

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

“Elaboración y uso del abono tipo bocashi en la producción de almácigos de
brócoli (*Brassica oleracea*) var. Legacy – Andahuaylas – 2018”

Presentado por:

YURI EDWARD HURTADO CAJAMARCA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Andahuaylas – Apurímac – Perú

2021

Tesis

“Elaboración y uso del abono tipo bocashi en la producción de almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Legacy – Andahuaylas – 2018”

Línea de investigación:

Agricultura y Ambiente

Asesor:

Mg. Sc: Juan Alarcón Camacho



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

**“ELABORACIÓN Y USO DEL ABONO TIPO BOCASHI EN LA
PRODUCCIÓN DE ALMÁCIGOS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*) VAR.**

LEGACY – ANDAHUAYLAS – 2018”

Presentado por **YURI EDWARD HURTADO CAJAMARCA** para optar el título profesional de: **INGENIERO AGRÓNOMO.**

Sustentado y aprobado el 10 de diciembre del 2021 ante el jurado:

Presidente : Dr. Francisco Medina Raya.

Primer miembro : Ing. Rosa Eufemia Marrufo Montoya.

Segundo miembro: Ing. Jaher Alejandro Menacho Morales.

Asesor : Mg. Sc. Juan Alarcón Camacho.

DEDICATORIA

A mi querida madre Donatila Cajamarca Sierra; por darme la vida, regocijarme en sus brazos y por aun tener la dicha de abrazarla, por todo el amor que siempre me brinda y el apoyo incondicional para salir adelante. Para ti mamá con todo el amor del mundo.

A mi amado hijo Alvarito, por ser la razón y alegría de mi vida, porque me llena de dicha y motivación para seguir adelante.

A la compañera de mi vida, Susana; por su amor tiempo, comprensión, atención y cariño que nos brinda en cada uno de nuestros días.

A mis queridos hermanos: Chabuca, Brigitte, Dayana y Miguel, por los recuerdos inolvidables y por formar parte de mi vida. Los llevo siempre en mi corazón.

Con mucho cariño a mis queridos tíos Humberto y Nancy; por el cariño e incondicional apoyo que me dieron para lograr este objetivo.

Yuri Edward.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica de los Andes, mi alma mater, en especial a la Escuela Profesional de Agronomía, por acogerme en sus aulas y brindarme el conocimiento para llegar a ser profesional.

Al Mg Sc. Juan Alarcón Camacho, por su asesoramiento, tiempo y apoyo brindado en mi trabajo de investigación.

Agradecer también a la Ing. Rosa Marrufo Montoya por sus recomendaciones y apoyo desinteresado en el avance de mi tesis.

De igual manera a cada uno de los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, por impartirme sus conocimientos para poder desarrollarme profesionalmente.

Finalmente, expresar mis sinceros agradecimientos a todos mis amigos y compañeros que formaron parte de mi proceso de formación universitaria. Muchas gracias por su ayuda y buena voluntad.

Yuri Edward.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
POST PORTADA.....	ii
PÁGINAS PRELIMINARES	
PÁGINA DE JURADOS	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ACRÓNIMOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. HIPÓTESIS	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. A nivel Internacional	6
2.1.2. A nivel nacional.....	8

2.1.3.	A nivel regional	9
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1.	Abonos Orgánicos	10
2.2.2.	Beneficios del uso de los abonos orgánicos.....	10
2.2.3.	Propiedades de los abonos orgánicos.....	11
2.2.4.	Importancia de los abonos orgánicos	12
2.2.5.	Clasificación de los abonos orgánicos.....	13
2.3.	Abono Orgánico Fermentado Tipo Bocashi	16
2.3.1.	El Abono Orgánico Bocashi, Su Origen.....	17
2.3.2.	Beneficios del uso del bocashi	17
2.3.3.	Elaboración del abono bocashi.....	18
2.3.4.	Etapas del proceso de elaboración del abono orgánico fermentado tipo bocashi	22
2.3.5.	Principales Factores a Considerar en la Elaboración del abono orgánico fermentado	22
2.3.6.	Calidad microbiana del bocashi.....	24
2.3.7.	Evaluación de la madurez y la estabilidad del Bocashi	25
2.3.8.	Cultivo De Brócoli	26
2.4.	MARCO CONCEPTUAL	35
2.4.1.	Sustrato	35
2.4.2.	Cultivar Legacy	35
2.4.3.	Almacigo.....	36
2.4.4.	Siembra directa.....	36
2.4.5.	Siembra indirecta.....	36
2.4.6.	Producción de plántulas en bandeja.....	37

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	UBICACIÓN	38
------	-----------------	----

3.1.1.	Ubicación geográfica	38
3.1.2.	Ubicación Hidrográfica.....	38
3.2.	MATERIALES	38
3.2.1.	Materiales de Laboratorio	38
3.2.2.	Materiales Biológicos.....	39
3.2.3.	Materiales de Campo.....	39
3.2.4.	Herramientas Agrícolas	39
3.2.5.	Materiales de Gabinete.....	39
3.3.	METODOLOGÍA	40
3.3.1.	Método.....	40
3.3.2.	Operacionalización de variables.....	40
3.3.3.	Diseño Experimental.....	41
3.3.4.	Población.....	42
3.3.5.	Muestra.....	42
3.3.6.	Técnicas e Instrumentos.....	42
3.3.7.	Tratamientos.....	42
3.3.8.	Características del campo experimental.....	43
3.3.9.	Reglas de decisión	45
3.3.10.	Variables.....	47
3.3.11.	Actividades realizadas para el experimento	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Elaboración del abono tipo bocashi.	51
4.2.	Porcentaje de germinación (%).....	57
4.3.	Altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).....	61
4.4.	Altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).....	67
4.5.	Variable diámetro de tallo a los 50 días del trasplante (mm).....	72

4.6. Número de hojas a los 20 días de la siembra	77
4.7. Número de hojas a los 50 días de la siembra	82
4.8. Variable longitud radicular (cm).....	87
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	94
ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO	95
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01. Clasificación de los abonos orgánicos	16
TABLA N° 02. Matriz de operacionalización de variables.....	40
TABLA N° 03. Proporciones de bocashi y tierra agrícola para los sustratos en estudio.	42
TABLA N° 04. Características del experimento.....	45
TABLA N° 05. Prueba de germinación.	48
TABLA N° 06. Insumos para la elaboración de abono tipo bocashi.	51
TABLA N° 07. Registro de temperaturas de abono tipo bocashi.	54
TABLA N° 08. Análisis de materia orgánica del abono tipo bocashi.....	57
TABLA N° 09. Evaluación del porcentaje de germinación (%).	57
TABLA N°10. Análisis de varianza del porcentaje de germinación (%).	58
TABLA N° 11. Evaluación de la altura de plántulas (cm).....	61
TABLA N° 12. Análisis de variancia de la altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).	62
TABLA N° 13. Prueba tukey de la altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).....	66
TABLA N° 14. Evaluación de altura de plántulas a los 50 días después de la siembra (cm).	67
TABLA N° 15. Análisis de variancia de la altura de plántulas a los 50 días después de la siembra (cm).	68
TABLA N° 16. Prueba tukey de la altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).....	71
TABLA N° 17. Evaluación del diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).	72
TABLA N° 18. Análisis de variancia del diámetro del tallo a los 50 días del trasplante (mm).	73
TABLA N° 19. Prueba tukey del diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).....	76
TABLA N° 20. Evaluación de numero de hojas a los 20 días de la siembra. ..	78
TABLA N° 21. Análisis de variancia del número de hojas a los 20 días de la siembra.	78
TABLA N° 22. Prueba tukey del número de hoja a los 20 días de la siembra.	81

TABLA N° 23. Evaluación de numero de hojas a los 50 días de la siembra. ..	83
TABLA N° 24. Análisis de variancia del número de hojas a los 50 días de la siembra.	83
TABLA N° 25. Prueba tukey del número de hoja a los 50 días de la siembra.	87
TABLA N° 26. Evaluación de la variable longitud radicular (cm).	88
TABLA N° 27. Análisis de variancia de la longitud radicular a los 50 días de la siembra (cm).	88
TABLA N° 28. Comparación de medias de la longitud (cm).	91

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 01. Ciclo biológico del brócoli.	29
FIGURA Nº 02. Croquis de la parcela experimental (DBCA).	44
FIGURA Nº 03. Detalle de una bandeja germinadora.	44
FIGURA Nº 04. Proporciones de insumos para la elaboración de abono tipo bocashi.	52
FIGURA Nº 05. Temperatura del abono tipo bocashi durante el proceso de elaboración.	55
FIGURA Nº 06. Diagrama de flujo.	56
FIGURA Nº 07. Test visual de independencia de residuos.	59
FIGURA Nº 08. Curva de densidad observada – porcentaje de germinación (%).	59
FIGURA Nº 9. Gráfica de cajas de porcentaje de germinación (%).	60
FIGURA Nº 10. Medias del porcentaje de germinación (%).	61
FIGURA Nº 11. Test visual de independencia de residuos.	63
FIGURA Nº 12. Curva de densidad observada para altura de planta a los 20 días de la siembra (cm).	64
FIGURA Nº 13. Gráfica de cajas para altura de planta a los 20 días de la siembra (cm).	65
FIGURA Nº 14. Prueba de comparación de medias de altura de plántulas a los 20 días de la siembra.	66
FIGURA Nº 15. Test visual de independencia de residuos.	68
FIGURA Nº 16. Curva de densidad observada para altura de planta a los 50 días de la siembra (cm).	69
FIGURA Nº 17. Gráfica de cajas para altura de planta a los 50 días de la siembra (cm).	70
FIGURA Nº 18. Prueba de comparación de medias de altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).	72
FIGURA Nº 19. Test visual de independencia de residuos diámetro a los 50 días de la siembra (mm).	74
FIGURA Nº 20. Curva de densidad observada para diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).	75
FIGURA Nº 21. Gráfica de cajas para diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).	76

FIGURA N° 22. Prueba de comparación de medias de diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).	77
FIGURA N° 23. Test visual de independencia de residuos número de hojas a los 20 días de la siembra.....	79
FIGURA N° 24. Curva de densidad observada para número de hojas a los 20 días de la siembra.....	80
FIGURA N° 25. Gráfica de cajas para número de hojas a los 20 días de la siembra.	81
FIGURA N° 26. Prueba de comparación de medias de número de hojas a los 20 días de la siembra.....	82
FIGURA N° 27. Test visual de independencia de residuos número de hojas a los 50 días de la siembra.....	84
FIGURA N° 28. Curva de densidad observada para número de hojas a los 50 días de la siembra.....	85
FIGURA N° 29. Gráfica de cajas para número de hojas a los 50 días de la siembra.	86
FIGURA N° 30. Prueba de comparación de medias de número de hojas a los 50 días de la siembra.....	87
FIGURA N° 31. Test visual de independencia de residuos longitud radicular (cm).	89
FIGURA N° 32. Curva de densidad observada para longitud radicular (cm)....	90
FIGURA N° 33. Gráfica de cajas para longitud radicular (cm).	91
FIGURA N° 34. Prueba de comparación de medias de número de longitud radicular (cm).	92

ACRÓNIMOS

ANVA : Análisis de Varianza.

DBCA : Diseño con Bloques Completamente Aleatorizado.

UFC : Unidades Formadoras de Colonias

CIC : Capacidad de Intercambio Catiónico

MO : Materia Orgánica

P : Peso

M : masa

v : volumen

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el distrito Andahuaylas de la provincia del mismo nombre del departamento de Apurímac; y se realizó con la finalidad de elaborar evaluar tres proporciones (%) de abono tipo bocashi en mezcla con tierra agrícola para la producción de almácigos de brócoli de la variedad Legacy, para posteriormente medir su efecto en la calidad de las plántulas.

Para el caso de este experimento se utilizó el Diseño con Bloques Completos al Azar (DBCA), el cual contó con 4 tratamientos y 4 repeticiones, con un total de 16 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de germinación (%), altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm), número de hojas a los 20 días de la siembra, altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm), número de hojas a los 50 días de la siembra, diámetro de tallo (mm), longitud radicular (cm). Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 0.05%. Los tratamientos evaluados fueron; Tratamiento 1 o testigo = 100% Tierra Agrícola, Tratamiento 2 = 30% de Abono Tipo Bocashi + 70% Tierra Agrícola, Tratamiento 3 = 60% tierra agrícola + 40% Abono Tipo Bocashi y el Tratamiento 4 = 50% Tierra Agrícola + 50% Abono Tipo Bocashi. De los tratamientos señalados, la aplicación del tratamiento 4 permite alcanzar los mejores resultados en las variables agronómicas en las plántulas de brócoli.

