" de longitud occidental. En el ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3+1 en 3 repeticiones, siendo el factor A los tipos de compost (Agropesa, Biocompost y Ecogreen) y el factor B las dosis (1250, 1000 y 750 kg/ha), cuyas interacciones se compararon con un testigo. Todas las variables de respuesta se sometieron al análisis de varianza. Para la comparación de medias de las fuentes de variación se utilizó la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Los resultados obtenidos demuestran que los tipos de compost no presentaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de germinación con un promedio general de 96.0%. Biocompost produjo plantas de mayor altura en las tres evaluaciones registrando plantas de 18.6, 41.4 y 54.5 cm de altura a los 15, 30 y 45 días respectivamente. La dosis de 1250 kg/ha presentó mayor rendimiento, superando al testigo en 22916.7, 21666.7 y 19983.3 para Biocompost, Ecogreen y Agropesa en su orden, alcanzando su máximo potencial de rendimiento. Biocompost aplicado en dosis de 750, 1000 y 1250 kg/ha presentó diferencia de 7.0, 10.6 y 7.4 cm de longitud por encima del testigo sin aplicación de compost. El ancho de la hoja con la aplicación de Biocompost y Agropesa mostraron diferencias de 2.0 y 1.7 cm, respecto a Ecogreen, mientras que la evaluación de las dosis a los 30 y 45 días se observó que con 750 kg/ha se logró hojas más anchas con 17.3 y 19.5 cm, en su orden. La aplicación de Biocompost en dosis de 1000 kg/ha presentó hojas de 3.5 cm más anchas que el testigo a los 15 días, 5.2 cm a los 30 días. Los mayores beneficios netos se registraron con Biocompost en dosis de 1250 kg/ha con una relación beneficio costo de 1.90, seguido de Ecogreen y Agropesa con 1.85 y 1.84, es decir rentabilidades de 98.78, 84.78 y 84.17 %, respectivamente.

Palabras claves: abonos orgánicos, compostaje, producción orgánica.

ABSTRACT

The cultivation of turnip in Ecuador is little exploited for commercial purposes, adding to this that one of the main concerns of agriculture is the decrease of agrochemicals, which has been sought with the use of organic fertilizers. The objective of the research was to evaluate the effect of three types of compost on the yield of the turnip (*Brassica rapa* L.). The investigation was carried out in lands belonging to the Hacienda "Joha", owned by Mrs. Johanna Cedeño, located at km 12 of the Quevedo - El Empalme road, in the Peñafiel sector of En Medio. Its geographical location is 1 ° 11'02 "south latitude and 79 ° 30'20" west longitude. A randomized complete block design with 3x3 + 1 factorial arrangement in 3 replicates was used in the trial, with factor A being the types of compost (Agropesa, Biocompost and Ecogreen) and factor B the doses (1250, 1000 and 750 kg/ha), whose interactions were compared with a control. All the response variables were subjected to the analysis of variance. For the comparison of means of variation sources, the Tukey test at 95% probability was used. The results obtained show that the types of compost did not show significant differences in the percentage of germination with a general average of 96.0%. Biocompost produced plants of greater height in the three evaluations registering plants of 18.6, 41.4 and 54.5 cm in height at 15, 30 and 45 days respectively. The dose of 1250 kg/ha presented a higher yield, surpassing the control in 22916.7, 21666.7 and 19983.3 for Biocompost, Ecogreen and Agropesa in order, reaching its maximum yield potential. Biocompost applied in doses of 750, 1000 and 1250 kg/ha presented difference of 7.0, 10.6 and 7.4 cm in length above the control without application of compost. The width of the leaf with the application of Biocompost and Agropesa showed differences of 2.0 and 1.7 cm, with respect to Ecogreen, while the evaluation of the doses at 30 and 45 days was observed that with 750 kg/ha wider leaves were achieved with 17.3 and 19.5 cm, in order. The application of Biocompost in doses of 1000 kg / ha presented leaves 3.5 cm wider than the control at 15 days, 5.2 cm at 30 days. The greatest net benefits were registered with Biocompost in a dose of 1250 kg/ha with a cost benefit ratio of 1.90, followed by Ecogreen and Agropesa with 1.85 and 1.84, that is, yields of 98.78, 84.78 and 84.17%, respectively.

Keywords: organic fertilizers, composting, organic production.

TABLA DE CONTENIDOS

Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Anexos	xv
Código Dublín	xvi
Introducción.....	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización.....	3
1.1.1. Planteamiento del problema	3
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.1.3. Sistematización del problema.....	3
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación.....	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico	7
2.1.1. Cultivo de nabo	7
2.1.1.1. Descripción taxonómica.....	7
2.1.1.2. Descripción morfológica	8
2.1.1.3. Requerimientos.....	9

2.1.2.	Agricultura orgánica.....	9
2.1.3.	Abonos orgánicos	11
2.1.4.	Compost.....	14
2.1.4.1.	Beneficios del compost	15
2.1.4.2.	Utilización del compost.....	15
2.1.4.3.	Criterios de calidad del compost	15
2.1.5.	Abono orgánico sólido Agropesa	18
2.1.6.	Biocompost.....	19
2.1.7.	Ecogreen.....	20
2.1.8.	Radix Tim.....	23
2.1.9.	Maestro SL	24
2.1.10.	Murano	24
2.1.11.	Pethall.....	24
2.1.12.	Induktor	25
2.1.13.	Col china tipo Michilli	25

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización de la investigación	27
3.2.	Tipo de investigación	27
3.3.	Métodos de investigación.....	27
3.4.	Fuentes de recopilación de la información.....	28
3.5.	Diseño experimental y análisis estadístico.....	28
3.5.1.	Especificaciones del experimento	28
3.6.	Instrumentos de investigación	29
3.6.1.	Factores en estudio	29
3.6.2.	Tratamientos estudiados	30
3.6.3.	Material de siembra	30
3.6.4.	Manejo del ensayo.....	30
3.6.4.1.	Preparación y delimitación del terreno.....	30
3.6.4.2.	Siembra - semillero	30
3.6.4.3.	Trasplante	31
3.6.4.4.	Fertilización.....	31

3.6.4.5. Control de malezas	31
3.6.4.6. Control de plagas y enfermedades.....	31
3.6.4.7. Cosecha	32
3.6.5. Variables evaluadas	32
3.6.5.1. Porcentaje de germinación	32
3.6.5.2. Altura de planta (cm).....	32
3.6.5.3. Longitud de la hoja (cm)	32
3.6.5.4. Ancho de la hoja (cm)	32
3.6.5.5. Longitud radicular (cm).....	33
3.6.5.6. Peso por planta (g).....	33
3.6.5.7. Rendimiento (kg/ha).....	33
3.6.5.8. Análisis económico	33
3.7. Recursos humanos y materiales	34
3.7.1. Recursos humanos	34
3.7.2. Recursos materiales	34

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados	36
4.1.1. Porcentaje de germinación (%)	36
4.1.2. Altura de planta (cm).....	37
4.1.3. Longitud de la hoja (cm)	39
4.1.4. Ancho de la hoja (cm)	41
4.1.5. Longitud radicular a la cosecha (cm)	43
4.1.6. Peso por planta (g).....	44
4.1.7. Rendimiento (kg/ha).....	45
4.1.8. Análisis económico	46
4.2. Discusión.....	48

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	51
5.2. Recomendaciones.....	52

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada.....	54
-----------------------------	----

CAPÍTULO VII. ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición del bioabono Agropesa	18
Tabla 2.	Composición nutricional de Biocompos	20
Tabla 3.	Composición nutricional de Ecogreen	21
Tabla 4.	Composición nutricional de Radix Tim	23
Tabla 5.	Composición de Murano	24
Tabla 6.	Composición de Murano	25
Tabla 7.	Características agronómicas de la col china tipo Michilli.....	25
Tabla 8.	Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo	28
Tabla 9.	Porcentaje de germinación.	36
Tabla 10.	Altura de planta (cm).	38
Tabla 12.	Longitud de la hoja (cm).....	40
Tabla 11.	Ancho de la hoja (cm).....	42
Tabla 13.	Longitud radicular a la cosecha (cm).....	43
Tabla 14.	Peso por planta (g)	44
Tabla 15.	Rendimiento (kg/ha).	45
Tabla 16.	Análisis económico.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del porcentaje de germinación (factores)	59
Anexo 2. Análisis de varianza de la altura de planta a los 15 días (factores)	59
Anexo 3. Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días (factores)	59
Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de planta a los 45 días (factores)	59
Anexo 5. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 15 días (factores)	60
Anexo 6. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 30 días (factores)	60
Anexo 7. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 45 días (factores)	60
Anexo 8. Análisis de varianza del ancho de la hoja a los 15 días (factores).....	60
Anexo 9. Análisis de varianza del ancho de la hoja a los 30 días (factores).....	61
Anexo 10. Análisis de varianza del ancho de la hoja a los 45 días (factores).....	61
Anexo 11. Análisis de varianza de la longitud radicular a la cosecha (factores)	61
Anexo 12. Análisis de varianza del peso por planta (factores)	61
Anexo 13. Análisis de varianza del peso por planta (factores)	61
Anexo 14. Siembra en bandejas germinadoras	62
Anexo 15. Plántulas de nabo germinadas.....	62
Anexo 16. Preparación del terreno	63
Anexo 17. Construcción de las camas.....	63
Anexo 18. Material genético utilizado en la siembra.....	64
Anexo 19. Trasplante de plántulas de nabo.....	64
Anexo 20. Elaboración del canal de drenaje	65
Anexo 21. Plántulas de nabo a los 6 días después del trasplante	65
Anexo 22. Primera evaluación de la longitud de la hoja.....	66
Anexo 23. Cultivo de nabo a los 35 días.....	66
Anexo 24. Visita del director del proyecto de investigación	67
Anexo 25. Cosecha y última evaluación de variables	67

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (<i>Brassica rapa</i> L.)
Autor:	Jean Paul Chong-Qui Cedeño
Palabras clave:	Abonos orgánicos, compostaje, producción orgánica.
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>El cultivo de nabo en Ecuador es poco explotado con fines comerciales, sumándose a esto que una de las principales preocupaciones de la agricultura es la disminución de agroquímicos, lo que se ha buscado con la utilización de abonos orgánicos. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (<i>Brassica rapa</i> L.). La investigación se desarrolló en terrenos de la Hacienda “Joha”, propiedad de la Sra. Johanna Cedeño, ubicada en el km 12 de la vía Quevedo – El Empalme, en el sector Peñafiel de En Medio. Su ubicación geográfica es 1°11'02" latitud sur y 79°30'20" de longitud occidental. En el ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3+1 en 3 repeticiones, siendo el factor A los tipos de compost (Agropesa, Biocompost y Ecogreen) y el factor B las dosis (1250, 1000 y 750 kg/ha), cuyas interacciones se compararon con un testigo. Todas las variables de respuesta se sometieron al análisis de varianza. Para la comparación de medias de las fuentes de variación se utilizó la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Los resultados obtenidos demuestran que los tipos de compost no presentaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de germinación con un promedio general de 96.0%. Biocompost produjo plantas de mayor altura en las tres evaluaciones registrando plantas de 18.6, 41.4 y 54.5 cm de altura a los 15, 30 y 45 días respectivamente. La dosis de 1250 kg/ha presentó mayor rendimiento, superando al testigo en 22916.7, 21666.7 y 19983.3 para Biocompost, Ecogreen y Agropesa en su orden, alcanzando su máximo potencial de rendimiento. Biocompost aplicado en dosis de 750, 1000 y 1250 kg/ha presentó diferencia de 7.0, 10.6 y 7.4 cm de longitud por encima del testigo sin aplicación de compost. El ancho de la hoja con la aplicación de Biocompost y Agropesa mostraron diferencias de 2.0 y 1.7 cm, respecto a Ecogreen, mientras que la evaluación de las dosis a los 30 y 45 días se observó que con 750 kg/ha se logró hojas más anchas con 17.3 y 19.5 cm, en su orden. La aplicación de Biocompost en dosis de 1000 kg/ha presentó hojas de 3.5 cm más anchas que el testigo a los 15 días, 5.2 cm a los 30 días. Los mayores beneficios netos se registraron con Biocompost en dosis de 1250 kg/ha con una relación beneficio costo de 1.90, seguido de Ecogreen y Agropesa con 1.85 y 1.84, es decir rentabilidades de 98.78, 84.78 y 84.17 %, respectivamente.</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

El nabo no es un cultivo que se explota tradicionalmente en la costa ecuatoriana, siendo reconocido por sus usos principalmente en la gastronomía, sumándose a esto que con el pasar del tiempo se viene generando el crecimiento de la demanda de las hortalizas, y tomando en cuenta que un gran porcentaje de los agricultores en el Ecuador tienen parcelas con cultivos de hortalizas, conlleva a la búsqueda de la explotación con fines comerciales de este cultivo, ya que la horticultura resulta una actividad económica de gran importancia para el desarrollo económico social de estos pequeños agricultores.