Palabras Claves: Abono, tipo bocashi, proporciones, tierra agrícola, plántulas.

ABSTRACT

This research work was carried out in the Andahuaylas district of the province of the same name in the department of Apurímac; and it was carried out in order to evaluate three proportions (%) of bocashi type fertilizer mixed with agricultural land for the production of broccoli seedlings of the Legacy variety, to later measure its effect on the quality of the seedlings.

For the case of this experiment, the Design with Complete Random Blocks (DBCA) was used, which had 4 treatments and 4 repetitions, with a total of 16 experimental units. The variables evaluated were: germination percentage (%), seedling height at 20 days after sowing (cm), number of leaves at 20 days after sowing, seedling height at 50 days after sowing. planting. sowing (cm), number of leaves 50 days after sowing, stem diameter (mm), root length (cm). The data obtained were subjected to analysis of variance (ANVA) and Tukey's multiple comparison test with a significance level of 0.05%. The evaluated treatments were; Treatment 1 or control = 100% Agricultural land, Treatment 2 = 30% Bocashi type compost + 70% Agricultural land, Treatment 3 = 60% Agricultural land + 40% Bocashi type compost and Treatment 4 = 50% Agricultural land + 50% Bocashi type Fertilizer. Of the indicated treatments, the application of treatment 4 allows to achieve the best results in the agronomic variables in broccoli seedlings.

Key words: fertilizer, bocashi type, proportions, agricultural land, seedlings.

INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea*) variedad Legacy es una hortaliza muy valorada y consumida en el mundo debido a su alto valor nutricional, rico en vitaminas, fibra y un contenido reducido en calorías. También algunos estudios revelan que esta crucífera previene algunas enfermedades como el cáncer y la diabetes.

El brócoli fue introducido en el Perú hace más de 60 años y su producción era limitada para un fragmento del mercado limeño. Sin embargo, en las últimas décadas en Andahuaylas está cobrando acogida por muchos consumidores por su versatilidad en la alimentación, por lo que algunos horticultores locales empezaron a tomarle importancia a este cultivo.

En esta zona el brócoli se cultiva mediante la siembra indirecta, disponiendo del suelo para almacigar las semillas, siendo este un medio deficiente para obtener plántulas de calidad. Un medio de germinación y crecimiento puede estar compuesto solo de tierra agrícola. Sin embargo; con la combinación de un material compuesto y rico en nutrientes se puede brindar un sustrato de mejor calidad, con buena retención del agua y nutrientes, permitiendo un buen desarrollo y anclaje radicular, necesarios la obtención de plántulas vigorosas.

Una alternativa poco conocida en la producción de semilleros es el bocashi, que es un abono elaborado a partir de insumos de fácil acceso, su uso ayuda a mejorar la calidad del sustrato, proporcionando minerales, materia orgánica y microorganismos necesarios para que las plantas tengan un medio adecuado de crecimiento.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Valle del Chumbao se concentra una producción de hortalizas muy variada, que son cultivadas en pequeños huertos familiares y destinados al mercado local y el brócoli está incluida entre estas, siendo la variedad Legacy uno de los híbridos más utilizados debido a su alto potencial genético para su producción.

Sin embargo; hay agricultores que producen brócoli sin tener en cuenta la importancia de utilizar un buen sustrato en sus almácigos, pues el suelo en los que lo producen no brinda las condiciones ni los nutrientes necesarios que un buen sustrato debe tener, obteniendo plántulas débiles, poco vigorosas, de baja calidad y con alto índice de mortandad, limitando el potencial genético de la variedad, generando pérdidas para el agricultor. Aunque existe una oferta variada de sustratos comerciales para almácigos en el mercado nacional, no todos pueden permitirse comprarlos debido a su alto costo.

El problema radica en la limitada información sobre la elaboración y uso de los abonos orgánicos como el bocashi en la producción de almácigos de brócoli, que tiene como efecto final la baja calidad de plántulas.

Bajo este contexto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Será posible que la aplicación del abono tipo bocashi mejore la calidad de la producción de los almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*) Variedad Legacy?

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Elaborar y utilizar el abono tipo bocashi en la producción de almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Legacy – Andahuaylas.

1.1.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar la elaboración del abono tipo bocashi en la producción de almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*).
- ✓ Evaluar el efecto de tres proporciones de abono tipo bocashi en las características agronómicas de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Legacy.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El bocashi es un tipo de abono orgánico que se dejan descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal, vegetal y mineral que, debido a su alto contenido de materia orgánica, minerales y microorganismos, mejora de las características físicas, químicas y biológicas del sustrato, brindando un medio nutritivo y diferente al suelo a lo que la mayoría de horticultores de nuestra zona están acostumbrados a utilizar en sus semilleros, garantizando la germinación de las semillas con un mínimo de mortandad, permitiendo un buen desarrollo y anclaje radicular, obteniéndose plántulas vigorosas y de buena calidad para el trasplante.

El presente trabajo de investigación es relevante porque se tiene la necesidad de disponer de un abono producido en nuestra localidad, en un corto periodo de tiempo y de demostrada calidad. Además, los resultados de la presente investigación servirán como precedente para la producción de semilleros y tener en cuenta como parte de un plan de producción del cultivo de brócoli, fomentándose como una alternativa de producción con un enfoque orgánico, sustentable y económicamente rentable, al mismo tiempo que garantice el éxito de una buena producción.

1.3. HIPÓTESIS

Al menos una de las proporciones de abono tipo bocashi obtendrá mejor respuesta en las características agronómicas de los almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*) Var. Legacy.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel Internacional

Ramos et al., (2016), En su tesis que lleva por título “Respuesta del cultivo del plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizante mineral en etapa de vivero” el experimento de ejecutó en Bocas del Toro, Panamá, se evaluaron seis tratamientos con diseño DBCA, en donde se evaluó el crecimiento de los plantones en fase de vivero. La aplicación de los diferentes tratamientos evidenció que es posible la producción de plántulas de plátano a nivel de vivero, con un adelanto de siete días con respecto al control de producción (suelo + 3 g de fosfato diamónico (DAP) por planta). A partir de la proporción 50:50 (v/v) del sustrato suelo: Bocashi, con la incorporación de 1,5 g de DAP por bolsa se obtiene un adecuado crecimiento de las plantas en variables como altura, diámetro del pseudotallo y número de hojas. Además, las plantas cuentan con una concentración de nutrientes similar a las que crecieron con el tratamiento de producción. En

conclusión, se demuestra la eficacia del Bocashi donde, a nivel de vivero se debe utilizar una proporción 50 y 50 de suelo: Bocashi (v/v) más 1,5 g de fosfato di amónico (DAP), obteniéndose plántulas de óptima calidad, reduciendo en siete días la permanencia en el vivero.

Mendivil et al., (2019) en su trabajo de investigación: “Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano” donde se elaboró bocashi para determinar el efecto de este en la germinación y desarrollo del rábano. Los tratamientos utilizados fueron: aserrín-mango plátano (BA), mango (BM) y tradicional (BT). Para el análisis de laboratorio se tomó una muestra de 1 kg de cada bocashi. La evaluación de emergencia en semillas se realizó en bandejas de germinadora con mezcla de bocashi – peat moss (1:1 v/v), en triplicado. Tierra agrícola como testigo (A). Los resultados evidenciaron que, el tratamiento A obtuvo mayor germinación de semillas; así como en el desarrollo de la planta, mayor la altura y número de hojas. Pero en el tratamiento BT se observó mayor acumulación de biomasa seca.

Sequeira (2019) en su trabajo de investigación “Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) cv. Tropicana”, formuló cinco proporciones de bocashi: agua - lacto suero ácido: A100 (100% agua), A75:S25 (75% agua - 25% lacto-suero), A50:S50 (50% agua - 50% lacto - suero ácido), A25:S75 (25% agua - 75% lacto-suero ácido) y S100 (100% lacto - suero ácido) se le incorporó al suelo y se comparó con un testigo, utilizando el diseño con bloques

completos al azar con cuatro repeticiones y 40 plantas por repetición. Las variables evaluadas en la elaboración de bocashi fueron: temperatura, pH y conductividad eléctrica; y en el cultivo de lechuga: peso fresco foliar y radicular (g) y rendimiento (t/ha). Todos los bocashi alcanzaron temperaturas superiores a 55°C a los tres días después de elaboración (DDE) y llegaron a temperatura ambiente a los 21 DDE. A los 21 DDE todos los tratamientos presentaron un pH cercano a la neutralidad (7.1-7.6). La conductividad eléctrica incrementó en todos los tratamientos. Las plantas fertilizadas con bocashi S100 obtuvieron un mayor rendimiento (22.6 t/ha), peso fresco foliar (340 g) y radicular (15.1 g), comparando con los demás tratamientos.

2.1.2. A nivel nacional

Merino y Yahuara (2019) En su trabajo de investigación Biofertilización a través del “bocashi” para la mejora de la producción de culantro (*Coriandrium sativum*) y rabanito (*Raphanus sativus*), pakuy 2019, en el cual buscan alternativas de biofertilización que permitan reducir la contaminación y aumenten la producción de hortalizas. Con respecto al cultivo de culantro, se evaluó el tamaño de la raíz y, con respecto al rabanito el peso del bulbo, en ambos se evaluó la parte aérea de la planta. Los resultados obtenidos en el cultivo de rabanito, concluyen que, la adición del Bocashi al 50% permite incrementar de 952.49 g en el peso del bulbo por metro cuadrado de cultivo; en el caso del cultivo de culantro, la adición de

la proporción de 25% de Bocashi permitió un aumento de 5.8 cm a la longitud de la parte aérea de la planta.

Sarmiento (2019), en su tesis de investigación “Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas”. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del bocashi y microorganismos eficientes (EM) y determinar el rendimiento en el cultivo de fresa (*Fragaria xananassa Duch*). Se evaluaron 3 niveles de bocashi: 4, 6 y 8 t ·ha⁻¹ y 2 niveles de EM: 1 y 2 l·t de bocashi ·l que, combinados, generaron 6 tratamientos con 3 repeticiones por cada uno; se utilizó el diseño estadístico DBCA con arreglo factorial 3x2. Los tratamientos se aplicaron antes del trasplante de los esquejes (50% de dosis total) y a los a 45 días del trasplante (50% de dosis total) en forma focalizada. Los mejores resultados en el rendimiento total de frutos de fresa cv. Selva se obtuvieron con 6,942 t·ha⁻¹, producto de la interacción entre 8 t de bocashi·ha⁻¹ y 1 l de EM·t de bocashi·l; obteniendo la mejor calidad de frutos según su calibre: 30% de categoría A (2,083 t·ha⁻¹), 35% categoría B (2,430 t·ha⁻¹), 25% categoría C (1,736 t·ha⁻¹), 6% categoría D (0,417 t·ha⁻¹) y 4% de categoría E (0,276 t·ha⁻¹).

2.1.3. A nivel regional

No se encontró bibliográfico referente al tema de investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Abonos Orgánicos

Soto y Meléndez (2003) definen por abono orgánico a todo insumo de origen natural que se utiliza para fertilizar los cultivos y como un mejorador de suelos. **Infoagro (2017)**, agrega que los abonos orgánicos son elementos constituidos por restos de origen animal, vegetal o mixto que se incorporan en el suelo para mejorar las características físicas, biológicas y químicas de este. Pueden estar constituidos por residuos de cultivos anteriores; cultivos para abonos verdes como leguminosas que fijan nitrógeno; residuos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (restos de cocina, excretas); compost elaborado a partir de los insumos antes mencionados.

Balaguer (1999), sostiene que los abonos orgánicos son producto de un proceso biológico en el cual la materia orgánica es reducida en un material relativamente estable, el cual se obtiene por la descomposición o fermentación de residuos de origen animal o vegetal, en la mayoría de los casos abonos orgánicos se descomponen en condiciones anaeróbicas.

2.2.2. Beneficios del uso de los abonos orgánicos

Suquilanda (2005), refiere que el abonamiento consiste en incorporar elementos minerales u orgánicos al suelo con la finalidad de incrementar su capacidad nutritiva, por medio de esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por lo

cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradados por efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de los cultivos en cualquier tipo de suelo

2.2.3. Propiedades de los abonos orgánicos

Mosquera (2010), Argumenta que nutrientes contenidos de los abonos orgánicos está en función de las concentraciones de éstos en los residuos utilizados. Los abonos orgánicos actúan fundamentalmente sobre tres propiedades del suelo: físicas, químicas y biológicas.

2.2.3.1. Propiedades físicas

Los fertilizantes orgánicos absorben más radiación solar, gracias a su color oscuro, y el suelo recibe más temperatura, lo que facilita la absorción de nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo, haciendo que la arcilla sea más liviana y el suelo arenoso más denso. También afecta el drenaje y la aireación, mejorando así la permeabilidad del suelo. Aumenta la capacidad de retención del agua en el suelo, lo que mejora el uso del agua para el riego. Además, también reduce la erosión provocada por la acción del agua y el viento.

2.2.3.2. Propiedades químicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad.

2.2.3.3. Propiedades biológicas

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, incrementando la actividad radicular y la mayor actividad de microorganismos aerobios. También son productores de sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento, aumentan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo.

2.2.4. Importancia de los abonos orgánicos

Infoagro (2017) menciona que, no podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos.

Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Existen incluso empresas que están

buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

En estos centros se producen distintas sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura. Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, etc.

2.2.5. Clasificación de los abonos orgánicos

Cosechando Natural (2017) describe que, según a la forma en que se obtengan, podrían clasificarse en dos tipos: no procesados y procesados.

2.2.5.1. Abonos no procesados

En términos generales, se refiere a las excretas de los animales y a los residuos de origen vegetal. Para este caso, existe un proceso de descomposición de manera natural sin la intervención de la mano del hombre.

Se pueden obtener una variedad de abonos de este tipo según el animal a tener en cuenta. El excremento de murciélago, también conocido como guano, es muy rico en compuestos como nitrógeno y fósforo, la disponibilidad de estos dos elementos depende de la humedad de este. Otro abono para mencionar es la gallinaza la cual obtiene del excremento de las gallinas, este es un abono contiene altas concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Uno de los términos más conocidos es el estiércol, este es un abono se obtiene del ganado vacuno, porcino, equino, caprino y ovino. En su mayoría los excrementos se utilizan sin procesar, se dejan secar antes de colocar en la superficie del suelo para abonarlo. El abono no procesado de origen vegetal es la turba. Este abono es el resultado de putrefacción y carbonificación parcial de la vegetación en pantanos, marismas y humedales. Su formación es relativamente lenta por la escasa actividad microbiana, ya que en el agua se genera un ambiente ácido y con baja concentración de oxígeno.

2.2.5.2. Abonos procesados

A este tipo de abonos se le realiza un tratamiento para acelerar la descomposición de todo su contenido o materia orgánica, de allí su nombre. Este tipo de abonos pueden ser líquidos o sólidos. El abono más utilizado es la composta. Resulta de una mezcla de materia orgánica de

origen distinto: residuos provenientes de cocina como trozos de verdura, cascara; excretas de animales como gallinas, puercos, vacas, borregos; residuos de plantas obtenidos de podas como hojas y tallos.

Una manera de mejorar la composta es incorporando lombrices, estas las digieren y las excretan, resultando una vermicomposta. La más utilizada es la lombriz roja californiana.

La fermentación del excremento de ovejas a través de levaduras, da como resultado el bocashi. Es un orgánico utilizado para recuperar suelos perdidos por erosión.

La vermicomposta y el bocashi son utilizados como sustrato de plantas o en mezcla con tierra para abonarlo. También existen abonos líquidos en este caso los lixiviados obtenidos de la vermicomposta o los bioles que son elaborados de diferente manera.

Los bioles se elaboran a partir de la fermentación las excretas de vaca, se adicionan plantas con sustancias beneficiosas para el cultivo. Aparte de abonar al suelo, también son usados como bio-repelentes.

La Elaboración de los abonos orgánicos pueden variar, dependiendo la disponibilidad de insumos de cada región.

TABLA N° 01. Clasificación de los abonos orgánicos

FUENTE DE NUTRIMENTOS	GRADO DE PROCESAMIENTO	SÓLIDO	LÍQUIDOS
Materia orgánica	Sin procesar	Residuos vegetales: -Residuos de cosecha de -Residuos de poda de -Residuos de postcosecha de Residuos animales: -Estiércoles frescos de -Residuos de mataderos y otros. Coberturas: - Abonos verdes y mulch.	Efluentes: - Pulpa de café -Desechos de origen animal - Otros residuos líquidos.
	Procesados	- Compost - Lombricompost - Bocashi - Ácidos húmicos	- Biofermentos - Té de compost -Ácidos húmicos -Té de estiércol -Extractos de algas

Fuente: Ramos y Terry (2014).

2.3. Abono Orgánico Fermentado Tipo Bocashi

Restrepo (1996), menciona que la palabra bocashi proviene del vocablo japonés y, en el caso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa elevar la temperatura de los insumos mediante el calor del vapor generado por la fermentación aeróbica de estos.

Martínez et. al. (1999), agrega que el bocashi es un abono orgánico fermentado, elaborado a partir del estiércol y otros elementos orgánicos que provienen de los desechos o subproductos de la misma unidad de producción y que por tanto no le cuestan al agricultor, los cuales son

sometidos a fermentación aerobia, porque necesita del aire y requiere participación activa de microorganismos, que son necesarios para la descomposición de los materiales que entran en la mezcla y para aportar al suelo una nueva microflora microbiana.

2.3.1. El Abono Orgánico Bocashi, Su Origen

Cuesta (2006) afirma que, la palabra “bo-ca-shi” significa fermentación y que, antiguamente, los japoneses utilizaban sus propios excrementos para su elaboración para después incorporarlo al suelo como abono en el cultivo de arroz. Al mismo tiempo **De Luna y Vázquez. (2009)** afirman que, este tipo de abono es producto de la fermentación, relativamente estable, económico y de fácil preparación.

2.3.2. Beneficios del uso del bocashi

La FAO (2011) describe los siguientes beneficios:

- ✓ Bajos costos de producción en comparación al precio de los fertilizantes sintéticos que son elevados, teniendo una mejor rentabilidad de los cultivos.
- ✓ Minimiza el uso de abonos sintéticos, evitando la contaminación del medio ambiente.
- ✓ El uso del bocashi en los cultivos contribuye a la conservación del suelo, mayor retención de agua de lluvia, reduce la temperatura protegiendo la biodiversidad.

- ✓ El uso del bocashi reduce la acidez del suelo en los cultivos.

2.3.3. Elaboración del abono bocashi

Cuesta citado por Monzón (2016) Explica que, es importante tener en cuenta los insumos para obtener un abono orgánico de calidad y que para mantener valores constantes de calidad se debe tener un buen programa de elaboración el cual nos permita planificar la materia prima de acuerdo a la época en que están disponibles.

Ingredientes:

Si queremos obtener tres toneladas de abono orgánico fermentado tipo bocashi necesitamos:

- 20 costales de estiércol (vaca, gallina, borrego, caballo, etc.).
- 20 costales de zacate (verde o seco) o paja bien picada o cascabillo de café.
- 20 costales de tierra negra, de preferencia cernida.
- 6 costales de carbón quebrados o elaborarlo quemando elote.
- 1 costal de maíz molido.
- 1 bolsa de cal o ceniza.
- 2 libras de levadura para pan o vinagre de piña.
- 4 litros de melaza o 2 kg de panela o 5 litros de agua bien azucarada.
- Agua, la necesaria.
- 5 bolsas de pulpa de café.

Pasos para elaborar bocashi:

Es imprescindible tener en cuenta el lugar donde prepararlo, este debe estar protegido del sol y de la lluvia y preferentemente en una superficie plana.

1. Incorporar uno sobre otro cada uno de los ingredientes, no es importante el orden porque se revolverá hasta homogenizar la mezcla.
2. Se disuelve la panela y la melaza en agua aplicando a la mezcla a medida que se aplica el agua. Lo mismo con el vinagre.
3. La aplicación del agua debe la necesaria y uniforme mezclando bien con los insumos.
4. Se debe seguir mezclando hasta quedar todo uniforme.
5. Terminada la mezcla, se procede a la prueba del puño para determinar la humedad.
6. Luego se procede a extender la mezcla en forma rectangular con una altura de 0.60m y 1.5m de ancho por el largo requerido.
7. Es necesario cubrir con costales la totalidad del preparado y solo deberá ser por un día.
8. En los primeros días no se debe permitir que el abono alcance temperaturas de 80 °C, por lo que es recomendable realizar las prácticas siguientes:

En los primeros 5 días darle 2 vueltas, una por la mañana y otra por la tarde.

Ir rebajando gradualmente la altura del montón hasta dejarlo a 20 cm de altura al octavo día.

A partir del sexto día se puede realizar solo una vuelta por la tarde o por la mañana.

El bocashi estará listo entre los doce o quince días, cuando tenga una temperatura igual a la del ambiente, coloración grisácea, aspecto polvoso, consistencia suelta y sin olor desagradable.

Restrepo (2009) Añade que, los insumos para la elaboración del bocashi se deben ajustar a las condiciones y materiales existentes de cada zona y que existen otras fórmulas para su elaboración.

En la elaboración del bocashi se puede tener en cuenta los siguientes insumos o materiales:

- ✓ **Suelo:** Es un ingrediente muy imprescindible para la elaboración de este abono, porque suministra los microorganismos necesarios para transformar los desechos orgánicos.
- ✓ **Gallinaza y estiércol de ganado:** Son la principal fuente de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrimentos.
- ✓ **Ceniza:** Son la principal fuente de potasio, se consigue de los fogones o estufas caseras que funcionan con leña.

- ✓ **Cal:** Es fuente de calcio y magnesio, es una enmienda utilizada para neutralizar la acidez de los estiércoles y materiales verdes que se utilizan.
- ✓ **Melaza:** Es fuente de energía para los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos. También, provee cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrimentos.
- ✓ **Residuos vegetales:** Son fuente rica de nutrimentos para los microorganismos.
- ✓ **Suero o ácido láctico:** es un derivado de la leche, es un fuerte esterilizante y supresor de microorganismos nocivos. Además, posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica.
- ✓ **Levaduras:** Son las encargadas de producir las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, favoreciendo la división celular y el crecimiento radicular.
- ✓ **Carbón triturado o en polvo:** contribuye a mejorar las características físicas del abono orgánico como la aireación, absorción de calor y humedad. Actúa como una esponja reteniendo, filtrando y liberando poco a poco los nutrimentos.
- ✓ **Agua:** Crea condiciones óptimas para la actividad microbiana durante la fermentación y la reproducción. Demasiada o muy poca agua afecta en la obtención de un abono de buena calidad.

2.3.4. Etapas del proceso de elaboración del abono orgánico fermentado tipo bocashi

Bertolí et. al. (2009) mencionan que, puede decirse que existen dos etapas bien definidas:

La estabilización es la primera etapa por la que pasa el abono, si no se controla adecuadamente la temperatura puede alcanzar entre 70 y 75 °C, esto devino al aumento de la actividad microbiana. Una vez que la fuente de energía que retroalimentaba el proceso, se agota la temperatura del abono empieza a bajar. Es aquí donde el abono empieza su estabilización y solo quedan los materiales que presentan mayor resistencia a la degradación a corto plazo. En este momento el abono pasa a una segunda etapa que es la maduración, en la cual la degradación de los materiales que aún permanecen es más lenta, para posteriormente llegar a su estado ideal para su uso.

2.3.5. Principales Factores a Considerar en la Elaboración del abono orgánico fermentado

Piñeros (2010), describe los siguientes factores:

- ✓ **Temperatura.** Está en función del incremento de la actividad microbiológica del abono, que comienza con la mezcla de los componentes. Después de 14 horas del haberse preparado el abono debe de presentar temperaturas superiores a 50°C.
- ✓ **La humedad.** Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación cuando está fabricando el abono. Tanto la falta como el exceso de humedad son perjudiciales para la

obtención final de un abono de calidad. La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso.

- ✓ **La aireación.** Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 10% de oxígeno. Si en caso de exceso de humedad los micro poros presentan un estado anaeróbico, se perjudica la aeración y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad.
- ✓ **El tamaño de las partículas de los ingredientes.** La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica. Sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas puede llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado. Cuando la mezcla tiene demasiadas partículas pequeñas, se puede agregar relleno de paja o carbón vegetal.
- ✓ **El pH.** Es importante mantener valores entre 6 a 7.5, ya que valores muy elevados perjudican la actividad microbiana de la descomposición de los insumos.
- ✓ **Relación carbono-nitrógeno.** La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por

volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación.

2.3.6. Calidad microbiana del bocashi

Ramos y Terry (2014) mencionan que, los análisis microbiológicos que se le realizan al Bocashi incluyen la estimación de microorganismos (hongos, actinomicetos y bacterias totales) mediante aislamientos microbiológicos y conteos de las unidades formadoras de colonias (UFC).

El compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, por lo tanto, los factores que afecten la actividad microbiana tendrán incidencia directa sobre la transformación y calidad del compost. Los microorganismos, para reproducirse y crecer, deben degradar los residuos para transformar energía y sintetizar nuevo material celular. La obtención de energía puede ser por medio de la respiración y la fermentación.