El cultivo de nabo como cualquier otro cultivo de intereses económico u alimentario del ser humano, se viene fertilizando convencionalmente a base de fuentes sintéticas de nutrientes, sin embargo, con el auge y desarrollo de la agricultura orgánica como un movimiento que persigue la disminución de fertilización sintética que a mediano y largo plazo puede traer consigo efectos secundarios a consumidores y personas inmersas en el proceso de producción del cultivo, se ha optado por poner en prácticas alternativas de producción que aporten a la sostenibilidad de dicho sistema de producción, entre las cuales se tiene a la utilización de abonos orgánicos como una de las principales y más reconocidas por su bajo impacto en el medio ambiente.

Existen una variedad de abonos orgánicos, siendo el compost uno de los de mayor demanda principalmente para la producción de hortalizas, sin embargo, al igual que los productos químicos, actualmente las empresas distribuidoras de insumos, ofertan varios tipos de compost, cada uno caracterizado por su composición y diferente efecto sobre los cultivos, y es dicha diversidad la que demanda la puesta en marcha de investigaciones encaminadas a la identificación de aquel que presente las mejores características para utilizarlos dentro de los sistemas de producción.

La importancia de la utilización de abonos orgánicos en los sistemas de producción agrícola es cada vez más notable, es por ello que la presente investigación adquiere una relevancia significativa al compararse tipos de compost que puedan servir como fuente de nutrientes para la producción de nabo en el área de estudio, que comúnmente no es una zona dedicada a este cultivo con fines comerciales.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del problema

El uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura, ha bajado la fertilidad de los suelos incidiendo negativamente en la productividad de los cultivos, pues su efecto tóxico y contaminante destruye en grandes proporciones la fauna y la flora benéfica del suelo que es la responsable de la descomposición de la materia orgánica.

La explotación agrícola de hortalizas a nivel nacional es una actividad productiva que tiene sus potencialidades, solo falta descubrir tecnologías apropiadas que conlleven a un mejor manejo nutricional de la planta. En la actualidad se presentan muchas limitaciones para la producción de cultivos sin el uso de agroquímicos por lo que los suelos presentan poca disponibilidad de agua y materia orgánica, a raíz de esa información se busca alternativas ecológicas para la producción de hortalizas y a su vez ir evaluando su contenido nutricional y volumen de producción por lo cual este ensayo corregirá el déficit de la fauna microbiana del suelo.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.)?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Qué tipo de compost está asociado a una mayor germinación, crecimiento y rendimiento del cultivo de nabo?

¿Cuál es la dosis de los diferentes tipos de compost en estudio que promueve un mayor rendimiento del cultivo de nabo?

¿Qué tratamiento es el de mayor beneficio económico para el productor?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de los tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.).

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar tipo de compost que esté asociado a una mayor germinación, crecimiento y rendimiento del cultivo de nabo.
- Identificar la dosis de los diferentes tipos de compost en estudio que promuevan mayor rendimiento del cultivo de nabo.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en función del rendimiento y sus respectivos costos.

1.3. Justificación

La fertilización orgánica en hortalizas ayuda de gran forma al correcto funcionamiento y crecimiento de las plantas en lo que se refiere al cultivo de nabo que es una de las hortalizas que son necesarias para la alimentación tanto humana como animal por ende después de realizada esta investigación se dará a conocer la dosis adecuada y el abono con mayor rango de producción.

La importancia de la presente investigación radica en la utilidad y aplicabilidad de diferentes tipos de compost en la producción de nabo en el área de influencia de la investigación, para de este modo aportar al desarrollo del agro en la explotación de cultivos no tradicionales como lo es el nabo que no es usual en el Litoral. Los beneficiarios del presente estudio aportan en gran parte a constituir una alternativa de producción agrícola que se fundamente en la reducción del uso de agroquímicos, utilizando compost que aprovechan residuos de las unidades de producción, por lo que beneficia directamente a los agricultores interesados en adoptar tecnologías de producción amigables con el medio ambiente.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico

2.1.1. Cultivo de nabo

El nabo aparece citado en textos muy antiguos, figurando en el Libro Chino de Poesía. Los griegos ya lo conocían, puesto que tenían una palabra para asignarlo. También era conocido por los romanos. En la Edad media, este cultivo es citado frecuentemente en Europa, a través de diversos herbarios. Se considera que existen dos zonas distintas de donde puede proceder, Europa, o Asia central. Durante mucho tiempo ha sido alimento básico para la alimentación humana, sobre todo en épocas anteriores al consumo de la patata (Cordonez, 2017).

Los nabos o también denominados coles chinas son una hortaliza que comienza poco a poco a difundirse por todos los continentes, aunque es un cultivo muy conocido y consumido en Asia. Se pueden consumir de diversas formas, tanto crudas como cocinadas, y aportan al organismo cantidades apreciables de vitaminas y minerales. Es una hortaliza muy consumida en el Extremo Oriente, conocida desde hace más de 1.500 años, aunque en Europa su consumo comenzó a extenderse desde la década de 1970 (Noreña, 2008).

Se consumen principalmente dos tipos de coles chinas. Uno es el tipo ‘pe-tsai’, que forma un cogollo alargado y similar a una lechuga, mientras que el tipo ‘pak-choi’ da unas hojas sueltas y similares a una acelga. Existen diversas variedades de col china de estos dos tipos adaptadas a distintas épocas del año, por lo que se encuentran disponibles durante todo el año. Su consumo se da principalmente en ensaladas, o cocidas en sopas, estofados de carne y menestras. Son una fuente apreciable de vitaminas y minerales. Además, son un alimento bajo en calorías y rico en fibra, por lo que son adecuadas para dietas hipocalóricas (Cordonez, 2017).

2.1.1.1. Descripción taxonómica

La descripción taxonómica del nabo según Maroto (1995), es la siguiente:

Reino:	Plantae
Sub reino	Embryobionta
División	Magnoliophyta

Clase	Magnoliopsida
Orden	Capparidales
Familia	Cruciferae
Género	<i>Brassica</i>
Especie	<i>B. rapa</i>

2.1.1.2. Descripción morfológica

Es una planta herbácea que llega a desarrollar un tallo compacto del cual emergen grandes hojas de color verde oscuro, de peciolo ancho y blanco, que conforme van creciendo se empiezan a cerrar formando una cabeza compacta; la planta puede alcanzar una altura de 30 cm a 40 cm. antes de ser cosechada, si esto no sucede la cabeza empezará a abrirse y se producirá la floración, por lo que la calidad comestible de las hojas se perderá (sabor amargo) (Chavez, 2012).

Actualmente existen variedades mejoradas que cierran perfectamente el capuchón el ápice y son bastante llenas y compactas; los peciolos son de color blanquecino, grueso y carnosas cubiertas hasta su base por el limbo estrechado de superficie un poco rugosa, de borde ondulado y de color verde pálido o amarillo. Cuando llega a su flor es semejante a las coles de *B. oleracea*, aunque con las silicuas un poco más cortas y más abultadas (Ramírez, 2013).

Tiene hojas verticales, de limbo alargado y con penca y nerviaciones muy marcadas y grandes (ocupando buena parte del limbo). Las hojas, al principio, crecen erectas y separadas, después se forma el acogolla miento y finalmente una pella prieta (Cubas, 2016).

Las flores tienen forma de Racimo terminal de 10-30 cm de largo, sus flores amarillas, con 4 sépalos verdes de 4-5 mm de largo y 4 pétalos de 6-10 mm de largo, 6 estambres, de los cuales 2 son más cortos. El tallo por su parte es cilíndrico, con pelos erguidos y ásperos (Chavez, 2012).

Posee pedicelos 1-2.5 cm, silícuca extendida, lineal, cilíndrica, dehiscente, 2-6 cm de largo, ápice con un pico de 1-3 cm de largo. Semillas globulares, de 1.5-2 mm en diámetro, café o negras (Ramírez, 2013).

2.1.1.3. Requerimientos

La planta se ve afectada por las bajas temperaturas; por debajo de los 8° C se paraliza. El óptimo de desarrollo de la col china esta entre los 18 a 20° C, y el óptimo para la formación de cogollos esta entre los 15-16° C. La "subida de flor" se suele producir cuando la planta se ve sometida a temperaturas menores a los 12° C (Chavez, 2012).

A este cultivo, en ningún momento de su desarrollo debe faltarle humedad en el suelo. En relación a las necesidades de abonado, requiere mucho nitrógeno. También los micro elementos son muy importantes, en especial el boro (Cordonez, 2017).

Este cultivo requiere de suelos que no sean excesivamente ácidos ni muy alcalinos. El clima debe ser templado o ligeramente frío. El óptimo para la formación de cogollos está entre los 15-16°C. Un pH bueno para la planta sería el comprendido entre 6.5 y 7 (Ramírez, 2013).

2.1.2. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una tendencia global que busca una relación natural y amigable con el ambiente para fomentar la biodiversidad vegetal y animal. El debate de la agricultura orgánica frente a la agricultura convencional se ha discutido a nivel internacional en numerosas investigaciones (De Los Ríos, Becerril, & Rivera, 2016).

Este sistema de producción, es uno de los varios enfoques que existen sobre la sustentabilidad de la agricultura en el mundo, y que es lo opuesto al uso de fertilizantes y pesticidas químicos, que han incidido en grandes problemas de salud pública en varias regiones del planeta, de acuerdo la información reciente de Naciones Unidas (Álvarez, Díaz, & López, 2005).

La agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desasolve de drenes, entre otros, en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos (Félix *et al.*, 2008).

La calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y de microorganismos. Existen diferentes procesos de producción de humus, están el compost de superficie, el lombrihumus, el bocashi, el nutribora, y también tenemos ciertos elementos que van a enriquecer ese humus, como son las harinas y los bioles o fermentos, todo esto con la finalidad de tener un humus de mejor calidad y que mejore la fertilidad del suelo (Félix *et al.*, 2008).

El desarrollo e innovación de la agricultura orgánica, se presente como un sistema de manejo de producción ecológica que promueve y enriquece la biodiversidad, ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo basado en el uso mínimo de insumos provenientes de fuera de la propiedad y en prácticas de manejo que restauran, conserven y enriquecen el ambiente ecológico, ofreciendo un producto más seguro para el consumidor (OTA, 2002).

Por otro lado, Félix *et al.* (2008), sostienen que la agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos (compost, fermento, lombricompost, entre otros) el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar. Este movimiento está regido por cuatro principios básicos:

- Maximizar los recursos (al interior) que la gente posee; no busca sustituir insumos, sino la reutilización de los que la gente posee.
- Buscar al máximo la independencia de insumos externos, al utilizar lo que tiene a la mano y volviéndose productor de sus agroinsumos.
- Provocar el menor impacto posible dentro de la modificación que se haga al lugar y su entorno (las actividades humanas son las que más impactan al ambiente).
- No poner en riesgo la salud del productor ni del consumidor; este último haciendo alusión a los consultores y vendedores de abonos orgánicos que no están bien estabilizados, y que su efecto no es igual al de un abono estable que pasó cierto tiempo de maduración.

Es indudable que hoy la llamada agricultura orgánica, está considerada dentro los fundamentos teóricos del desarrollo sustentable, que buscan entre otras cosas, contribuir a mantener y mejorar el medio ambiente, y por ende, la salud de la población en general. A tal punto que se han hecho muchas acciones en torno al medio ambiente y la pobreza mundial, a mayor pobreza, mayor deterioro ecológico y de la salud de quienes sólo dependen de los recursos naturales como fuente única de sobre vivencia (Álvarez, Díaz, & López, 2005).

Aunque se prevé que sólo un pequeño porcentaje de agricultores llegarán a ser productores orgánicos, la demanda de consumo de alimentos y fibras producidos orgánicamente brinda nuevas oportunidades de mercado a los agricultores y a las actividades empresariales en todo el mundo. También plantea nuevos desafíos a la FAO. Durante muchos años, el sector privado ha creado por sí solo, y con gran éxito, conceptos y mercados para los productos orgánicos. Sin embargo, el repentino aumento del interés de los consumidores ha suscitado un nuevo interés en el sector público, y los países en desarrollo tienen especial necesidad de una buena información. Los países miembros están solicitando asistencia de la FAO para tratar de determinar las posibilidades de esos mercados en determinadas zonas (Álvarez, Díaz, & López, 2005).

2.1.3. Abonos orgánicos

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Libreros, 2012).

Los fertilizantes orgánicos son recursos orgánicos capaz de proporcionar cantidades notables de nutrientes esenciales, principalmente nitrógeno, fósforo y potasio, al suelo o a las plantas. Toda vez que los diferentes recursos orgánicos, contienen cantidades variables de nutrientes, se plantea la dificultad de establecer un valor límite para clasificar un material

como abono, es decir, cual es la “cantidad necesaria o requerida” de nitrógeno, fósforo y potasio basado en los requerimientos del suelo y de las plantas (Núñez, 2017).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (Medina, Monsalve, & Forero, 2010).

La calidad del abono está relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos en el compost maduro, y en base a estas variaciones se modificará el uso potencial del compost maduro. La microflora nativa del compost puede o no tener efecto antagónico sobre patógenos del suelo, y además esta microflora continuará la degradación de la materia orgánica volviendo disponibles los nutrientes para la planta. Mientras mayor diversidad tenga la materia orgánica de la que se forma la pila o cama, mayor cantidad de nutrientes tendrá el compost maduro (Félix *et al.*, 2008).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH (Ouédraogo, Mando, & Zombré, 2001; Courtney & Mullen, 2008), también aumentan el potasio disponible (Erhart & Hartl, 2003), y el calcio y el magnesio (Miyasaka, Hollyer, & Kodani, 2001).

En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Brechtel, 2004).

Al cuantificar las tasas de mineralización del nitrógeno y carbono de enmendantes orgánicos que diferían en sus relaciones C/N, para entender su influencia sobre el ciclo del nitrógeno, determinaron que estas fueron generalmente más altas en los suelos enmendados que en el

suelo control (sin enmendante) y que todos los abonos liberaron suficiente nitrógeno para garantizar una reducción en la aplicación de las dosis de este elemento (Flavel & Murphy, 2006).

En un experimento de campo, conducido para evaluar la influencia de la aplicación combinada de fertilizantes y abonos orgánicos en el aumento de la fertilidad del suelo y el consumo de nutrimentos, usando la menta (*Mentha arvensis*) y la mostaza (*Brassica juncea*) en secuencias de cultivo, se concluyó que todos los tratamientos combinados (orgánicos más inorgánicos), mostraron un balance positivo en la disponibilidad de N, P y K en el suelo y que el sistema de cultivo menta – mostaza integrado, suple de nutrimentos a las plantas, lo que juega un papel significativo en la sostenibilidad de la fertilidad del suelo y productividad de los cultivos (Chand, Anwar, & Patra, 2006).

Además, se ha demostrado que la combinación de los estiércoles orgánicos con fertilización inorgánica (N, P, K) en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*), mejora la materia seca, contenido del aceite y el rendimiento. Además, se resalta que el contenido de carbono orgánico y la disponibilidad del nitrógeno fueron más altos en postcosecha en aquellos suelos que recibieron solo residuos orgánicos o la combinación con fertilizantes inorgánicos (Anwar *et al.*, 2005).

Dada la necesidad de aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas para la alimentación humana, así como la disminución del uso de agroquímicos potencialmente perjudiciales para la salud y el ambiente a largo plazo; las investigaciones se han orientado hacia el desarrollo de nuevas tecnologías más amigables, siendo los residuos producidos por diversas actividades, ya sean agrícolas, forestales, industriales o domésticas, una alternativa en la producción de abonos orgánicos para sanear los efectos negativos derivados del uso excesivo de fertilizantes sintéticos que pueden traer consigo varios efectos negativos tanto para los consumidores, así como para los mismos productores de los cultivos (Ramos & Terry, 2014).

En relación a lo mencionado anteriormente, los abonos orgánicos deben de cumplir parámetros que garanticen mejorar la calidad del suelo, el suministro de nutrimentos, facilitar la penetración del agua, incrementar la retención de humedad, y mejorar la actividad biológica del suelo (Ramos & Terry, 2014).

2.1.4. Compost

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica (Alfonso & Posadas, 2010). Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad de descomposición se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. El compost tiene su origen en residuos vegetales y animales (Paneque & Calaña, 2004).

El producto obtenido al final de un proceso de compostaje recibe el nombre de compost y posee un importante contenido en materia orgánica y nutrientes, pudiendo ser aprovechado como abono orgánico o como componente de sustratos en viveros (Peña *et al.*, 2002).

El compost suministra todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, no tiene efecto negativo para los seres humanos, los animales o el medio ambiente, y es prácticamente imposible sobredosificarlo. La preparación de compost es la mejor forma de aprovechar desechos orgánicos para convertirlos en un fertilizante que también mejore notablemente la estructura del suelo y así evite tanto la erosión de los nutrientes como la erosión superficial del suelo (Brechelt, 2004).

En la práctica, los compost a menudo se comercializan relativamente inmaduros, por la necesidad de minimizar los costes de proceso, reduciendo el tiempo de tratamiento en la planta de compostaje. Esto ocurre no solamente con los compost de biorresiduos, sino también con los obtenidos en el sector profesional de sustratos y enmiendas a partir de residuos verdes de jardín, de residuos agropecuarios, forestales, de la industria agroalimentaria o de mezclas de los mismos (Ansorena, Batalla, & Merino, 2015).

Además de las razones económicas, también se ha justificado desde una perspectiva medioambiental el empleo de compost inmaduros como enmienda de suelos agrícolas, ya que su aplicación en el suelo reduce las emisiones de amoníaco y óxidos de nitrógeno que se producen en los volteos de las pilas durante el proceso de maduración y contribuyen al calentamiento global (Ansorena, Batalla, & Merino, 2015).

2.1.4.1. Beneficios del compost

De acuerdo a Espejo (2005), la utilización del compost a nivel agrícola, permite en el suelo:

- Aumentar la disponibilidad favorable de nitrógeno para las plantas pues la materia inerte tiene una mayor relación C/N.
- Disminuir la rapidez del flujo suplementario de sustancias nutritivas del suelo y por lo tanto mejorar la capacidad de crecimiento de las plantas.
- Contribuir mediante la utilización de abono a la formación de humus permanente.
- Aumenta la desintegración de sustancias difícilmente solubles.
- Disminuir los niveles de utilización de fertilizantes químicos nocivos

2.1.4.2. Utilización del compost

De acuerdo a Brechelt (2004), el compost se puede usar hasta 4 o 5 meses de haberlo preparado. En los cultivos existen tres formas y etapas de aplicación:

- Antes de la siembra, durante la preparación del suelo, para mezclarlo con la tierra y para mejorar la estructura del suelo si se ha preparado mucho compost. En hortalizas y tubérculos se puede aplicar 4 a 8 toneladas de compost por hectárea.
- En el momento de la siembra o el trasplante, poniéndolo cerca de las semillas o las plántulas para fomentar el crecimiento de las raíces. En cultivos permanentes como café, cacao, guineo/banano y frutales, se aplica 2 a 5 kg por planta.
- Durante el deshierbe, poniéndolo junto a las plantas para impulsar su crecimiento.

2.1.4.3. Criterios de calidad del compost

La calidad del compost no es un concepto absoluto, sino que depende de los usos a que se destine. Se puede definir a la calidad del compost como la capacidad o aptitud del compost

para satisfacer las necesidades de las plantas fertilizadas con dicho abono orgánico, con un mínimo impacto en el equilibrio del medio ambiente, y a la vez que no ponga en riesgo la salud pública.

Un compost de clase B según la legislación española por su contenido en metales pesados, resultaría inaceptable para su empleo como componente de sustratos en cultivos hortícolas comestibles, pero no presentaría ninguna limitación para el sellado de vertederos o la recuperación de suelos degradados por actividades industriales o mineras. Lo mismo se podría decir de la calidad del compost por su grado de madurez, la carga bacteriológica o las propiedades físicas y químicas en función de sus diferentes usos posibles (García *et al.*, 2014).

Así mismos, Butler *et al.* (2001) expresan que no existe una clasificación global del compost, pero de forma general se pueden encontrar tres clases:

- **Compost Clase A:** producto de alto nivel de calidad, que cumple con las exigencias establecidas según las normas de calidad de cada país, para esta clase de compost. Este producto no presenta restricciones de uso, debido a que ha sido sometido a un proceso de humificación. Puede ser aplicado a macetas directamente y sin necesidad que sea mezclado previamente con otros materiales.
- **Compost Clase B:** producto de nivel intermedio de calidad. Presenta algunas restricciones para su uso. Puede ser aplicado a macetas, requiere ser mezclado con otros elementos adecuados.
- **Compost Inmaduro o subestándar:** materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofílicas y termofílicas del proceso de compostaje, donde ha sufrido una descomposición inicial, pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento o maduración necesarias para obtener un compost Clase A o B. Es un producto que se debe mezclar para no producir carencia de nitrógeno.

Según Ansorena, Batalla, & Merino (2015), la calidad del compost para un uso dado suele determinarse, entre otras, por dos vías diferentes:

- Mediante experimentos de campo, en los que se mide la respuesta de las plantas en condiciones reales de cultivo a diferentes dosis de compost, en términos de producción de biomasa, crecimiento radicular, número de hojas o de flores, etc.
- Midiendo un conjunto de propiedades, algunas de las cuales, como las organolépticas (olor, color, tamaño de partícula, presencia de elementos impropios tales como plásticos, vidrio, etc.) pueden evaluarse sensorialmente, mientras que las propiedades físicas, químicas y biológicas (densidad, porosidad, aireación, pH, conductividad eléctrica, nutrientes, metales pesados, contaminación bacteriológica, etc.), normalmente se determinan en el laboratorio.

Como ya se ha indicado, la valoración de las propiedades medidas en el compost puede llevarse a cabo atendiendo a criterios de calidad de dos tipos: agronómicos y legales. Para la interpretación de las propiedades del compost según criterios de calidad agronómicos, es necesario que los correspondientes ensayos de laboratorio estén calibrados; es decir, que se haya determinado la respuesta de las plantas en términos de producción y calidad para diferentes valores de cada propiedad, mediante experimentos de campo (García *et al.*, 2014).

Los criterios legales están orientados a la comercialización del compost y, por tanto, al cumplimiento de unos requisitos mínimos establecidos para determinados parámetros del compost comercial obtenido en plantas industriales: porcentajes de impurezas, humedad, materia orgánica, metales pesados, carga bacteriológica, etc. Por lo tanto, los criterios de interpretación agronómicos son válidos para todo tipo de compost, independientemente del proceso de compostaje, mientras que los criterios legales son válidos para el compost industrial, y no tanto para el de autocompostaje (compost doméstico y comunitario), a no ser que este último se ponga en el mercado o se distribuya entre terceros (Ansorena, Batalla, & Merino, 2015).

Posterior a la obtención de un compost de alta calidad, han de establecerse directrices claras y adecuadas en la aplicación de estos productos; estas directrices deberán incluir tipo de contaminantes y sus límites, métodos de aplicación que tengan en cuenta los tipos de suelo, el uso del suelo, la armonización con la fertilización mineral que se esté aplicando, o la

prevención de aplicación de compost en la proximidad de cursos de agua, entre otras medidas (Sánchez & Delgado, 2008).

2.1.5. Abono orgánico sólido Agropesa

La Planta Industrial Agropesa faena reses y cerdos que son comercializados en la cadena de Supermercados Supermaxi, Megamaxi y Súper Despensas AKI, como resultado de este proceso cuenta con una cantidad muy variada de materias primas de origen orgánico tanto animal como vegetal, las cuales, mediante la utilización de técnicas avanzadas de compostaje son transformadas en abonos orgánicos de alta calidad. Por otra parte, es un bioabono y catalizador de las funciones del suelo, cuya utilización es de gran importancia en la agricultura orgánica y convencional (Núñez, 2017).