Se estableció que las bacterias y hongos se encargan de la fase mesófila, especialmente bacterias del género *Bacillus* sp, aunque existen también algunos *Bacillus* termófilos. El 10 % de la descomposición es realizada por bacterias y del 15-30 % es realizada por actinomicetos. Después de que los materiales lábiles han desaparecido, los microorganismos predominantes son los actinomicetos, hongos y levaduras.

Con respecto a la abundancia de los actinomicetos en relación con los hongos, dan un indicio de la madurez del abono obtenido, ya que

los materiales con bajas cantidades de este tipo de microorganismos son frescos o no están compostados totalmente. Cabe destacar, que algunos autores señalan la capacidad supresora de los actinomicetos contra algunos de los organismos patógenos de los cultivos más comunes, por lo que la aplicación de estos favorecería el control de enfermedades de los cultivos.

2.3.7. Evaluación de la madurez y la estabilidad del Bocashi

Meléndez y Soto (2003), mencionan que este tipo de abono se evalúa a través de la germinación de semillas, puede ser en forma puro o mezclado tierra agrícola. La determinación del índice de germinación indica la presencia de sustancias fitotóxicas y se considera internacionalmente como uno de los ensayos para determinar madurez del abono.

Suele utilizarse semillas de pepino (*Cucumis sativus*) como indicador para este estudio. A los 21, 31, 41 y 51 días después de producido, se realiza esta evaluación, colocándose diez semillas en vasos plásticos con 227 g de sustrato, con orificios para facilitar el drenaje y que contengan cinco proporciones de la mezcla suelo: Bocashi.

Se evalúan las siguientes proporciones: 100 % Bocashi; 25 % suelo + 75 % Bocashi; 50 % suelo + 50 % Bocashi; 75 % suelo + 25 % Bocashi y 100 % suelo. La aplicación del riego se realiza una vez al día. La evaluación de la germinación se realizará tres días después de la siembra de las semillas. Si germinan más del 90 % de las

semillas puestas en contacto con el abono, puede considerarse que es un abono con condiciones óptimas para su utilización.

2.3.8. Cultivo De Brócoli

2.3.8.1. Origen e historia

Bussard (1994) menciona que, el brócoli tiene su origen en Italia y fue cultivada en las regiones del este y suroeste de Francia. Algunas opiniones dicen que, es el predecesor todas las especies de coliflor cultivadas en la actualidad.

Cásseres (1995) añade que, esta hortaliza al igual que la col y coliflor, tienen un ancestro común en el repollo original, que fue planta silvestre y llegó al Mediterráneo de Asia Menor a las peñas calcáreas de Inglaterra y a las costas de Dinamarca, Francia, y España. Su origen es muy antiguo existiendo referencia histórica sobre su cultivo antes de la era cristiana.

Ogden (1992) refiere que, probablemente el origen del brócoli, es en la parte noreste del mediterráneo y luego fue introducido a Italia antes del Imperio Romano y posteriormente a otros países de Europa Occidental. En Inglaterra habría ocurrido después del 1700 para luego ser llevado a los Estados Unidos, donde se datan las primeras descripciones en el siglo XIX (1806).

2.3.8.2. Taxonomía:

Krarup y Toledo, citados por Grandez (1998), describen de la siguiente manera:

- ✓ Reino : Vegetal
- ✓ División : Angiospermae
- ✓ Clase : Dicotiledonea
- ✓ Orden : Rhocerales
- ✓ Familia : Cruciferae
- ✓ Género : Brassica
- ✓ Especie : *Brassica oleracea* L. var. *italica*
Plenck
- ✓ Nombre común : brócoli

2.3.8.3. Descripción Morfológica:

Limongelli (1979), describe al brócoli como una planta anual o perenne, de mayor tamaño que la coliflor.

Desde el punto de vista botánico, el brócoli es muy similar a la coliflor, solo que, en su caso, la parte comestible es la inflorescencia no madura de color verde, mientras que el caso de la coliflor, la parte comestible es la inflorescencia de color blanco, en su estado primordio.

Montes y Holle (1985), describen al brócoli como una planta que presenta raíz vertical y fusiforme, puede alcanzar una profundidad

entre 0.30 m. a 0.60 m, dependiendo del tipo de suelo y buen drenaje. El tallo es fuerte, de consistencia carnosa y algo prolongado.

El objetivo del cultivo viene a ser la inflorescencia inmadura, la cual se presenta como una masa compacta de menor tamaño y más abierta que la coliflor, el color varía de acuerdo a los diferentes tipos de brócoli.

Existen tres tipos principales de brócoli: verde, blanco y morado, siendo el más utilizado el de color verde.

Posee una inflorescencia compuesta por racimos de flores amarillas con el cáliz de cuatro sépalos, la corola de cuatro pétalos iguales, con seis estambres tetradínamos (dos más cortos) y un ovario con cuatro filas de óvulos; una vez cosechada o cortada la inflorescencia principal, comienza a desarrollar brotes laterales de menor tamaño, estas nacen de las axilas de las hojas o a lo largo del tallo.

2.3.8.4. Fases del cultivo

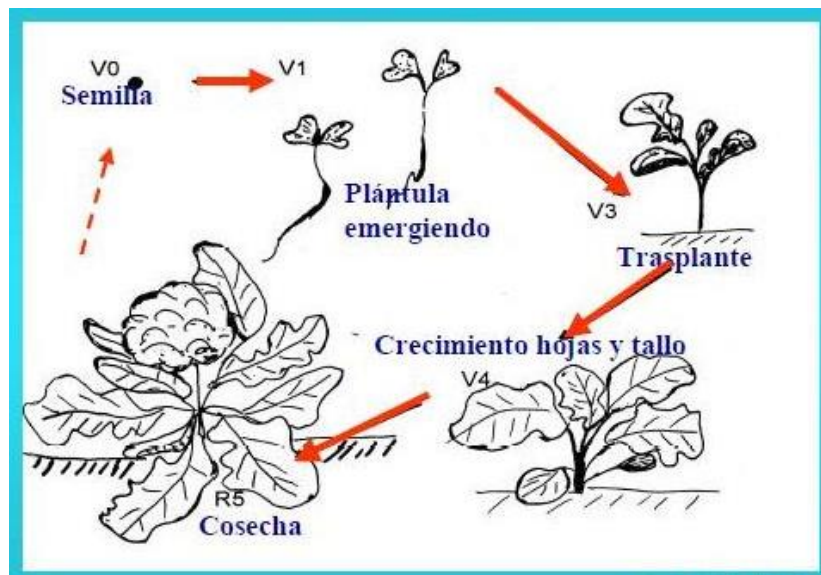
Infoagro (2003), sostiene que en el desarrollo del brócoli se puede considerar las fases siguientes:

- ✓ **De crecimiento:** En esta fase la planta desarrolla solo hojas.
- ✓ **De inducción floral:** después de unos días y con temperaturas bajas, la planta inicia la formación de la flor; al mismo tiempo que está ocurriendo esto, la

planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento.

- ✓ **De formación de pellas:** En la yema terminal de la planta se desarrolla una pella y, al mismo tiempo, en las yemas axilares de las hojas está ocurriendo la fase de inducción floral con la formación de nuevas pellas, que serán bastante más pequeñas que la pella principal.
- ✓ **De floración:** Los tallos que sostienen las pellas inician un crecimiento longitudinal, con apertura de las flores.
- ✓ **De fructificación:** Es aquí donde se forman los frutos y semillas.

FIGURA Nº 01. Ciclo biológico del brócoli.



Fuente: Blogger 2012.

2.3.8.5. Siembra

Canovas y Díaz (1993) menciona que, la propagación del brócoli es por semilla. El trasplante se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas, lo que ocurre aproximadamente treinta días después de la siembra. Si las plantas se trasplantan más desarrolladas puede haber serias pérdidas en el rendimiento, ya que muchas plantas no formarán cabezas. La siembra se puede hacer en lomillos distanciados 40 cm y entre plantas 40 cm o bien en eras de 0,75 cm de ancho y 1 m entre centros, en las que se siembran dos hileras separadas 30 cm y entre plantas 25 cm.

2.3.8.6. Almacigo o semillero

Boutherin (1994) describe que, es un área de terreno preparado y acondicionado especialmente para colocar las semillas con la finalidad de producir su germinación bajo las mejores condiciones y cuidados, a objeto de que pueda crecer sin dificultad hasta que la plántula esté lista para el trasplante. **Rodríguez (2010)**, Afirma que la siembra del cultivo de brócoli debe realizarse con preferencia en almacigueras, bandejas alveoladas o semilleros al aire libre. Uriarte (2005) añade que, debe estar en un sitio cercano a la casa para dar un mejor cuidado.

2.3.8.7. Manejo del cultivo de brócoli en almacigos

Toledo (1995) refiere que, el almacigo constituye una etapa crítica para el cultivo de brócoli. La producción de un buen plantel de plántulas para trasplante dependerá en gran medida del cuidado que le brindemos a estas en el almacigo, cuidando de asegurar las condiciones necesarias para propiciar el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo.

El riego es uno de los aspectos críticos a considerar durante esta etapa. Este debe ser permanente y en el momento oportuno. Inmediatamente después de la siembra se da el primer riego, para proporcionar la humedad necesaria para la germinación adecuadas de las semillas. La velocidad de germinación es dependiente de la temperatura del ambiente, demorando aproximadamente 15 días a 10°C, 6 días a 20°C y 3 días a 30 °C. En condiciones de invierno de la Costa Central, la emergencia de las plántulas ocurre a los 4 – 7 días luego del primer riego.

En un inicio los riegos deben ser en la parte superficial del suelo, para mantener la adecuada húmeda la zona de desarrollo de la semilla la emergencia y posterior crecimiento de las plántulas resultan en el correspondiente desarrollo y profundización del sistema radicular, lo cual

indica la necesidad de riegos más distanciados y prolongados.

Los almácigos sembrados en camas se tienen regarse de preferencia con regadera o algún otro equipo de aspersión.

Los almácigos en surcos pueden regarse por gravedad.

El almacigo debe estar libre de malezas, por cuanto éstas compiten con las plántulas de brócoli por la luz del día, agua, nutrientes y espacio. Estas también son hospederas de plagas y enfermedades que podrían afectar al cultivo.

El deshierbo se realiza manualmente con escardas o azadones. También, se puede aplicar Metazactor. 3 l/ha, pre – emergente al cultivo, inmediatamente luego del primer riego.

En la mayoría de los casos es necesario aplicar pesticidas para el control de plagas como los gusanos de tierra (larvas de noctuides), áfidos (*Brevicoryne brassicae*, *Mizus persicae*), barrenadores de brotes (*Hellula phidilealis*) y comedores de hoja (*Plutellaxylostella*, *pseudo plusiainclunens*, *Leptophlo bjaaripa-deserta*). De igual manera se debe proceder para controlar la incidencia de enfermedades como mildiu (*Peronospora parasítica*).

El programa de control de plagas y enfermedades debe enmarcarse dentro de control integrado; considerando, además, las restricciones de uso de pesticidas

establecidos por los mercados de exportación. Por estas razones, dicho programa de control debe estar a cargo de un profesional especialista.

2.3.8.8. Propiedades del Brócoli Germinado

Botero (2011) menciona, que una muy reciente investigación realizada en 1992 por el equipo de investigadores dirigido por el doctor Paul Talalay director del Laboratorio de Ciencia Molecular de la Escuela de Medicina de la Universidad John Hopkins de Baltimore (Estados Unidos) y fundador de The Brassica Chemoprotection Laboratory - que se dedica a estudiar plantas comestibles que promuevan la actividad de enzimas protectoras del organismo que puedan ayudar a prevenir el desarrollo de distintas enfermedades, entre ellas el cáncer, aisló el sulforafano, un compuesto químico presente en el brócoli y “especialmente en los brotes tiernos de este vegetal” (Germinados) y también aisló su precursor natural: el sulforafano glucosinolato descubriendo que este compuesto natural presente en el brócoli, es el más potente estimulador natural conocido de las mencionadas enzimas de Fase II. Estas enzimas detoxificadoras tanto las de la Fase I como las de la Fase II son enzimas hepáticas a las que se considera la primera línea de defensa del cuerpo frente a las enfermedades, en especial el cáncer.

El sulforano se encuentra en grandes cantidades en el brócoli, pero se incrementa su potencia en el germinado entre 30 a 50 veces, esto hace que el germinado de brócoli como una de las comidas con mayor potencia anticancerígena.

Los brotes de brócoli son ricos en fibra, enzimas y nutrientes, incluyendo vitaminas del complejo B, ácido fólico y vitamina C.

Don, C. (2004) añade que, el brócoli al cabo de de tres días germinado contiene entre 20 a 50 veces la cantidad de compuestos quimioprotectores que contienen las cabezas del brócoli, y puede ofrecer sencillos medios dietéticos de reducir químicamente el riesgo de cáncer.

2.3.8.9. Variedades de brócoli

- ✓ **Al respeto Barrios (2010)** menciona que, los cultivares de esta hortaliza se clasifican de acuerdo al ciclo de formación de la pella desde la siembra hasta la madurez; se conocen tempranas, de media estación y tardías de las cuales corresponde:
- ✓ **Cultivares precoces (menos de 90 días):** Itálica, Chancellor, Dandy Early, Emperor, Green Comet, Green Duke, Premium Crop, Sprinter y Zeus.

- ✓ **Cultivares intermedios (entre 90 y 110 días):** Citation, Clipper, Geen Belt, Green Valiant, Idol, Legend, Ninja y Pirata.
- ✓ **Cultivares tardíos (más de 110 días):** Arcadia, Climax, Legacy, Marathon, Samurai, Shogun y Viking.

2.4. MARCO CONCEPTUAL

2.4.1. Sustrato

Maroto (1990) menciona que, un sustrato es todo material sólido diferente al suelo que, colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla, permite el anclaje de las raíces de la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta. **Robinson (2015)**, añade que el medio de crecimiento puede estar compuesto de un solo material; sin embargo, la combinación de dos o más materiales nos brinda a la planta mejores condiciones para llegar tener el sustrato ideal, que se requiera según la etapa de crecimiento del cultivo, el tipo de contenedor empleado, así como las condiciones ambientales en el área de producción.

2.4.2. Cultivar Legacy

Haro y Maldonado (2009) mencionan que, la principal característica de este cultivar es que produce plantas vigorosas y con un alto potencial de rendimiento, con tallos fuertes y desprovistos de ramificaciones laterales, se adapta muy bien a regiones de clima frío y se utiliza para los mercados locales y extranjeros. **Seminis (2016)**, añade que, tiene una excelente calidad, ideal para mercado fresco y

agroindustria; tiene un periodo vegetativo de 85 a 90 días desde el trasplante; es un híbrido bien adaptado a condiciones frescas (cosechas de otoño invierno); las pellas son de forma de domo, firmes y compactas, granulometría fina.

Rizzo (2010), recomienda que debe trasplantarse a las 3 o 4 semanas de ser almacigadas, y el ciclo de cultivo es de 90 a 100 días después del trasplante realizado.

2.4.3. Almacigo

Holle y Montes 2000, Detallan que el almacigo o semillero es el lugar donde las semillas son depositadas para que den inicio a su crecimiento hasta convertirse en pequeñas plantas o plántulas y estén de tamaño adecuado para el trasplante.

2.4.4. Siembra directa

La Molina (2000) indica que, es cuando se coloca la semilla se coloca directamente en campo definitivo, para ello se requiere una mejor preparación del terreno. Una de las desventajas es la mala germinación de semillas, problemas sanitarios. Por esta razón es necesario sembrar un número mayor de semillas para compensar pérdidas.

2.4.5. Siembra indirecta

La **UNODC (2017)** refiere que, en este tipo de siembra se realiza primero el almacigo, después de unas semanas cuando estas tienen entre 3 a 4 hojas y un tamaño de planta de entre 10 a 12 centímetros, se extraen del almacigo para trasplantar en campo definitivo

preparado con antelación. Ejemplos de hortalizas que se trasplantan son la acelga, beterraga, brócoli entre otros.

2.4.6. Producción de plántulas en bandeja

Valerio (2012), menciona que hay varios motivos por los cuales producir buenas plantas desde un inicio, hacer plantas pequeñas y compactas, garantiza el éxito en el trasplante. Las plántulas sanas y fuertes son ideales para tener un buen inicio en la temporada; hacer buenas raíces es parte del éxito en la producción de plántulas.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN

El trabajo de investigación fue ejecutado en el distrito de Andahuaylas, localidad de Pochqota de la provincia del mismo nombre. Su altitud promedio es de 2926 msnm. Con las siguientes coordenadas: 13°25'00"N, 73°28'60"O.

3.1.1. Ubicación geográfica

Región : Apurímac
Provincia : Andahuaylas
Distrito : Andahuaylas
Localidad : Pochqota

3.1.2. Ubicación Hidrográfica

Cuenca : Río Pampas
Sub cuenca : Chumbao
Microcuenca : Río Chumbao

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de Laboratorio

✓ Termómetro.

- ✓ Balanza Analítica.
- ✓ Vernier.
- ✓ Muestra de abono tipo bocashi de cuy

3.2.2. Materiales Biológicos

- ✓ Semillas de Brócoli (*Brassica olerácea*). Var. Legacy.

3.2.3. Materiales de Campo

- ✓ Abono tipo bocashi de estiércol de cuy.
- ✓ Tierra Agrícola.

3.2.4. Herramientas Agrícolas

- ✓ Pala, rastrillo y pico.
- ✓ Wincha.
- ✓ Almacigueras o bandejas germinadoras.
- ✓ Plástico de polietileno.
- ✓ Regadera.
- ✓ Plataforma para almacigueras.

3.2.5. Materiales de Gabinete

- ✓ PC con procesador Intel Core i5.
- ✓ Paquete informático Microsoft Office 2019.
- ✓ Software estadístico R Studio.
- ✓ Libreta de campo.
- ✓ Cámara fotográfica digital.

3.3. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo, cuyos datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadístico e interpretación para validar la hipótesis estadística.

3.3.1. Método

El enfoque de investigación corresponde al cuantitativo, en vista que los datos son medibles mediante una serie de instrumentos. El nivel de investigación es aplicada, porque resuelve el problema mediante el aporte de las ciencias agrarias. Corresponde a una investigación del tipo experimental, porque se manipulará las variables de manera intencional para ver sus efectos en la variable dependiente.

3.3.2. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se realizó de la siguiente manera:

TABLA Nº 02. Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Naturaleza de la variable	Forma de medir	Indicadores	Escala de medición	Instrumento y procedimiento de medición
Abono tipo bocashi (independiente)	Cuantitativas	Directa	Cantidad de abono tipo bocashi / Superficie cuadrada.	De razón	Balanza analítica
Plántulas de Brócoli (Variable dependiente)	Cuantitativa	Directa	Número de hojas a los 20 días de la siembra.	De razón	Conteo
			Porcentaje de germinación (%).	De razón	Conteo
			Altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).	De razón	Regla

			Altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).	De razón	Regla
			Diámetro de tallo al momento del trasplante (mm).	De razón	Vernier
			Longitud radicular (cm).	De razón	Regla
			Número de hojas a los 50 días de la siembra.	De razón	Conteo

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.3. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó el Diseño con Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

$$i=1, 2, \dots, t$$

$$j=1, 2, \dots, r$$

Donde:

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

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

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

3.3.4. Población

Hace referencia a la población total de individuos para el experimento, es decir, 2 592 plántulas de brócoli de la variedad Legacy y un total de 162 plántulas por unidad experimental (ver tabla N° 04)

3.3.5. Muestra

Teniendo en cuenta la población total y las unidades experimentales se eligieron un total de 21 plántulas por bandeja de manera aleatoria, siguiendo un muestreo no probabilístico.

3.3.6. Técnicas e Instrumentos

Toda la recopilación de información del experimento se registró en el cuaderno de campo (ver anexos 03 y 04). De otra parte, para la medición de las variables en estudio se utilizó instrumentos de medición como: balanza analítica, vernier, termómetro.

3.3.7. Tratamientos

La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente. Los tratamientos a evaluar serán los siguientes:

TABLA N° 03. Proporciones de bocashi y tierra agrícola para los sustratos en estudio.

TRATAMIENTOS	SUSTRATO: PROPORCION ABONO/TIERRA AGRICOLA (%)	LEYENDA
T 1	TESTIGO/ Tierra Agrícola 100	TA 100%
T2	Abono tipo bocashi 30 + Tierra Agrícola 70	ATB 30% + TA 70%
T3	Abono tipo bocashi 40 + Tierra Agrícola 60	ATB 40% + TA 60%
T4	Abono tipo bocashi 50 + Tierra Agrícola 50	ATB 50% + TA 50%

Fuente: Elaboración propia.

3.3.8. Características del campo experimental

Características de área total del experimento

- ✓ Largo : 2.20 m
- ✓ Ancho : 1.12 m
- ✓ Perímetro total : 6.64 m
- ✓ total : 2.464 m²

Características de los bloques

- ✓ Largo : 2.20 m
- ✓ Ancho : 0.28 m
- ✓ Perímetro : 4.96 m
- ✓ Área : 0.61 m²

Características de cada unidad experimental

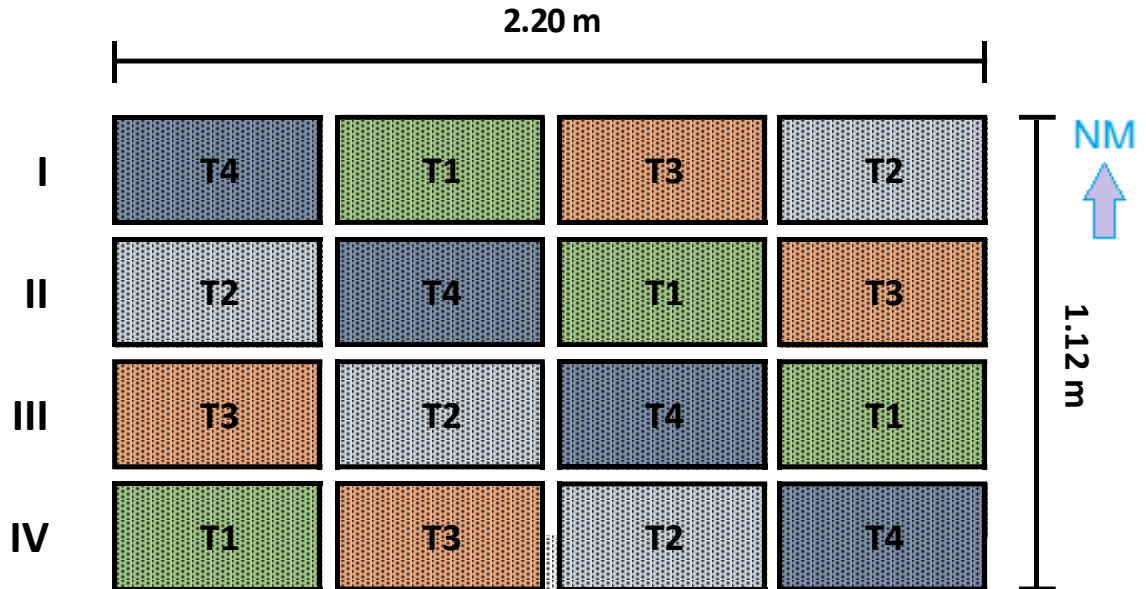
- ✓ Largo : 0.55 m
- ✓ Ancho : 0.28 m
- ✓ Perímetro : 1.66 m
- ✓ Área : 1.540 m²

Distanciamientos

- ✓ Entre plantas : 4 cm
- ✓ Entre bandejas : 3 cm

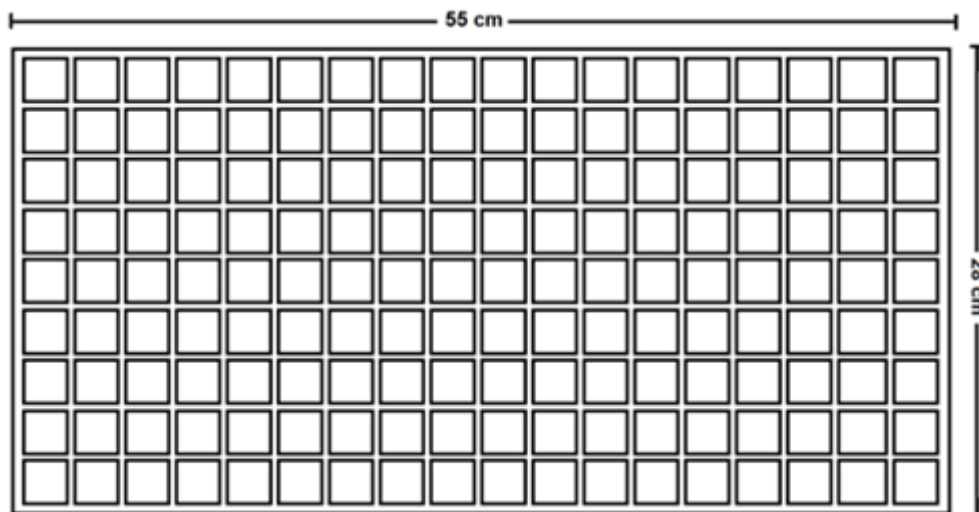
✓ bloques : 3 cm

FIGURA N° 02. Croquis de la parcela experimental (DBCA).