Este abono orgánico sólido es fabricado mediante compostaje aeróbico de materias 100% orgánicas, incorpora al suelo materia orgánica y nitrógeno orgánico estabilizado. Por sus características excepcionales, es ideal para todo tipo de cultivos a pequeña gran escala, jardines interiores y exteriores, plantas en maceta, frutales, césped, etc (Agropesa, 2016).

Es un bioestimulante y catalizador de las funciones del suelo, cuya utilización es de gran importancia en la agricultura orgánica y convencional. Es un producto biológico potenciado con Trichoderma que estimula la producción de antibióticos y enzimas destruyendo las paredes de las células de hongos patógenos (Arana, 2013).

Tabla 1. Composición del bioabono Agropesa

Elementos	Cantidad
N (%)	2.25
P ₂ O ₅ (%)	2.18
K ₂ O (%)	0.44
Ca (%)	2.04
Mg (%)	0.35
Fe (%)	0.40
Cu (ppm)	33.0
Zn (ppm)	259.0
Mn (ppm)	159.0
Na (%)	0.34
M.O. (%)	54.25

Fuente: Agropesa (2011)

Según Agropesa, (2011) los beneficios que brinda el bioabono Agropesa se detallan los siguientes:

- Incorpora y aumenta la actividad biológica del suelo.
- Mejora la estructura del suelo
- Incrementa el desarrollo radicular de la planta
- Mejora la oxigenación del suelo
- Incrementa la distribución de nutrientes en el suelo
- Facilita el manejo de la humedad
- Previene las enfermedades de la planta
- Mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo

2.1.6. Biocompost

Es un abono que contribuye a la sanidad de tus cultivos, tiene olor natural a tierra y es fácil de almacenar. Es un abono compostado obtenido de la mineralización de diferentes residuos vegetales y animales, el cual está libre de patógenos y mantiene una óptima relación Carbono/Nitrógeno. Se recomienda aplicar siempre en el área de raíces, esparcir e incorporar al suelo (Calle, 2017).

Puede utilizarse en especies ornamentales, banano, flores, palmito, espárragos, plátano, papa, yuca, tomate, cebolla, pastos y frutales. Su dosificación dependerá del requerimiento nutricional de cada cultivo (Pronaca, 2016).

Los resultados obtenidos por Calle (2017), al aplicar Biocompost en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) demostraron que se obtuvo un promedio de 35.8 frutos por planta, con valores de 331.42 g de peso, 19.9 cm de longitud, 5.32 cm de diámetro del fruto, con una producción de 22781.72 kg/ha.

Tabla 2. Composición nutricional de Biocompos

Elementos	Cantidad
Materia orgánica	48.99 %
Nitrógeno	2.03 %
Fósforo	3.32 %
Potasio	1.41 %
Calcio	2.34 %
Magnesio	0.57 %
Cobre	0.02 %
Zinc	0.04 %
Manganeso	0.04 %
Hierro	0.83 %
Boro	0.04 %
Molibdeno	0.000049 %
Azufre	0.3183 %

Fuente: Pronaca (2016)

2.1.7. Ecogreen

Este abono orgánico, es producto del compostaje de residuos orgánicos que tiene entre sus principales beneficios el mejoramiento de la estructura del suelo que, por motivos de la demandante producción, se ha debilitado, impidiendo que las plantas se desarrollen con normalidad. Además, otorga al suelo un alto contenido de materia orgánica y su estructura física permite devolver la aireación y porosidad necesarias para fomentar el crecimiento de las raíces del cultivo (Cocha, 2016).

Este producto contiene microorganismos que devolverán el medio biótico ideal y equilibrado que los cultivos requieren para su óptimo desarrollo. Además, poseen una ideal Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), todos los elementos se encuentren disponibles para la planta, de tal manera que su absorción será inmediata; de igual manera, el pH en Ecogreen se encuentra dentro del rango de 6.9 a 7.5 ideal para todo tipo de cultivo en general (Cocha, 2016).

Tabla 3. Composición nutricional de Ecogreen

Nutrientes	Cantidad
Nitrógeno total (%)	1.8 %
Nitrógeno orgánico (%)	1.7 %
Fósforo P ₂ O ₅ (%)	0.3 %
Fósforo (P)	1300 mg/kg
Potasio (K ₂ O)	0.7 %
Potasio (K)	5800 mg/kg
Calcio (Ca)	2.5 %
Magnesio (Mg)	0.44 %
Sulfato (SO ₄ -S)	540 mg/kg
Humedad	0 %
CaCO ₃	12 lb/ton
Materia orgánica	45 %
Carbón orgánico	21 %
Relación C/N	12
Auxinas	2 ppm
Citoquininas	62 ppm
Giberelinas	4645 ppm

Fuente: SOAMSO (2015)

Según SOAMSO (2015), Ecogreen cuenta con una carga importante de ácidos húmicos y fúlvicos (combinados superan 10 %), huminas (superior al 30 %) y también contiene fitohormonas naturales, que provienen del jacinto de agua las cuales que ayudan en el crecimiento y desarrollo de las plantas:

- **Auxinas:** propulsoras del desarrollo radicular.
- **Citoquininas:** encargada de la reproducción celular y diferenciación.
- **Giberelinas:** influyen en la fotosíntesis, germinación de semillas interrumpiendo su etapa de latencia, inducción de brotes y yemas, y floración.

Según Cocha (2016), Ecogreen no requiere ningún tipo de preparación o mezcla. Se lo puede utilizar en jardines, frutales, vegetales etc, por lo que se lo puede aplicar como:

- Tierra orgánica para macetas en jardinería.

- Enmienda orgánica y regenerador de suelos destinados a jardines, potreros y campos de golf.
- Abono orgánico en sembríos o plantas ya establecidas de frutales y vegetales.

De acuerdo a SOAMSO (2015), entre los principales beneficios que Ecogreen tiene para los productores se tiene que:

- Ayuda a promover el crecimiento de sus plantas sin necesidad de utilizar químicos que son tóxicos.
- No tiene olor.
- Contiene macro y micro nutrientes que muchas veces se encuentran ausentes en los fertilizantes químicos y que son necesarios para el crecimiento de las plantas.
- Retiene la humedad y nutrientes para liberarlos a medida que la planta los vaya necesitando.
- Excelente Intercambio Catiónico que permite que todos los nutrientes estén disponibles para la asimilación de la planta.
- Al regenerar suelos, sus micronutrientes nutren el suelo de nuevo y le devolverán progresivamente su riqueza.
- Protege los suelos neutralizando tanto las tierras ácidas y alcalinas al llevar los valores del pH a un nivel óptimo de disponibilidad de los nutrientes para las plantas.
- Afloja las partículas de suelo para que las raíces se esparzan, el agua fluya y el aire penetre en la tierra.
- Promueve la belleza y vitalidad de las plantas ayudándolas a desarrollar resistencia a plagas.

Según la investigación realizada por Cocha (2016), quién evaluó el efecto de Ecogreen sobre el rendimiento de grano en híbridos de maíz en la zona de Babahoyo. Para ello estudio

dosificaciones de 0, 90, 120, 150, 180 y 210 kg/ha de Ecogreen. Este autor observó que los caracteres hileras de granos por mazorca y número de granos por mazorca fueron superiores con los niveles 210 y 180 kg/ha de Ecogreen. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el nivel 210 kg/ha de Ecogreen con 8.152 t/ha, superando al testigo sin Ecogreen en 19.92 %. Con la aplicación del fertilizante orgánico Ecogreen, existió respuesta positiva en grano en los dos híbridos ensayados. Finalmente, en los híbridos estudiados por este autor, se obtuvo mayor ingreso neto por hectárea al utilizarse 210 kg/ha de Ecogreen.

2.1.8. Radix Tim

Bioestimulante a base de aminoácidos de aplicación radicular de alta eficacia que estimula el crecimiento radicular. Aplicado en el agua de riego aumenta la producción de los cultivos ya que incrementa la absorción, translocación y actividad nutricional (Sustainable Agro Solutions, 2016). Este producto actúa estimulando el desarrollo y crecimiento radicular, proporcionando los minerales más necesarios en la etapa de enraizamiento (zinc) junto con estimulantes radiculares (triptófano) y protegiendo a las raíces durante su desarrollo gracias a la acción preventiva del ion fosfito (FORCROP, 2015).

Es un producto no peligroso sin requerimientos toxicológicos especiales. Debe almacenarse en un lugar fresco y seco. La temperatura óptima de almacenamiento entre 5 y 25°C. El producto puede resultar irritante para los ojos o la piel (FORCROP, 2015). De acuerdo a FORCROP (2015) y el sitio Sustainable Agro Solutions (2016), el contenido nutricional de este producto es el siguiente:

Tabla 4. Composición nutricional de Radix Tim

Nutrientes	Cantidad	
	p/v	p/p
Nitrógeno total (%)	3.33	2.90
Nitrógeno orgánico (%)	1.15	1.00
Nitrógeno amoniacal (%)	2.80	1.90
Fósforo P ₂ O ₅ (%)	11.27	9.80
Potasio (K ₂ O)	4.02	3.50
Aminoácidos libres	5.75	5.00

Fuente: Sustainable Agro Solutions (2016)

2.1.9. Maestro SL

A nivel suelo, promueve la disponibilidad de nutrientes, incrementa la capacidad de intercambio catiónica (CIC), aumenta la biomasa y la absorción de las raíces, mejora la estructura y la retención de agua, Por el concentrado de quitina Maestro Soil es muy efectivo en el control de nemátodos y bacterias en el suelo (El Agro, 2018). Es un producto orgánico no iónico diseñado para mejorar las condiciones edáficas, tales como penetrabilidad del agua de riego, disminución de la tensión superficial y aumento de la aireación. Favorece el desarrollo de la flora y fauna benéfica de la capa arable, ya que permite que la humedad penetre rápidamente en el suelo llevando los nutrientes hasta las raíces; así se logra un mayor cuerpo radicular y una nutrición más eficiente de la planta (FIASA, 2016).

2.1.10. Murano

Insecticida de amplio aspecto orgánico formulado a través de la extracción de varias plantas. Murano 609 actúa atacando el sistema nervioso del insecto, además destruye la proteína del cuerpo del insecto finalmente matándolo (El Agro, 2017).

Tabla 5. Composición de Murano

Ingredientes	Cantidad (%)
Nitrógeno total	18.0
Potasio (K ₂ O)	8.9
Matrina	5.0
Materia orgánica	6.0

Fuente: El Agro (2017)

2.1.11. Pethall

Pethall incrementa la función de la clorofila brindando un efecto vigorizante reconstituyente usualmente perceptible al tomar un color verde intenso en el cultivo. Restaura tejidos a nivel de cutícula celular fortaleciendo las células vegetales débiles como las expuestas o próximas a ser atacadas, generando la ruptura del ciclo de la enfermedad (Neoquim, 2018). Este producto es un inductor de resistencia vegetal el cual bloquea el ataque a heridas, además

trabaja a nivel de la membrana plasmática reactivando procesos de robustecimiento celular (Neoquim, 2018).

Tabla 6. Composición de Murano

Ingredientes	Cantidad (g/l)
Isothiazol	365
Cloruro de magnesio	200
Manganeso	20

Fuente: NeoQuím (2018)

2.1.12. Induktor

Es un estimulante de la resistencia vegetal. Formulado a base de fosfito de Potasio y microelementos especialmente seleccionados para promover el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Su composición presenta un doble mecanismo de acción sobre las plantas. Por una parte, activando los mecanismos de defensas naturales de los cultivos frente al ataque de diversos fitopatógenos (RSA- Resistencia Sistémica Adquirida). Por otro lado, actuando como un potente instrumento nutricional aportando fósforo, potasio, zinc y microelementos (MERCOSUR, 2016).

2.1.13. Col china tipo Michilli

Este material se siembra se caracteriza por ser precoz, cilíndrica gruesa, de color blanco cremoso, con buen cierre de hojas. Muy uniforme a la cosecha y alto rendimiento en el picado de hojas. Tolerante a floración prematura y alta resistencia a Fusarium. Recomendado para siembras de todo el año (Alaska S.A., 2016). Las características agronómicas del material genético se presentan en la Tabla 6:

Tabla 7. Características agronómicas de la col china tipo Michilli

Tipo:	Michilli
Ciclo:	50 – 60 días
Temporada de siembra:	Todo el año
Forma:	Cilíndrica gruesa
Color extremo:	Verde
Color interno:	Cremoso
Vigor:	Medio

Fuente: Alaska (2016)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La investigación se desarrolló en terrenos de la Hacienda “Joha”, propiedad de la Sra. Johanna Cedeño, ubicada en el km 12 de la vía Quevedo – El Empalme, en el sector Peñafiel de En Medio. Su ubicación geográfica es 1°11'02" latitud sur y 79°30'20" de longitud occidental a una altitud de 79 m.s.n.m.

El clima de la zona es tropical húmedo, con temperatura promedio anual de 24.8°C, precipitación promedio anual 2252.2 mm, humedad relativa de 84 % ¹.

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo experimental pura o también denominada experimentación clásica, en la cual se manejaron tratamientos de estudio, y se midió su efecto sobre diferentes parámetros agronómicos, mediante la evaluación de variables de respuesta que contribuyeron al alcance de los objetivos planteados.

3.3. Métodos de investigación

Los métodos aplicados en la presente investigación fueron:

- **Inductivo:** Este método se aplicó en la investigación mediante el planteamiento de las variables de respuesta alineadas a los objetivos del estudio.
- **Deductivo:** A través de este método se llegó a la identificación específica del efecto de los tratamientos estudiados sobre las diferentes variables agronómicas del cultivo de nabo en el área de estudio.
- **Analítico:** Con este método se logró el análisis e interpretación de los datos obtenidos en la evaluación de las variables de respuesta, para la posterior generación de resultados y llegar al alcance de los objetivos.

¹ Serie multianual 1971-2000 Estación meteorológica Pichilingue - INAMHI

3.4. Fuentes de recopilación de la información

La información plasmada en el presente documento se obtuvo de fuentes primarias mediante la observación directa, es decir los datos provenientes del registro de las variables de respuesta. Además, también se extrajo información de fuentes secundarias como libros, revistas, folletos, boletines divulgativos, manuales técnicos, y demás fuentes bibliográficas.

3.5. Diseño experimental y análisis estadístico

En el ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3+1 en 3 repeticiones, siendo el factor A los tipos de compost y el factor B las dosis. Todas las variables de respuesta se sometieron al análisis de varianza. Para la comparación de medias de las fuentes de variación se utilizó la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad. El análisis estadístico se lo realizó en Infostat versión 2017.1.2.

El esquema del análisis de varianza se presenta en la Tabla 4:

Tabla 8. Esquema del análisis de varianza utilizado en el ensayo

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques	2
Tipos de compost	2
Dosis	2
Tipos de compost*Dosis	4
Testigo vs resto	1
error	18
Total	29

3.5.1. Especificaciones del experimento

Niveles en el factor A:	3
Niveles en el factor B:	3
Número de interacciones:	9
Número de tratamientos:	10
Número de repeticiones:	3

Total de unidades experimentales:	30
Distancia entre plantas:	0.2 m
Distancia entre hileras:	0.4 m
Ancho de las parcelas:	1.4 m
Largo de las parcelas:	1.6 m
Área de las parcelas:	2.24 m ²
Distancia entre repeticiones:	1.0 m
Distancia entre tratamientos:	1.0 m
Ancho del sitio experimental:	6.2 m
Largo del sitio experimental:	25.0 m
Área del sitio experimental:	155.0 m ²
Área útil del sitio experimental:	67.2 m ²
Número de plantas por hilera:	7
Número de hileras por parcela:	4
Total de plantas por parcela:	28
Número de plantas útiles por parcela:	10
Total de plantas en el ensayo:	840
Total de plantas útiles en el ensayo:	300

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Factores en estudio

Factor A: Tipos de compost

C₁: Agropesa

C₂: Biocompost

C₃: Ecogreen

Factor B: Dosis de aplicación

D₁: 1250 kg/ha

D₂: 1000 kg/ha

D₃: 750 kg/ha

3.6.2. Tratamientos estudiados

Con la combinación de los dos factores en tres niveles cada uno, se formaron 9 tratamientos más un testigo sin la aplicación de compost:

C₁D₁: Agropesa en dosis de 1250 kg/ha

C₁D₂: Agropesa en dosis de 1000 kg/ha

C₁D₃: Agropesa en dosis de 750 kg/ha

C₂D₁: Biocompost en dosis de 1250 kg/ha

C₂D₂: Biocompost en dosis de 1000 kg/ha

C₂D₃: Biocompost en dosis de 750 kg/ha

C₃D₁: Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha

C₃D₂: Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha

C₃D₃: Ecogreen en dosis de 750 kg/ha

Testigo

3.6.3. Material de siembra

Se utilizó como material genético semillas de nabo tipo Michilli, distribuida por Alaska S.A.

3.6.4. Manejo del ensayo

3.6.4.1. Preparación y delimitación del terreno

La preparación del terreno se la hizo manualmente removiendo el suelo con la ayuda de herramientas adecuadas para este tipo de labor como azadones y rastrillos. Luego de esto se formaron las camas para la distribución de las plantas y tratamientos.

3.6.4.2. Siembra - semillero

La siembra se realizó en bandejas germinadoras de poliestireno expandido de 220 celdas, utilizando los diferentes tipos de compost para tal efecto, mientras que para el testigo se utilizó turba comercial. Se regó el sustrato hasta que alcanzó la capacidad de campo

(constatado con la prueba del puño). La semilla se colocó a una profundidad de 2 mm, y se colocaron las bandejas germinadoras bajo una cubierta con fácil acceso del sol para facilitar la germinación.

3.6.4.3. Trasplante

El trasplante se le llevó a cabo a los 6 días después de la siembra, en las primeras horas de la mañana para evitar el estrés. Previo al trasplante se dotó de un riego a las camas. Las plántulas se colocaron a una distancia de 0.2 m entre plantas y 0.4 m entre hileras. Inmediatamente después del trasplante se aplicó Radix Tim (bioestimulante enraizadora base NPK y aminoácidos) en dosis de 1 l/ha a la zona radicular de las plantas para ayudar a su enraizamiento.

3.6.4.4. Fertilización

La primera fertilización se la efectuó previo a la siembra, incorporando a las camas el 50% de la dosis total, a excepción del testigo que no se aplicó ninguna cantidad de compost u otro abono orgánico. A partir de los 3 días del trasplante se aplicó 1 l/ha de Radix Tim (bioestimulante enraizador) por tres ocasiones cada 5 días. Luego se aplicó 0.5 l/ha de Maestro SL (Bioestimulante de crecimiento) cada 5 días por 4 ocasiones, es decir hasta que el cultivo alcanzó los 50 días de edad.

El 50% restante de compost se lo aplicó fraccionado en dos aplicaciones de 25% a los 20 y 40 días de edad del cultivo, mientras que para el testigo se aplicó 5 g de urea por planta.

3.6.4.5. Control de malezas

Se realizaron controles manuales de malezas en el cultivo a fin de causar el mínimo impacto posible sobre el mismo.

3.6.4.6. Control de plagas y enfermedades

Para el control de insectos se aplicó conjuntamente con la fertilización foliar a 400 cc/ha de Murano (insecticida a base de extractos vegetales) + 300 cc/ha Pethall (inductor de

resistencia sistémica) por tres ocasiones. Posteriormente se aplicó conjuntamente las fertilizaciones foliares restante 1 l/ha de Induktor (insecticida para pulgones y enraizante).

3.6.4.7. Cosecha

La cosecha se realizó a los 60 días de edad del cultivo, verificando que este alcanzó su madurez fisiológica.

3.6.5. Variables evaluadas

3.6.5.1. Porcentaje de germinación (%)

Se determinó el porcentaje de germinación contabilizando el número de semillas germinadas y dividiendo para el número de semillas sembradas, multiplicado por 100.

3.6.5.2. Altura de planta (cm)

La medición de esta variable se la realizó en 10 plantas seleccionadas al azar en la parcela útil a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, para lo cual se usó una cinta métrica, considerando desde la base hasta la parte más alta de la planta, para luego promediar y expresar en centímetros.

3.6.5.3. Longitud de la hoja (cm)

Se midió la altura en 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil, considerando desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, para luego promediar.

3.6.5.4. Ancho de la hoja (cm)

La medición del ancho de la hoja se la realizó a los 15, 30 y 45 días de edad del cultivo, con la ayuda de una cinta métrica registrando la medida del tercio medio de la hoja escogida al azar en 10 plantas dentro de la parcela útil, para finalmente promediar y expresar en centímetros.

3.6.5.5. Longitud radicular (cm)

La longitud radicular se la registró inmediatamente después de la cosecha, utilizando una cinta métrica, tomando en consideración desde el cuello de la raíz hasta la parte terminal de la raíz principal en 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil.

3.6.5.6. Peso por planta (g)

Para el peso de la planta se utilizó una balanza digital, colocando 10 plantas extraídas dentro de la parcela útil. Luego se extrajo el promedio y expresó el peso en gramos.

3.6.5.7. Rendimiento (kg/ha)

Se pesó todas las plantas provenientes del área útil, luego se convirtió a kg/ha utilizando la siguiente fórmula, tal como se muestra a continuación:

$$\text{kg/ha} = \frac{\text{Rendimiento por parcela (kg)} * 10000 \text{ m}^2}{\text{Área de la parcela (m}^2\text{)}}$$

3.6.5.8. Análisis económico

El análisis económico se realizó en función del nivel de rendimiento de cada tratamiento y sus respectivos costos fijo, variable y de tratamiento, para con base a estos parámetros establecer la relación beneficio/costo y el porcentaje de rentabilidad utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo total de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad (\%)} = (\text{B/C} - 1) * 100$$

3.7. Recursos humanos y materiales

3.7.1. Recursos humanos

- Autor responsable de la investigación
- Operarios de campo
- Director del Proyecto de Investigación

3.7.2. Recursos materiales

- Azadón
- Balanza
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Cinta métrica
- Computadora
- Estacas
- Flash memory
- Libreta de campo
- Machete
- Marcadores
- Pala
- Piola
- Rastrillo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Porcentaje de germinación (%)

En la Tabla 9 se presentan los promedios del porcentaje de germinación. De acuerdo al análisis de varianza, los tipos de compost, dosis e interacciones no alcanzaron significancia estadística, registrando un coeficiente de variación de 3.4 %. Según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad, Ecogreen registró mayor porcentaje de germinación con 96.4%, sin diferir estadísticamente de Agropesa y Biocompost que registraron 96.0% de germinación cada uno. La dosis de 1250 kg/ha presentó mayor porcentaje de germinación con 97.2%, en igualdad estadística con la dosis de 1000 y 750 kg/ha que registraron 95.6 %, cada una.

El mayor porcentaje de germinación se obtuvo al aplicar Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha, y Biocompost en la misma dosis con 97.6%, cada uno, estadísticamente igual a las demás interacciones y testigo que registraron entre 94.1 y 96.4%.

Tabla 9. Porcentaje de germinación del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Porcentaje de germinación*
Tipos de compost	
C ₁ : Agropesa	96.0 a
C ₂ : Biocompost	96.0 a
C ₃ : Ecogreen	96.4 a
Dosis	
D ₁ : 1250 kg/ha	97.2 a
D ₂ : 1000 kg/ha	95.6 a
D ₃ : 750 kg/ha	95.6 a
Interacciones y testigo	
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	96.4 a
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	96.4 a
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	95.2 a
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	97.6 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	95.2 a
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	95.2 a
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	97.6 a
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	95.2 a
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	96.4 a
Testigo	94.1 a
Promedio	96.0
Coefficiente de variación (%)	3.4

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p > 0.05$)

4.1.2. Altura de planta (cm)

Los promedios correspondientes a la altura de plantas a los 15, 30 y 45 días se presentan en la Tabla 10. Según el análisis de varianza, los tipos de compost y tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, mientras que las dosis no registraron significancia estadística para la altura de planta a los 15 días, con un coeficiente de variación de 12.9%.

Con Biocompost se obtuvo plantas de mayor altura con 18.6 cm, sin diferir estadísticamente de Agropesa con 18.4 cm, superiores estadísticamente a Ecogreen con 14.5 cm de altura de planta a los 15 días.