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 03. Detalle de una bandeja germinadora.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 04. Características del experimento.

DESCRIPCION	UNIDADES EXPERIMENTALES
Numero de Tratamientos	4
Numero de Repeticiones	4
Numero de Plántulas/Tratamiento	162
Numero de Plántulas/Bloque	648
Total de plántulas	2592

Fuente: Elaboración propia.

3.3.9. Reglas de decisión

– Análisis de varianza

La hipótesis nula que indica la igualdad de medias será sometida con un nivel de significancia del 5%, en ese sentido se plantea lo siguiente:

o Si el **Pr(>F)** resulta mayor que el nivel de significancia seleccionado entonces se acepta la hipótesis nula y se afirma que los tratamientos no muestran diferencias significativas, es decir que las diferencias que podrían observarse se deben a cuestiones del azar.

o Si el **Pr(>F)** resulta menor que el nivel de significancia seleccionado, entonces se rechaza la hipótesis nula y se afirma que los tratamientos muestran diferencias significativas, es decir que las diferencias observadas son consecuencias de los tratamientos.

- **Supuestos que debe cumplir el análisis de varianza:**
 - o **Independencia**, los valores residuales no deben mostrar un patrón definido.
 - o **Normalidad**, se recurre a la prueba Shapiro – Wilk, las siguientes reglas:
 - Si el p-value resulta mayor que el nivel de significancia elegido (5%), se afirma entonces que los valores residuales provienen de una distribución normal.
 - Si el p-value resulta menor que el nivel de significancia elegido (5%), se afirma entonces que los valores residuales no provienen de una distribución normal.
 - o **Homocedasticidad**, se recurre a la prueba Bartlett, siguiendo las siguientes reglas:
 - Si el p-value resulta mayor que el nivel de significancia elegido (5%), se afirma entonces que los valores residuales provienen de muestras de varianzas iguales.
 - Si el p-value resulta menor que el nivel de significancia elegido (5%), se afirma entonces que los valores residuales no provienen de muestras de varianzas iguales.

3.3.10. Variables

3.3.10.1. Variables dependientes

Producción de almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*) variedad Legacy.

3.3.10.2. Variables independientes

Abono tipo bocashi.

3.3.10.3. Indicadores

- ✓ Porcentaje de germinación (%).
- ✓ Altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).
- ✓ Altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).
- ✓ Diámetro de tallo al momento del trasplante (mm).
- ✓ Número de hojas a los 20 días de la siembra.
- ✓ Número de hojas a los 50 días de la siembra.
- ✓ Longitud radicular (cm).

3.3.11. Actividades realizadas para el experimento

Prueba de germinación de las semillas

Previo a la siembra se realizó la prueba de germinación con el fin de determinar el potencial máximo de germinación. Se seleccionó al azar una muestra de 100 semillas para

colocarlas dentro de un envase de Tecnopor con papel toalla, con lo que se obtuvo un 97% de germinación (ver tabla N° 04).

$$\begin{array}{l} 100 \text{ semillas} \text{ ————— } 100\% \\ 97 \text{ semillas} \text{ ————— } x \end{array}$$

$$x = \frac{97 \text{ semillas} \cdot 100\%}{100 \text{ semillas}}$$

$$x = 97\%$$

TABLA N° 05. Prueba de germinación.

Numero de semillas	Días			Total de semillas germinadas	Porcentaje de germinación (%)
	5	6	7		
100	10	53	34	97	97

Fuente: Elaboración propia.

- **Siembra**

Esta actividad se realizó el 3 de marzo del 2019; se utilizó bandejas germinadoras de plástico poliestireno para uso hortícola de 9 x 18 celdillas y se depositó una semilla en cada celdilla, haciendo un total de 2592 semillas. Previo a esta actividad se realizó el riego a capacidad de campo para que el sustrato brinde la humedad necesaria y las semillas puedan germinar.

- **Riego**

Esta actividad se realizó en todo el proceso de producción de semilleros utilizando una regadera en intervalos de 2 o

3 días, dependiendo del clima. Previo a esta actividad el agua de riego fue reservada en un contenedor un par de días antes del riego para que el cloro pueda ser evaporado y este cause efectos negativos en las plántulas.

- **Obtención de datos**

La recolección u obtención de datos se obtuvieron a los 5 días de la siembra, cuando empezaron a emerger del sustrato las primeras hojas verdaderas. Luego a los 20 días y 50 días de la siembra.

- **Control de malezas**

Las malezas fueron controladas manualmente al largo de todo el desarrollo de las plántulas para evitar cualquier competencia de nutrientes y estos puedan influir negativamente en el desarrollo de estas.

- **Control fitosanitario**

Para evitar cualquier presencia de hongos a afecten a la parte radicular de las plántulas se aplicó Carbendazim a 20 ml. por mochila de 15 Lt, una sola vez a lo largo de todo el desarrollo de las plántulas.

Nota: No se evidencio presencia de insectos plaga.

- **Cosecha o recolección de plántulas**

Esta actividad se realizó el 3 de mayo del 2019 con un grupo de 50 días después de la siembra, cuando las plántulas tuvieron en promedio una altura de 15 cm y entre 4 a 5 hojas verdaderas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Elaboración del abono tipo bocashi.

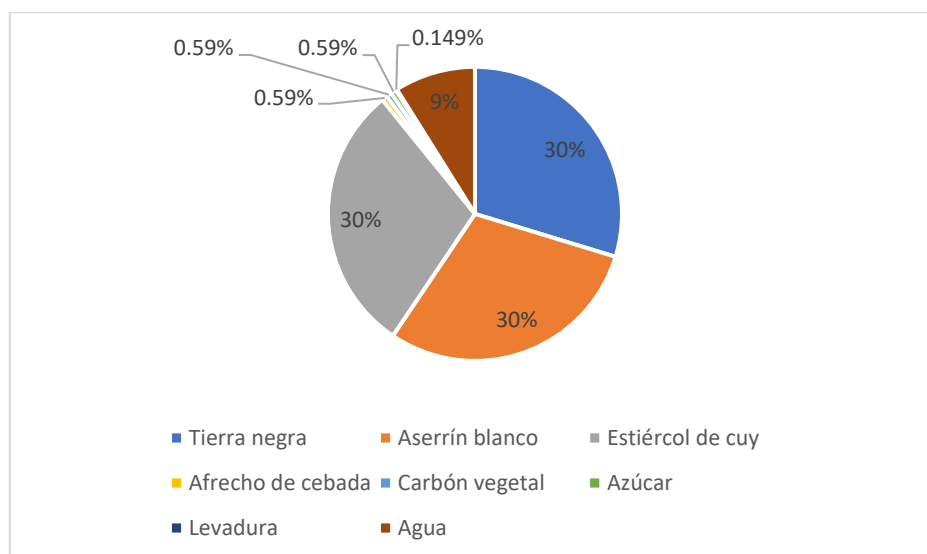
La elaboración de abono tipo bocashi tuvo una duración de 21 días, el cual tuvo comienzo el sábado 17 de noviembre del 2018 hasta el sábado 12 de diciembre del 2018.

TABLA N° 06. Insumos para la elaboración de abono tipo bocashi.

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
Tierra negra	Saco 50 kg	1	30
Aserrín blanco	Saco 50 kg	1	30
Estiércol de cuy	Saco 50 kg	1	30
Afrecho de cebada	Kilogramo	1	0.59
Carbón vegetal	Kilogramo	1	0.59
Azúcar	Kilogramo	1	0.59
Levadura	Kilogramo	0.25	0.149
Agua	Litro	15	9
TOTAL			100

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 04. Proporciones de insumos para la elaboración de abono tipo bocashi.



Fuente: Elaboración propia.

Para el procedimiento de la elaboración del abono tipo bocashi se realizó los siguientes pasos:

Paso 1.- Se adecuó un ambiente cerrado, lo suficientemente amplio y con techo, libre de las inclemencias del clima propios del lugar (Exceso de Calor, frio y/o heladas).

Paso 2.- Se cernió la turba, se desmenuzó el estiércol de cuy y trituró el carbón vegetal hasta que quedaron en pequeñas partículas homogéneas. También se procedió a lavar el aserrín tres veces y dejarlo secar en la intemperie.

Paso 3.- Luego, se procedió a hervir el agua para eliminar el cloro a través del calor, para posteriormente entibiarla y reservarla en un bidón.

Paso 4.- Aparte, en un balde con agua tibia se agregó la levadura con el azúcar y se mezcló.

Paso 5.- Se procedió a verter todos los insumos en el suelo incorporándolos en capas uno sobre otro y al mismo tiempo en cada capa se fue agregando el azúcar diluido con la levadura y el agua.

Paso 6.- Luego, con una pala se procedió a la mezcla de las capas de los insumos al mismo tiempo agregando el agua repitiendo este procedimiento varias veces hasta quedar una mezcla homogénea de estos y dejando un montón de forma cónica de 80 cm de alto.

Paso 7.- Para determinar la humedad del abono se agarró un puñado de este y se presionó hasta que quede compacto y sin desmenuzarse.

Paso 8.- Al termino se cubrió con sacos para proteger el preparado.

Paso 9.- Se procedió al volteo diario con la pala dos veces al día los primeros siete días, uno en la mañana el otro por la tarde y una vez diaria los días restantes.

Paso 10.- En cada uno de los días se realizó la medición de la temperatura haciendo un hoyo para poner el termómetro, registrando las siguientes temperaturas (véase cuadro 6).

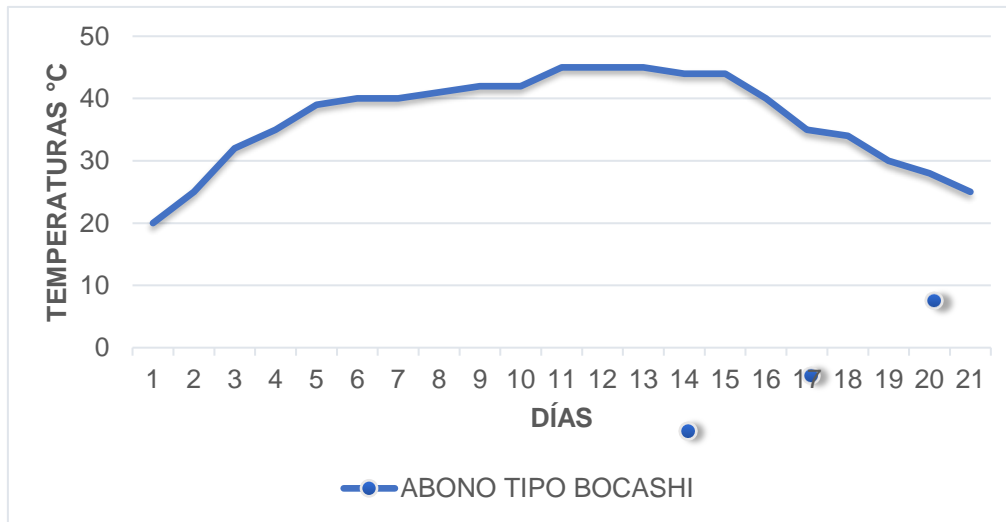
Paso 11.- Al cabo de exactamente 21 días, cuando la temperatura comenzó a estabilizarse, se procedió a estirar todo el producto y dejarlo con una altura de 15cm para reducir su temperatura a la del ambiente (18° C).

TABLA N° 07. Registro de temperaturas de abono tipo bocashi.

ITEM	DÍA	FECHA	TEMPERATURA
1	Domingo	18/11/2018	20°C
2	Lunes	19/11/2018	25°C
3	Martes	20/11/2018	32°C
4	Miércoles	21/11/2018	35°C
5	Jueves	22/11/2018	39°C
6	Viernes	23/11/2018	40°C
7	Sábado	24/11/2018	40°C
8	Domingo	25/11/2018	41°C
9	Lunes	26/11/2018	42°C
10	Martes	27/11/2018	42°C
11	Miércoles	28/11/2018	45°C
12	Jueves	29/11/2018	45°C
13	Viernes	30/11/2018	45°C
14	Sábado	1/12/2018	44°C
15	Domingo	2/12/2018	44°C
16	Lunes	3/12/2018	40°C
17	Martes	4/12/2018	35°C
18	Miércoles	5/12/2018	34°C
19	Jueves	6/12/2018	30°C
20	Viernes	7/12/2018	28°C
21	Sábado	8/12/2018	25°C

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 05. Temperatura del abono tipo bocashi durante el proceso de elaboración.