La dosis de 1000 kg/ha produjo plantas más altas con 17.9 cm, estadísticamente igual a las dosis de 1250 y 750 kg/ha con promedios de 17.1 y 16.6 cm de altura de planta a los 15 días.

Al aplicarse Biocompost en dosis de 1000 kg/ha y Agropesa en la misma dosis el cultivo generó plantas de mayor altura con 19.4 cm, cada uno, en igualdad estadística con las demás interacciones que registraron valores entre 13.6 y 18.8 cm de altura de plantas a los 15 días.

Para la altura de plantas a los 30 días, las dosis no registraron significancia estadística, mientras que los tipos de compost y tratamientos presentaron alta significancia estadística, siendo 10.1 % el respectivo coeficiente de variación.

Biocompost produjo plantas de mayor altura a los 30 días con 41.4 cm, estadísticamente igual a Agropesa con 40.7 cm, superiores estadísticamente a Ecogreen que registró una altura de 34.7 a los 30 días.

Cuando se aplicó la dosis de 1000 kg/ha se registró la mayor altura de plantas a los 30 días con 39.4 cm, estadísticamente igual a las dosis de 750 y 1250 kg/ha que presentaron un promedio de 38.7 cm de altura a los 30 días, cada una.

Biocompost en dosis de 1250 kg/ha registró mayor altura de planta a los 30 días con 42.0 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos que presentaron entre 31.4 y 41.8 cm.

El análisis de varianza reflejó que, para la altura de planta a los 45 días, ninguna de las fuentes de variación registró significancia estadística, siendo 8.1% su coeficiente de variación.

Biocompost registró plantas más altas con 54.5 cm, sin diferir estadísticamente de Agropesa y Ecogreen con 53.3 y 50.4 cm.

La dosis de 1000 kg/ha produjo plantas de mayor altura con 53.2 cm, estadísticamente igual a las dosis de 750 y 1250 kg/ha con 52.5 y 52.4 cm, respectivamente.

Biocompost en dosis de 750 kg/ha registró mayor altura de planta a los 45 días con 55.4 cm, en igualdad estadística con los demás tratamientos cuyos promedios variaron de 48.0 a 55.1 cm.

Tabla 10. Altura de planta (cm) del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Altura de planta (cm)*		
	15 días	30 días	45 días
Tipos de compost			
C ₁ : Agropesa	18.4 a	40.7 a	53.3 a
C ₂ : Biocompost	18.6 a	41.4 a	54.5 a
C ₃ : Ecogreen	14.5 b	34.7 b	50.4 a
Dosis			
D ₁ : 1250 kg/ha	17.1 a	38.7 a	52.4 a
D ₂ : 1000 kg/ha	17.9 a	39.4 a	53.2 a
D ₃ : 750 kg/ha	16.6 a	38.7 a	52.5 a
Interacciones y testigo			
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	17.5 ab	39.8 a	53.1 a
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	19.4 a	41.8 a	55.1 a
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	18.5 ab	40.5 a	51.5 a
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	18.8 a	42.0 a	53.8 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	19.4 a	41.4 a	54.4 a
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	17.8 ab	40.8 a	55.4 a
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	15.1 ab	34.2 a	50.3 a
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	14.9 ab	35.1 a	50.1 a
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	13.6 ab	34.8 a	50.7 a
Testigo	12.4 b	31.4 a	48.0 a
Promedio	16.7	38.2	52.2
Coefficiente de variación (%)	12.9	10.1	8.1

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p > 0.05$)

4.1.3. Longitud de la hoja (cm)

En la Tabla 11 se presentan los promedios de la longitud de la hoja a los 15, 30 y 45 días del cultivo de nabo en respuesta a tres tipos de compost. Para la longitud a los 15 días y 30 días, los tipos de compost y tratamientos alcanzaron alta significancia estadística, mientras que las dosis no registraron significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 14.7 y 10.3%, respectivamente. Para la longitud de la hoja a los 45 días ninguna de las fuentes de variación registró significancia estadística, con un coeficiente de variación de 9.3 %.

Biocompost presentó la mayor longitud de la hoja a los 15 días con 15.6 cm, sin diferir estadísticamente de Agropesa con 15.1 cm, estadísticamente superiores a Ecogreen que registró 11.1 cm de longitud de la hoja a los 15 días.

La dosis de 1000 kg/ha permitió obtener hojas de mayor longitud a los 15 días con 14.9 cm, en igualdad estadística con las dosis de 1250 y 750 kg/ha con valores de 13.7 y 13.2 cm, respectivamente.

Al aplicar Biocompost en dosis de 1000 kg/ha se obtuvo plantas con hojas más largas con 16.9 cm, sin diferir estadísticamente de las demás interacciones que registraron valores entre 11.4 y 16.4 cm, superiores estadísticamente a Ecogreen+750 kg/ha y el testigo con promedios de 10.3 y 9.9 cm, respectivamente.

Con Biocompost se registró la mayor longitud de hoja a los 30 días con 35.4 cm, estadísticamente igual a Agropesa con 34.3 cm, estadísticamente superiores a Ecogreen que registró un promedio de 30.9 cm de longitud de la hoja a los 30 días.

Cuando se aplicó la dosis de 1000 kg/ha se evidenciaron plantas con hojas más largas a los 30 días con 34.7 cm, sin diferir estadísticamente de las dosis restantes que registraron entre 32.8 y 33.0 cm.

Agropesa + 1000 kg/ha produjo plantas con hojas más largas a los 30 días con 36.4 cm, en igualdad estadística con las demás interacciones con valores de 30.3 a 36.0 cm, estadísticamente superiores al testigo con 27.0 cm.

A los 45 días, Ecogreen registró la mayor longitud de hoja con 45.1 cm, sin diferir estadísticamente de Biocompost y Agropesa con 41.6 y 41.2 cm, en su orden.

Al aplicarse la dosis de 1250 kg/ha se presentó la mayor longitud de hoja a los 45 días con 43.1 cm, estadísticamente igual a las dosis de 1000 y 750kg/ha con 42.9 y 41.9 cm, respectivamente.

La interacción de Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha registró mayor longitud de hoja a los 45 días con 45.9 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos cuyos promedios oscilaron entre 38.4 y 44.9 cm.

Tabla 11. Longitud de la hoja (cm) del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Longitud de la hoja (cm)*		
	15 días	30 días	45 días
Tipos de compost			
C ₁ : Agropesa	15.1 a	34.3 ab	41.2 a
C ₂ : Biocompost	15.6 a	35.4 a	41.6 a
C ₃ : Ecogreen	11.1 b	30.9 b	45.1 a
Dosis			
D ₁ : 1250 kg/ha	13.7 a	33.0 a	43.1 a
D ₂ : 1000 kg/ha	14.9 a	34.7 a	42.9 a
D ₃ : 750 kg/ha	13.2 a	32.8 a	41.9 a
Interacciones y testigo			
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	14.1 abc	32.8 ab	41.3 a
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	16.4 a	36.4 a	42.3 a
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	14.8 abc	33.5 ab	40.0 a
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	15.7 ab	35.6 ab	42.2 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	16.9 a	36.0 a	41.5 a
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	14.4 abc	34.6 ab	41.2 a
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	11.4 abc	30.6 ab	45.9 a
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	11.5 abc	31.8 ab	44.9 a
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	10.3 b	30.4 ab	44.4 a
Testigo	9.9 b	27.0 b	38.4 a
Promedio	13.5	32.9	42.2
Coefficiente de variación (%)	14.0	9.3	9.8

*Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p>0.05)

4.1.4. Ancho de la hoja (cm)

Los promedios del ancho de hoja a los 15, 30 y 45 días se presentan en la Tabla 12. El análisis de varianza mostró alta significancia estadística para los tipos de compost a los 15 y 30 días, significancia estadística para los tratamientos, mientras que para las dosis no registró significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 14.7 y 10.3 % a los 15 y 30 días, respectivamente. A los 45 días, ninguna de las fuentes de variación registró significancia estadística, con un coeficiente de variación de 10.1 %.

Con Biocompost se obtuvieron hojas más anchas con 8.7 cm, en igualdad estadística con Agropesa con 8.4 cm, estadísticamente superiores a Ecogreen con 6.7 cm.

La dosis de 1000 kg/ha registró mayor ancho de la hoja a los 15 días con 8.3 cm, en igualdad estadística con las dosis de 1250 y 750 kg/ha con 7.8 y 7.7 cm, respectivamente.

Biocompost en dosis de 1000 kg/ha presentó mayor ancho de hoja a los 15 días con 9.1 cm, estadísticamente superior a las demás interacciones con valores que fluctuaron entre 6.3 y 8.9 cm, estadísticamente superiores al testigo con 5.6 cm de ancho de la hoja a los 15 días.

A los 30 días, Biocompost produjo hojas más anchas con 18.2 cm, estadísticamente igual a Agropesa con 16.9 cm, superiores estadísticamente a Ecogreen que registró 15.4 cm de ancho de hoja a los 30 días.

Cuando se aplicó la dosis de 750 kg/ha se registró el mayor ancho de la hoja a los 30 días con 17.3 cm, estadísticamente igual a las dosis de 1000 y 1250 kg/ha que presentaron promedios de 16.9 y 16.3 cm, respectivamente.

Biocompost en dosis de 750 kg/ha registró mayor ancho de hoja a los 30 días con 19.0 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos que presentaron entre 14.6 y 18.0 cm, estadísticamente superiores al testigo con 13.8 cm.

Agropesa registró plantas con hojas más anchas con 19.4 cm, sin diferir estadísticamente de Biocompost y Ecogreen con 19.0 y 18.5 cm, respectivamente.

La dosis de 750 kg/ha produjo hojas más anchas con 19.5 cm, estadísticamente igual a las dosis de 1000 y 1250 kg/ha con 18.7 y 18.6 cm, respectivamente.

Agropesa y Biocompos en dosis de 750 kg/ha registraron mayor ancho de la hoja con 19.7 cm, cada uno, en igualdad estadística con los demás tratamientos cuyos promedios variaron de 17.6 a 19.5 cm de ancho de la hoja a los 45 días.

Tabla 12. Ancho de la hoja (cm) del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Ancho de la hoja (cm)*		
	15 días	30 días	45 días
Tipos de compost			
C ₁ : Agropesa	8.4 a	16.9 ab	19.4 a
C ₂ : Biocompost	8.7 a	18.2 a	19.0 a
C ₃ : Ecogreen	6.7 b	15.4 b	18.5 a
Dosis			
D ₁ : 1250 kg/ha	7.8 a	16.3 a	18.6 a
D ₂ : 1000 kg/ha	8.3 a	16.9 a	18.7 a
D ₃ : 750 kg/ha	7.7 a	17.3 a	19.5 a
Interacciones y testigo			
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	8.0 ab	16.2 ab	18.9 a
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	8.9 ab	17.1 ab	19.5 a
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	8.3 ab	17.3 ab	19.7 a
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	8.5 ab	18.0 ab	18.5 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	9.1 a	17.5 ab	18.7 a
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	8.5 ab	19.0 a	19.7 a
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	6.8 ab	14.6 ab	18.5 a
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	7.0 ab	16.1 ab	18.0 a
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	6.3 ab	15.6 ab	19.0 a
Testigo	5.6 b	13.8 b	17.6 a
Promedio	7.7	16.5	18.8
Coefficiente de variación (%)	14.7	10.3	9.3

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey ($p > 0.05$)

4.1.5. Longitud radicular a la cosecha (cm)

En la Tabla 13 se presentan los promedios de la longitud radicular a la cosecha. El análisis de varianza no determinó significancia estadística para ninguna de las fuentes de variación, siendo el coeficiente de variación 13.7 %. Agropesa produjo mayor longitud de raíz a la cosecha con 12.4 cm, sin diferir estadísticamente de Ecogreen y Biocompost que registraron promedios de 11.8 y 11.2 cm, respectivamente.

La dosis de 750 kg/ha registró la mayor longitud de raíz a la cosecha con 11.9 cm, estadísticamente igual a las dosis de 1000 y 1250 kg/ha que registraron valores de 11.8 y 11.7 cm, respectivamente. Agropesa en dosis de 1000 kg/ha produjo la mayor longitud radicular a la cosecha con 13.1 cm, en igualdad estadística con los demás tratamientos que registraron entre 10.5 y 12.8 cm de longitud radicular a la cosecha, siendo el testigo el de menor valor.