Fuente: Elaboración propia.

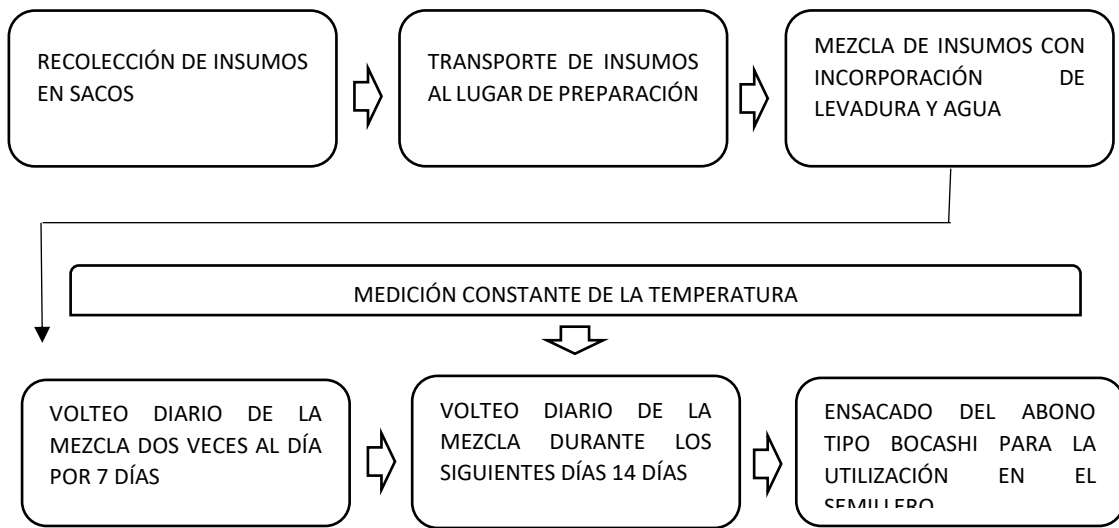
En la figura N°06 se puede distinguir las siguientes etapas de descomposición del abono:

Del primer al séptimo día se da la etapa mesofílica 1 que alcanza una temperatura de 40° C, donde bacterias, hongos y levaduras se encargan de esta fase, principalmente del género *Bacillus*.

La segunda etapa del proceso de descomposición es la termofílica, la cual comienza del octavo día hasta el dieciseisavo día, desarrollándose microorganismos termófilos que aumentan con el incremento de la temperatura hasta los 45° C, causando la desaparición de posibles agentes patógenos.

Para finalizar, todo el proceso culmina con la etapa mesófila 2 partir del diecisieteavo día hasta el veintiunavo día, cuando la temperatura empieza estabilizarse hasta los 22° C agotándose la fuente de energía de los microorganismos.

FIGURA Nº 06. Diagrama de flujo.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 08. Análisis de materia orgánica del abono tipo bocashi.

CLASES	CONDICIÓN	INTERPRETACION
pH (1:1)	7.88	Ligeramente salino
C.E. (1:1) dS/m	6.73	Moderadamente salino
M.O. %	31.83	Alto
N %	0.52	Alto
P (ppm)	0.46	Alto
K (ppm)	1.88	Alto
CaO (%)	3.18	Bajo
MgO (%)	1.29	Medio
Hd (%)	28.17	Medio
Na (%)	0.12	Medio
Fe ppm	29 500	Medio
Cu ppm	75	Medio
Zn ppm	103	Medio
Mn	139	Medio
B ppm	30	Medio

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNALM.

4.2. Porcentaje de germinación (%)

TABLA N° 09. Evaluación del porcentaje de germinación (%).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	95.7	99.4	98.8	96.3	390.2
II	93.8	90.1	95.7	96.3	375.9
III	96.3	95.1	92.6	96.3	380.3
IV	92.6	98.8	96.9	91.4	379.7
Σ TRAT.	378.4	383.4	384	380.3	1526.1
\bar{X}	94.6	95.85	96	95.07	95.4

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 09 sistematiza la información obtenida del cuadernillo de campo en donde se muestra los promedios del % de germinación.

TABLA N°10. Análisis de varianza del porcentaje de germinación (%).

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						0.01	0.05
Bloques	3	5.23	1.742	0.212	0.886	n.s	n.s
Tratamientos	3	7.93	9.311	1.132	0.387	n.s	n.s
Error	9	74.05	8.227				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

Nota: No significativo (n.s).

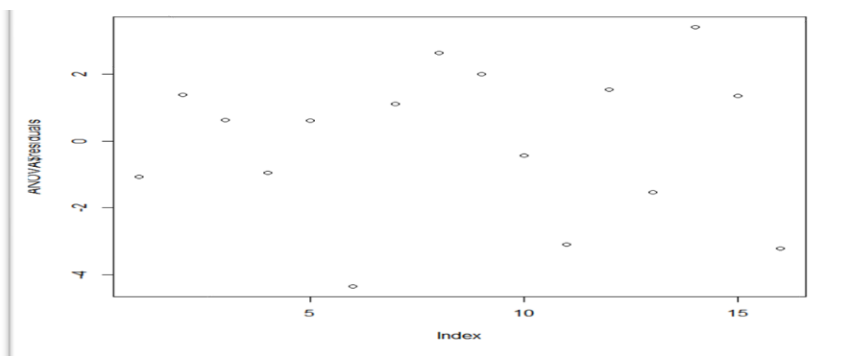
En cuanto a la evaluación del porcentaje de germinación, el análisis de varianza reporta para el factor Tratamientos un valor Pr (>F) de 0.387 que en contraste con el valor de significancia elegido del 5% (0.05) resulta superior a este; esto permite inferir que las diferencias observadas en el porcentaje de germinación se deben más a factores aleatorios que por el mismo tratamiento aplicado. Nótese también, que en el factor Bloques, no existe evidencia estadística para afirmar que fue útil realizar el bloqueo a fin de reducir el error experimental, esto debido a que no se hallaron significancias al 5%.

Para concluir estas afirmaciones, se debe verificar el cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza:

- Independencia

Al realizar la prueba visual de independencia de los residuos provenientes del análisis de varianza, se observa que estos valores no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 8), o mejor dicho no se evidencia una dependencia positiva o negativa.

FIGURA N° 07. Test visual de independencia de residuos.



Fuente: Elaboracion propia.

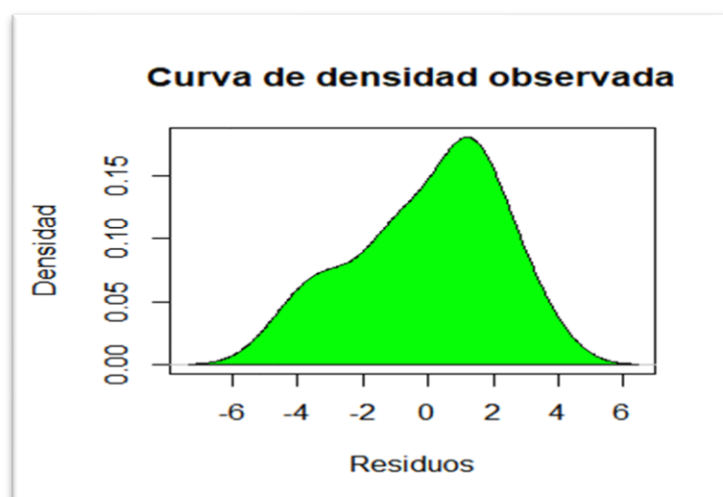
- Normalidad

Se debe corroborar que los residuos se ajustan a una distribución normal. Aplicando la prueba de Shapiro - Wilk se obtiene lo siguiente:

$$W = 0.95364, p\text{-value} = 0.5495$$

Se afirma entonces que los residuos se ajustan a una distribución normal, puesto que el p-value tiene un valor de 0.5495 mayor que el nivel de significancia elegido (5%). De manera visual se puede corroborar lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk.

FIGURA N° 08. Curva de densidad observada – porcentaje de germinación (%).



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la curva se asemeja a la campana de Gauss, lo cual confirma que estos residuos si presentan una distribución normal.

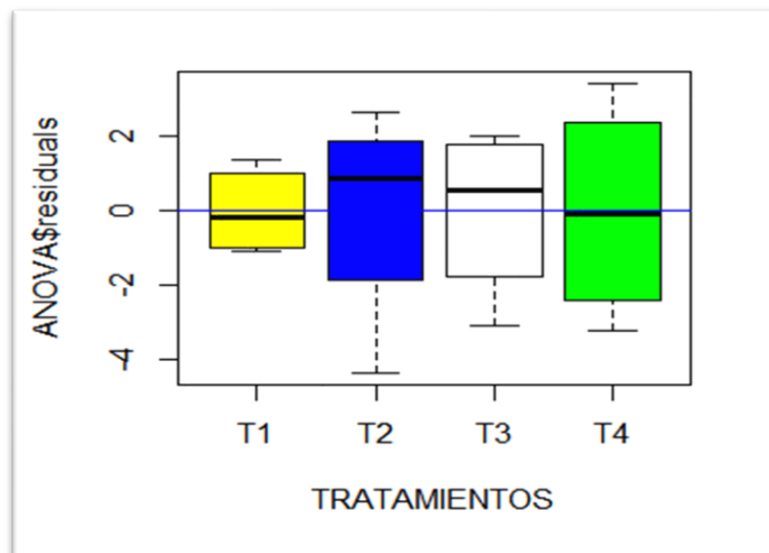
- Homocedasticidad

Se debe verificar la igualdad de varianzas, se recurrió al test de bartlett obteniendo el siguiente resultado.

Bartlett's K-squared = 2.2378, df = 3, p-value = 0.5245

El p-value calculado por la prueba arroja un valor de 0.5245 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. Con un box-plot podemos apreciar gráficamente que las dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA N° 9. Gráfica de cajas de porcentaje de germinación (%).

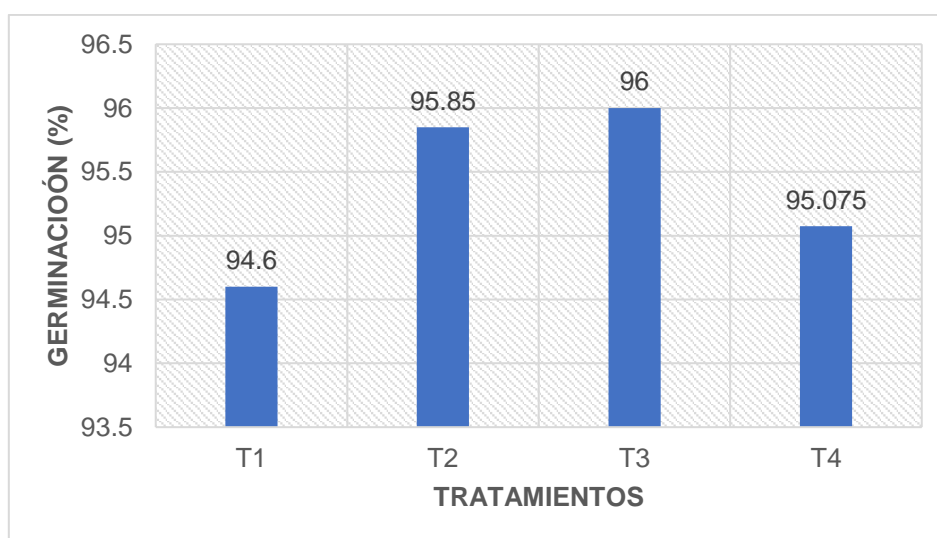


Fuente: Elaboración propia.

En vista que se han cumplido los supuestos del análisis de varianza podemos afirmar que efectivamente desde el punto de vista estadístico, la no existencia de diferencias entre las medias muestrales bajo estudio.

Sin embargo, sin apoyo de evidencia estadística, se observa que el mayor porcentaje de germinación se consigue con el tratamiento T3, en la figura 11 se observa a más detalle.

FIGURA N° 10. Medias del porcentaje de germinación (%).



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).

TABLA N° 11. Evaluación de la altura de plántulas (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	3.45	6.9	7.84	7.81	26.00
II	3.87	7.56	7.82	9.00	28.25
III	3.61	7	8.55	7.5	26.66
IV	3.18	7.5	7.5	7.9	26.08
Σ TRAT.	14.11	28.96	31.71	32.21	106.99
\bar{X}	3.53	7.24	7.93	8.05	26.74

Fuente: Elaboración propia.