Tabla 13. Longitud radicular (cm) del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Longitud radicular (cm)*
Tipos de compost	
C ₁ : Agropesa	12.4 a
C ₂ : Biocompost	11.2 a
C ₃ : Ecogreen	11.8 a
Dosis	
D ₁ : 1250 kg/ha	11.7 a
D ₂ : 1000 kg/ha	11.8 a
D ₃ : 750 kg/ha	11.9 a
Interacciones y testigo	
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	12.4 a
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	13.1 a
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	11.8 a
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	10.6 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	11.8 a
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	11.2 a
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	12.1 a
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	10.5 a
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	12.8 a
Testigo	10.5 a
Promedio	11.7
Coefficiente de variación (%)	13.7

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p>0.05)

4.1.6. Peso por planta (g)

Los valores presentados en la Tabla 14, corresponden al peso por planta (g). Según el análisis de varianza, los tipos de compost y tratamientos no alcanzaron significancia estadística, mientras que las dosis registraron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 18.8%. Agropesa registró mayor peso por planta con 461.1 g, sin diferir estadísticamente de Biocompost y Ecogreen que registraron pesos por planta de 450.1 y 426.0 g, respectivamente.

La dosis de 1250 kg/ha presentó mayor peso por planta con 501.4 g, en igualdad estadística con la dosis de 1000 con 426.6 g, superiores estadísticamente a la dosis de 750 kg/ha que produjo plantas de 409.2 g de peso. El mayor peso por planta se obtuvo al aplicar Biocompost en dosis de 1250 kg/ha con 525.9 g, estadísticamente igual a las demás interacciones y testigo que registraron entre 302.6 y 498.6 g de peso por planta.

Tabla 14. Peso por planta (g) del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Peso por planta (g)*
Tipos de compost	
C ₁ : Agropesa	461.1 a
C ₂ : Biocompost	450.1 a
C ₃ : Ecogreen	426.0 a
Dosis	
D ₁ : 1250 kg/ha	501.4 a
D ₂ : 1000 kg/ha	426.6 ab
D ₃ : 750 kg/ha	409.2 b
Interacciones y testigo	
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	498.6 a
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	455.4 a
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	429.2 a
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	525.9 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	414.4 a
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	410.0 a
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	479.6 a
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	410.0 a
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	388.3 a
Testigo	302.6 a
Promedio	431.4
Coeficiente de variación (%)	18.8

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p>0.05)

4.1.7. Rendimiento (kg/ha)

En la Tabla 15 se presentan los promedios del rendimiento por hectárea (kg). De acuerdo al análisis de varianza, las dosis y tratamientos registraron alta significancia estadística, mientras que los tipos de compost no presentaron significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 15.5%. Agropesa produjo mayor rendimiento por hectárea con 52777.8 kg, en igualdad estadística con Ecogreen y Biocompost que produjeron 51250.0 y 49722.2 kg, respectivamente.

En la dosis de 1250 kg/ha se registró el mayor rendimiento con 57638.9 kg/ha, sin diferir estadísticamente de la dosis de 1000 kg/ha con 51388.9 kg/ha, estadísticamente superiores a la dosis de 750 kg/ha que produjo 44722.2 kg/ha. Cuando se aplicó Biocompost en dosis de 1250 kg/ha se generó el mayor rendimiento con 5916.7 kg/ha, sin diferir estadísticamente de las demás interacciones cuyos rendimientos oscilaron entre 39583.3 y 57916.7 kg/ha, estadísticamente superiores al testigo que alcanzó un rendimiento de 36250.0 kg/ha.

Tabla 15. Rendimiento (kg/ha) del cultivo de nabo (*Brassica rapa* L.) bajo la aplicación de tres tipos de compost.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha) *
Tipos de compost	
C ₁ : Agropesa	52777.8 a
C ₂ : Biocompost	49722.2 a
C ₃ : Ecogreen	51250.0 a
Dosis	
D ₁ : 1250 kg/ha	57638.9 a
D ₂ : 1000 kg/ha	51388.9 ab
D ₃ : 750 kg/ha	44722.2 b
Interacciones y testigo	
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	55833.3 ab
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	52500.0 ab
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	50000.0 ab
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	59166.7 a
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	50416.7 ab
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	39583.3 ab
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	57916.7 ab
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	51250.0 ab
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	44583.3 ab
Testigo	36250.0 b
Promedio	49750.0
Coefficiente de variación (%)	15.5

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey (p>0.05)

4.1.8. Análisis económico

En la Tabla 16 se presenta el análisis económico de los tratamientos en estudio en función del nivel de rendimiento obtenido y de los respectivos costos. De acuerdo al análisis económico se evidenció que el tratamiento conformado por 1250 kg/ha de Biocompost que produjo el mayor rendimiento con 59166.7 kg/ha generó un ingreso bruto de \$ 26625.00 e ingreso neto de \$ 12595.50, a un costo de tratamiento de \$ 234.50, costo variable de \$ 5325.00, que sumado al costo fijo de \$ 8470.00/ha, reflejaron una rentabilidad de 89.78%, Cabe indicar que los demás tratamientos registraron entre 39.04 y 84.78 % de rentabilidad, siendo el testigo el que menor beneficio económico representa para el agricultor.

Tabla 16. Análisis económico del rendimiento del cultivo de nabo con fertilización orgánica a base de compost en tres diferentes dosis sembrado en la zona de Mocache, 2018

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo variable (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad
C ₁ D ₁ : Agropesa en dosis de 1250 kg/ha	55833.3	25125.00	5025.00	147.00	13642.00	11483.00	1.84	84.17
C ₁ D ₂ : Agropesa en dosis de 1000 kg/ha	52500.0	23625.00	4725.00	132.00	13327.00	10298.00	1.77	77.27
C ₁ D ₃ : Agropesa en dosis de 750 kg/ha	50000.0	22500.00	4500.00	117.00	13087.00	9413.00	1.72	71.93
C ₂ D ₁ : Biocompost en dosis de 1250 kg/ha	59166.7	26625.00	5325.00	234.50	14029.50	12595.50	1.90	89.78
C ₂ D ₂ : Biocompost en dosis de 1000 kg/ha	50416.7	22687.50	4537.50	202.00	13209.50	9478.00	1.72	71.75
C ₂ D ₃ : Biocompost en dosis de 750 kg/ha	39583.3	17812.50	3562.50	169.50	12202.00	5610.50	1.46	45.98
C ₃ D ₁ : Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha	57916.7	26062.50	5212.50	422.00	14104.50	11958.00	1.85	84.78
C ₃ D ₂ : Ecogreen en dosis de 1000 kg/ha	51250.0	23062.50	4612.50	352.00	13434.50	9628.00	1.72	71.67
C ₃ D ₃ : Ecogreen en dosis de 750 kg/ha	44583.3	20062.50	4012.50	282.00	12764.50	7298.00	1.57	57.17
Testigo	36250.0	16312.50	3262.50		11732.50	4580.00	1.39	39.04

Precio de venta:	\$ 0.45/kg
Costo fijo:	\$ 8470.00/ha
Agropesa:	\$ 0.06/kg
Biocompost:	\$ 0.13/kg
Ecogreen:	\$ 0.28/kg
Cosecha + transporte:	\$0.20/kg

4.2. Discusión

Con el abono orgánico Biocompost se obtuvo las plantas de mayor altura a los 15, 30 y 45 días, registrándose valores de 4.1, 6.7 y 4.1 cm, por encima de la aplicación de Ecogreen, observándose un comportamiento similar cuando el Biocompost se aplicó en dosis de 750 a 1250 kg/ha que presentó diferencias por encima del testigo de 7.0, 10.6 y 7.4 cm, respectivamente, concordando con Brechelet (2004), quien manifiesta que el compost suministra todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas sin afectar a los seres humanos, animales y medioambiente.

Al registrar la longitud de las hojas, Biocompost superó a Agropesa y Ecogreen en las 3 evaluaciones con promedios que oscilaron de 3.9 a 4.5, mientras que a nivel de dosis, la diferenciación fue variable, superando la de 1000 kg/ha a los 15 días en 1.7 cm, a los 30 días en 1.9 cm y a los 45 días en 1.2 cm; respecto al testigo, la diferencia fue de 7.0, 9.4 y 7.5 cm respecto del Biocompost en dosis de 1000 kg/ha; Agropesa en dosis de 1000 kg/ha y Ecogreen en dosis de 1250 kg/ha, en su orden. Esto concuerda con Pronaca (2016) y Calle (2017), quienes indican que Biocompost es un abono que contribuye a mantener una óptima relación carbono/nitrógeno y genera mayor crecimiento de las hojas al igual que Ecogreen que según SOAMSO (2015), ayuda a promover el crecimiento de la planta, contiene macro y micronutrientes, retiene la humedad y promueve la vitalidad de la planta, mientras que Agropesa incrementa el desarrollo radicular de las plantas, la distribución de nutrientes en el suelo, brindando incrementos beneficiosos debido a sus elementos químicos que incorpora al suelo.

En la evaluación del ancho de la hoja, Biocompost y Agropesa mostraron las mejores características a los 15 y 30 días, Biocompost superó en 2.0 y 2.8 cm a Ecogreen, mientras que a los 45 días Agropesa superó a Ecogreen en 0.9 cm y a Biocompost en 0.4 cm, en tanto que en la evaluación de las dosis a los 30 y 45 días se observó que con 750 kg/ha se logró hojas más anchas de 0.4 y 0.8 cm; al aplicarse Biocompost en dosis de 1000 kg/ha se obtuvieron hojas más anchas con 3.5 cm por encima del testigo en la evaluación a los 15 días, 5.2 cm a los 30 días entre el testigo y Biocompost en dosis de 750 kg/ha y a los 45 días de 2.1 cm, ratificando lo indicado por SOAMSO (2015), Pronaca (2016) y Calle (2017)

quienes manifiesta que el Biocompost presenta un mayor porcentaje de materia orgánica que al descomponerse facilita la absorción de nutrientes por parte de las plantas.

Con la aplicación de 1250 kg/ha de Biocompost, Ecogreen y Agropesa se lograron los mayores rendimientos, superando al testigo en 22916.7, 21666.7 y 19983.3 kg/ha, respectivamente, mostrando así la bondad de los tipos de compost que en dosis de 1250 kg/ha mostraron su máximo potencial de rendimiento en la producción del cultivo de nabo que permitió alcanzar los mayores ingresos netos, generando una relación beneficio/costo para Bioscompost en dosis de 1250 kg/ha de 1.9, Ecogreen 1.85 y Agropesa 1.84, esto es una rentabilidad de 89.78, 84.78 y 84.17%, concordando con Castillo (2015), quien menciona que un abono orgánico de calidad representa un gran beneficio para el agricultor, ya que justifica la inversión al generar un mayor ingreso económico y por ende utilidad por unidad de superficie.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los tipos de compost no presentaron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de germinación con un promedio general de 96.0%.
- Biocompost produjo plantas de mayor altura en las tres evaluaciones registrando plantas de 18.6, 41.4 y 54.5 cm de altura a los 15, 30 y 45 días respectivamente.
- La dosis de 1250 kg/ha presentó mayor rendimiento, superando al testigo en 22916.7, 21666.7 y 19983.3 para Biocompost, Ecogreen y Agropesa en su orden, alcanzando su máximo potencial de rendimiento.
- Biocompost aplicado en dosis de 750, 1000 y 1250 kg/ha presentó diferencia de 7.0, 10.6 y 7.4 cm de longitud por encima del testigo sin aplicación de compost.
- El ancho de la hoja con la aplicación de Biocompost y Agropesa mostraron diferencias de 2.0 y 1.7 cm, respecto a Ecogreen, mientras que la evaluación de las dosis a los 30 y 45 días se observó que con 750 kg/ha se logró hojas más anchas con 17.3 y 19.5 cm, en su orden.
- La aplicación de Biocompost en dosis de 1000 kg/ha presentó hojas de 3.5 cm más anchas que el testigo a los 15 días, 5.2 cm a los 30 días.
- Los mayores beneficios netos se registraron con Biocompost en dosis de 1250 kg/ha con una relación beneficio costo de 1.90, seguido de Ecogreen y Agropesa con 1.85 y 1.84, es decir rentabilidades de 98.78, 84.78 y 84.17 %, respectivamente.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar Biocompost en dosis de 1250 kg/ha que generó mayor rendimiento y mayor rentabilidad en el presente estudio.
- Evaluar dosis más altas en este cultivo para identificar posibles mejoras en cuanto a desarrollo, crecimiento y rendimiento por hectárea.
- Explorar otros tipos de compost de fabricación artesanal para contrastar con los del presente estudio a fin de identificar los que mejores beneficios representen tanto para el cultivo como para el productor.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura citada

- Agropesa. (2011). Características del abono orgánico Agropesa. Boletín Informativo. Agropesa. Santo Domingo-Ecuador. 4 p.
- Agropesa. (2016). Nuestros productos. Obtenido de <http://www.agropesa.com.ec/nuestros-productos/>.
- Alaska S.A. (2016). Col china Michilli. Obtenido de <http://www.imporalaska.com/>.
- Alfonso, J., & Posadas, E. (2010). Elaboración de abono orgánico a partir de cascarilla de piñón (*Jatropha curcas*). Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). La Lima-Honduras. 12 p.
- Álvarez, J., Díaz, J., & López, J. (2005). Agricultura orgánica vs agricultura moderna como factores en la salud pública: ¿Sustentabilidad? Horizonte Sanitario 4(1): 28-40.
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2015). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Fraisoro. Santiago de Chile, Chile. 67 p.
- Anwar, M., Patra, D., Chand, S., Kumar, A., & Naqvi, K. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36: 1737-1746.
- Arana, F. (2013). Incidencia de microorganismos eficientes más abonos orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo de remolacha (*Beta vulgaris*) en el cantón La Maná. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 80 p.
- Brechelt, A. (2004). Manejo ecológico del suelo. Editorial Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL). Santiago de Chile-Chile . 27 p.
- Calle, R. (2017). Evaluación agronómica del pepinillo (*Cucumis sativus* L) híbrido Diamante, cultivado aplicando diferentes abonos orgánicos comerciales en el cantón Cumandá, provincia de Chimborazo. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. 60 p.
- Castillo, J. (2015). Evaluación de la calidad de abonos orgánicos ecológicos (compost, bokashi y lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de El Alto. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 127 p.
- Chand, S., Anwar, M., & Patra, D. (2006). Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizer to build up soil fertility and nutrient uptake in mint-mustard cropping sequence. Communications in Soil Science and Plant Analysis 37: 63-76.

- Chavez, E. (2012). Paquete tecnologico del cultivo de la col china. Obtenido de <https://prezi.com/af0cscahfoyk/paquete-tecnologico-del-cultivo-de-la-col/>.
- Cocha, M. (2016). Efecto del fertilizante Ecogreen sobre el rendimiento de grano en híbridos de maíz en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 75 p.
- Cordonez, R. (2017). Comportamiento agronómico de nabo (*Brassica rapa*) y acelga (*Beta vulgaris*) con fertilizantes orgánicos. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná, Ecuador. 45 p.
- Courtney, R., & Mullen, G. (2008). Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost type. *Bioresource Technology* 99: 2913-2918.
- Cubas, T. (2016). Efecto de la aplicación de cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza) en el cultivo de col china (*Brassica rapa*) híbrido Kiboho 90 F-1, en el distrito de Lamas. Universidad Nacional De San Martín. Tarapoto-Perú. 79 p.
- De Los Ríos, I., Becerril, H., & Rivera, M. (2016). La agricultura ecológica y su influencia en la prosperidad rural: visión desde una sociedad agraria (Murcia, España). *Agrociencia* 50(3): 375-389.
- El Agro. (2017). Murano. Obtenido de <http://elagroec.com/producto/murano/>.
- El Agro. (2018). Maestro SL. Obtenido <http://elagroec.com/producto/maestro-soil/>.
- Erhart, E., & Hartl, W. (2003). Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European Journal of Soil Biology* 3: 149-156.
- Espejo, A. (2005). Respuesta de variedades de col china (*Brassica pekinensis*) a diferentes niveles de fertilización orgánica bajo carpa solar. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 101 p.
- Félix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai* 4(1): 57-67.
- FIASA. (2016). Master soil. Obtenido de <http://fiasa.mx/wp-content/uploads/2016/09/FICHA-TECNICA-MASTER-SOIL.pdf>.
- Flavel, T., & Murphy, D. (2006). Carbon and nitrogen mineralization rates after application of organic amendments to soil. *Journal of Environmental Quality* 35(1): 183-194.
- FORCROP. (2015). Radix Tim. Obtenido de http://www.tacsa.mx/DEAQ/src/productos/1830_28.htm.

- García, D., Lima, L., Ruíz, L., & Calderón, P. (2014). Métodos y parámetros para determinar la madurez en el compost a nivel de fincas. *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente* 14(26): 1-11.
- Libreros, S. (2012). La caña de azúcar fuente de energía: Compostaje de residuos industriales en Colombia. *Tecnicaña* 28: 13-14.
- Medina, L., Monsalve, Ó., & Forero, A. (2010). Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas* 4(1): 109-125.
- MERCOSUR. (2016). Induktor. Obtenido de <https://www.mercosur.com/es/precio-de-induktor/>.
- Miyasaka, S., Hollyer, J., & Kodani, L. (2001). Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Research* 71: 101-112.
- Neoquim. (2018). Pethall. Obtenido de <http://neoquim.com.ec/categoria-producto/linea-agricola/?product-page=2>.
- Noreña, J. (2008). Producción, manejo y distribución de semillas y material vegetal de propagación de hortalizas para seguridad alimentaria en economía campesina en el Oriente antioqueño. AGROSAVIA. Rionegro, Colombia. 71 p.
- Núñez, J. (2017). Uso de abono orgánico en el crecimiento de plántulas de pimiento (*Capsicum annum* L.). Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná-Ecuador. 44 p.
- OTA. (2002). Productos orgánicos. Obtenido de <https://ota.com/abouto.htm>.
- Ouédraogo, E., Mando, A., & Zombré, N. (2001). Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84(3): 259-266.
- Paneque, V., & Calaña, J. (2004). Abonos orgánicos: Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Ediciones INCA. San José-Costa Rica. 39 p.
- Peña, E., Carrión, M., Martínez, F., Rodríguez, R., & Companioni, N. (2002). Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. INIFAT. La Habana-Cuba. 65 p.
- Pronaca. (2016). Biocompost. Obtenido de <http://www.pronaca.com/site/principalAgricola.jsp?arb=1100&cdgPad=26&cdgCat=1&cdgPr=765>.
- Ramírez, M. (2013). Respuesta fisiológica de tres dosis de trihormonas en el cultivo de la col china (*Brassica pekinensis*) variedad Kiboho 90 F-1 en el Distrito de Lamas. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Tarapoto, Perú. 74 p.

- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales* 35(4): 52-59.
- Sánchez, F., & Delgado, J. (2008). Efecto de la aplicación del compost sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. En J. Casco, & R. Herrero, *Compostaje*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 570 p.
- SOAMSO. (2015). Ecogreen. Obtenido de <http://www.soamso.com/content/ecogreen.php>.
- Sustainable Agro Solutions. (2016). Radix Tim. Obtenido de <http://www.sas-agri.com/productos/radix-tim/>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del porcentaje de germinación (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	12.27	6.14			
Tipo de compost	2	0.94	0.47	0.05	0.9479	N.S.
Dosis	2	15.11	7.55	0.86	0.4422	N.S.
Error	16	140.67	8.79			
Total	26	176.54				

N.S.: No Significativo

Anexo 2. Análisis de varianza de la altura de planta a los 15 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	0.45	0.22			
Tipo de compost	2	97.44	48.72	9.83	0.0016	**
Dosis	2	6.99	3.49	0.70	0.5090	N.S.
Error	16	79.30	0.29			
Total	26	189.96				

** : Altamente significativo; N.S.: No Significativo

Anexo 3. Análisis de varianza de la altura de planta a los 30 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	10.59	5.30			
Tipo de compost	2	242.09	121.05	7.72	0.0045	**
Dosis	2	3.24	1.62	0.10	0.9024	N.S.
Error	16	250.84	15.68			
Total	26	512.79				

** : Altamente significativo; N.S.: No Significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de planta a los 45 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	27.78				
Tipo de compost	2	81.42	40.71	2.04	0.1623	N.S.
Dosis	2	3.01	1.51	0.08	0.9275	N.S.
Error	16	319.00				
Total	26	451.36				

** : Altamente significativo; N.S.: No Significativo

Anexo 5. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 15 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	2.28	1.14			
Tipo de compost	2	112.07	56.04	15.39	0.0002	**
Dosis	2	14.44	7.22	1.98	0.1701	N.S.
Error	16	58.25	3.64			
Total	26	192.35				

** : Altamente significativo; N.S.: No Significativo

Anexo 6. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 30 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	2.38	1.19			
Tipo de compost	2	97.99	48.99	4.96	0.0211	*
Dosis	2	19.68	9.84	1.00	0.3913	N.S.
Error	16	158.10	9.88			
Total	26	286.88				

* : Significancia estadística; N.S.: No Significativo

Anexo 7. Análisis de varianza de la longitud de la hoja a los 45 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	10.55	5.28			
Tipo de compost	2	81.85	40.92	2.12	0.1521	N.S.
Dosis	2	8.44	4.22	0.22	0.8057	N.S.
Error	16	308.33	19.27			
Total	26	413.98				

N.S.: No Significativo

Anexo 8. Análisis de varianza del ancho de la hoja a los 15 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	0.31	0.15			
Tipo de compost	2	20.84	10.42	7.45	0.0052	**
Dosis	2	1.88	0.94	0.67	0.5248	N.S.
Error	16	22.39	1.40			
Total	26	46.00				

** : Altamente significativo; N.S.: No Significativo

Anexo 9. Análisis de varianza del ancho de la hoja a los 30 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	11.60	5.80			
Tipo de compost	2	33.29	16.65	5.32	0.0169	*
Dosis	2	5.12	2.56	0.82	0.4587	N.S.
Error	16	50.04	3.13			
Total	26	104.26				

*: Significativo; N.S.: No Significativo

Anexo 10. Análisis de varianza del ancho de la hoja a los 45 días (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	0.88	0.44			
Tipo de compost	2	3.33	1.67	0.52	0.6059	N.S.
Dosis	2	3.95	1.98	0.61	0.5536	N.S.
Error	16	51.55	3.22			
Total	26	60.81				

N.S.: No Significativo

Anexo 11. Análisis de varianza de la longitud radicular a la cosecha (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	1.40	0.70			
Tipo de compost	2	6.98	3.49	1.25	0.3130	N.S.
Dosis	2	0.27	0.14	0.05	0.9526	N.S.
Error	16	44.70	2.79			
Total	26	66.15				

N.S.: No Significativo

Anexo 12. Análisis de varianza del peso por planta (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	34391.93	17195.96			
Tipo de compost	2	5797.82	2898.91	0.52	0.6050	N.S.
Dosis	2	43199.83	21599.92	3.84	0.0388	*
Error	16	112495.03	5624.75			
Total	26	195884.60				

N.S.: No Significativo

Anexo 13. Análisis de varianza del peso por planta (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc.	p-valor	
Repeticiones	2	991753472.22	495876736.11			
Tipo de compost	2	42013888.89	21006944.44	0.37	0.6966	N.S.
Dosis	2	751041666.67	375520833.33	6.58	0.0064	**
Error	16	1140972222.22	57048611.11			
Total	26	2925781250.00				

N.S.: No Significativo



Anexo 14. Siembra en bandejas germinadoras



Anexo 15. Plántulas de nabo germinadas



Anexo 16. Preparación del terreno



Anexo 17. Construcción de las camas



Anexo 18. Material genético utilizado en la siembra



Anexo 19. Trasplante de plántulas de nabo



Anexo 20. Elaboración del canal de drenaje



Anexo 21. Plántulas de nabo a los 6 días después del trasplante



Anexo 22. Primera evaluación de la longitud de la hoja



Anexo 23. Cultivo de nabo a los 35 días



Anexo 24. Visita del director del proyecto de investigación



Anexo 25. Cosecha y última evaluación de variables