Del cuadernillo de campo, la información se consolida en la tabla N° 11, en donde se muestra los promedios de la altura de las plántulas que posteriormente serán empleados para el análisis de varianza.

TABLA N° 12. Análisis de variancia de la altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						0.01	0.05
Bloques	3	0.82	0.272	1.485	0.283		
Tratamientos	3	54.77	18.256	99.500	3.21e-07	*	*
Error	9	1.65	0.183				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

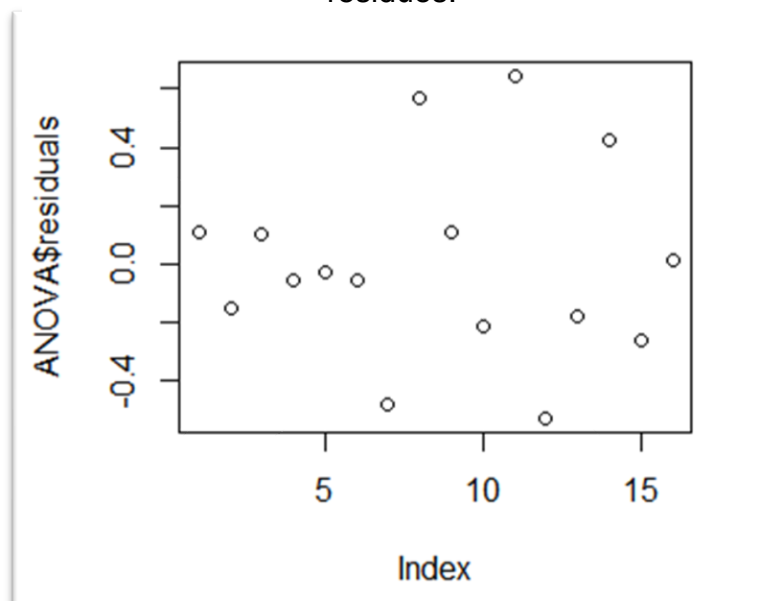
El análisis de variancia de la tabla N° 12 indica que para el factor Tratamiento evaluado a un nivel de significancia del 5% se muestran diferencias significativas entre los tratamientos estudiados; esto debido a que el Pr(>F) de 3.21e-07 resulta menor que 0.05 (5%).

Se debe comprobar los supuestos del análisis de variancia para afirmar el resultado obtenido en la tabla N°13.

- Independencia

El test visual para corroborar la independencia de los residuos provenientes del análisis de variancia, indica que estos datos no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 12), o mejor dicho no se evidencia una dependencia positiva o negativa.

FIGURA N° 11. Test visual de independencia de residuos.



Fuente: Elaboración propia.

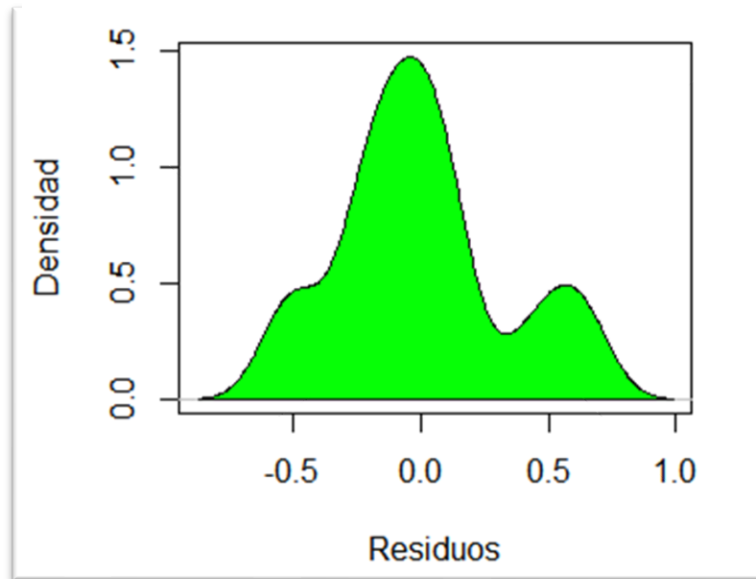
- Normalidad

La prueba de Shapiro - Wilk realizada indica que los valores residuales provienen de una distribución normal. Esto debido a que el p-value es de 0.4176 valor que está por encima del valor de significancia (5%).

$$W = 0.9452, p\text{-value} = 0.4176$$

Se afirma entonces que los residuos se ajustan a una distribución normal, puesto que el p-value tiene un valor de 0.5495 mayor que el nivel de significancia elegido (5%). De manera visual se puede corroborar lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk, se observa en la figura 13 que los residuos se ajustan a una distribución normal, nótese que la curva de densidad se asemeja a la campana de Gauss.

FIGURA Nº 12. Curva de densidad observada para altura de planta a los 20 días de la siembra (cm).



Fuente: Elaboración propia.

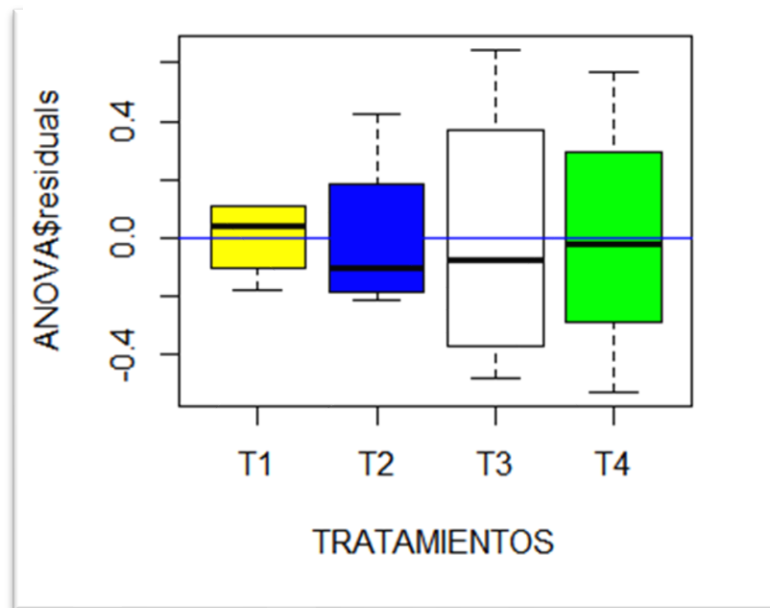
- Homocedasticidad

Se realizó el test de Bartlett para determinar si los valores residuales provienen de muestras con varianzas iguales.

Bartlett's K-squared = 3.9647, df = 3, p-value = 0.2653

El p-value calculado por la prueba arroja un valor de 0.2653 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. Mediante la gráfica de box-plot se evidencia que las dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA N° 13. Gráfica de cajas para altura de planta a los 20 días de la siembra (cm).



Fuente: Elaboración propia.

En vista que se han cumplido los supuestos del análisis de varianza, podemos concluir que efectivamente las diferencias estadísticas entre los promedios evaluados tienen sus causas en la aplicación de los tratamientos más que por cuestiones aleatorias.

Para determinar cuál de los tratamientos es mejor respecto al otro se recurrió a la prueba Tukey; en la tabla N° 13 se reporta los resultados hallados que permite confirmar que los tratamientos T4, T3 y T2, en ese orden, superan al tratamiento T1 (testigo). Sin embargo, estadísticamente, los tratamientos T4, T3 y T2 no son diferentes entre sí y permiten alcanzar alturas de 8.05 cm, 7.93 cm y 7.24 cm respectivamente.

TABLA N° 13. Prueba tukey de la altura de plántulas a los 20 días de la siembra (cm).

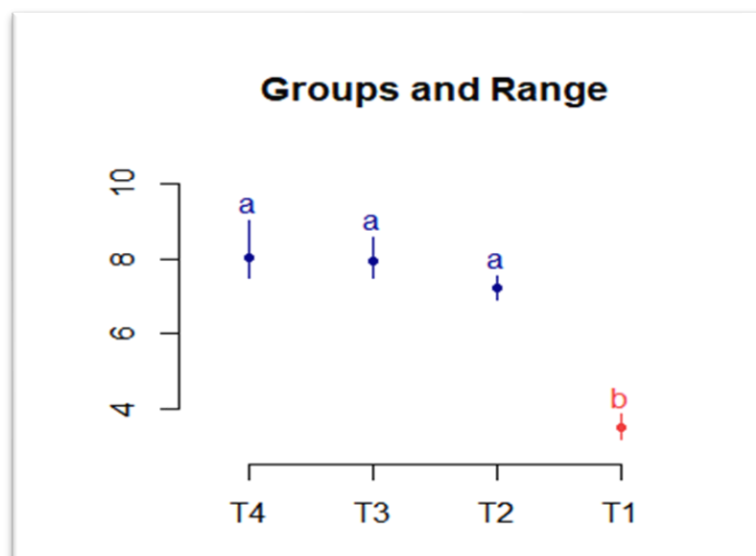
Grupos	Media	N	Tratamientos.
a	8.05	4	T4
a	7.93	4	T3
a	7.24	4	T2
b	3.52	4	T1

Fuente: Elaboración propia.

Nota. - Medias con la misma letra, no son significativamente diferentes

Apoyados en la en la figura 15 se observa la diferencia de tratamientos señalado en la tabla 13; en ella se observa que los tratamientos con la misma letra no son estadísticamente iguales.

FIGURA N° 14. Prueba de comparación de medias de altura de plántulas a los 20 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

4.4. Altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm)

La tabla N° 14 resume la información recabada durante el tiempo que duró la investigación, nótese los promedios observados por cada tratamiento estudiado.

TABLA N° 14. Evaluación de altura de plántulas a los 50 días después de la siembra (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	9.1	12.1	14.5	15.52	51.22
II	9.15	10.75	14.4	15.4	49.7
III	9.4	11.1	13.52	15.5	49.52
IV	9.0	10.87	13.1	15.2	48.17
Σ TRAT.	36.65	44.82	55.52	61.62	198.61
\bar{X}	9.16	11.21	13.88	15.41	49.65

Fuente: Elaboración propia

Una inspección rápida indica que podría haber diferencias entre los tratamientos evaluados, no obstante, fue necesario realizar el análisis de varianza respectivo con la finalidad de comprobar la diferencia de estos resultados. El análisis de varianza realizado indica que los promedios observados de cada tratamiento difieren entre sí. El $Pr(>F)$ es de $2.14e-08$, valor inferior al nivel de significancia elegido, no obstante, es necesario verificar si se cumplen los supuestos para concluir que efectivamente las diferencias observadas se deben a los tratamientos aplicados.

TABLA N° 15. Análisis de variancia de la altura de plántulas a los 50 días después de la siembra (cm).

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						0.01	0.05
Bloques	3	1.17	0.390	2.327	0.143		
Tratamientos	3	92.52	30.839	184.222	2.14e-08	*	*
Error	9	1.51	0.167				
Total	15						

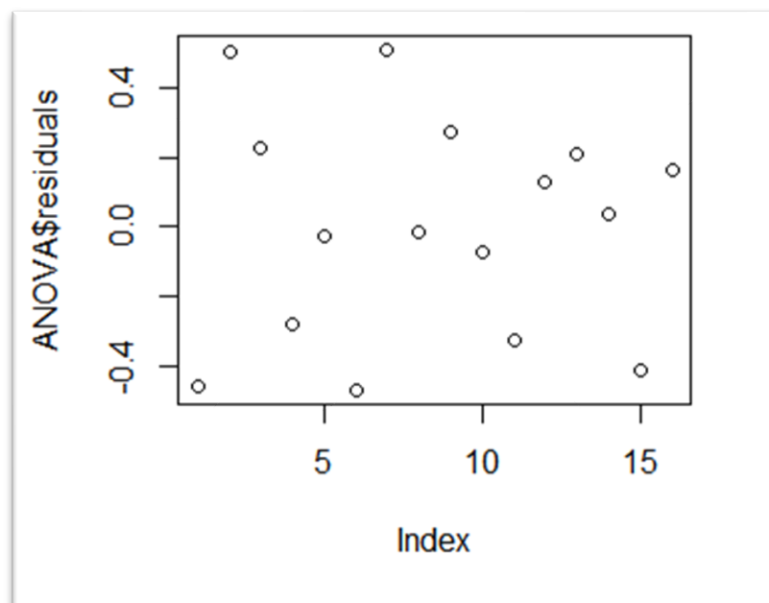
Fuente: Elaboración propia.

Se procedió a corroborar lo siguientes supuestos que debe cumplir el análisis de variancia:

- Independencia

prueba de independencia corrobora que los residuos provenientes del análisis de variancia no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 16), o mejor dicho no se evidencia una dependencia positiva o negativa.

FIGURA N° 15. Test visual de independencia de residuos.



Fuente: Elaboración propia.

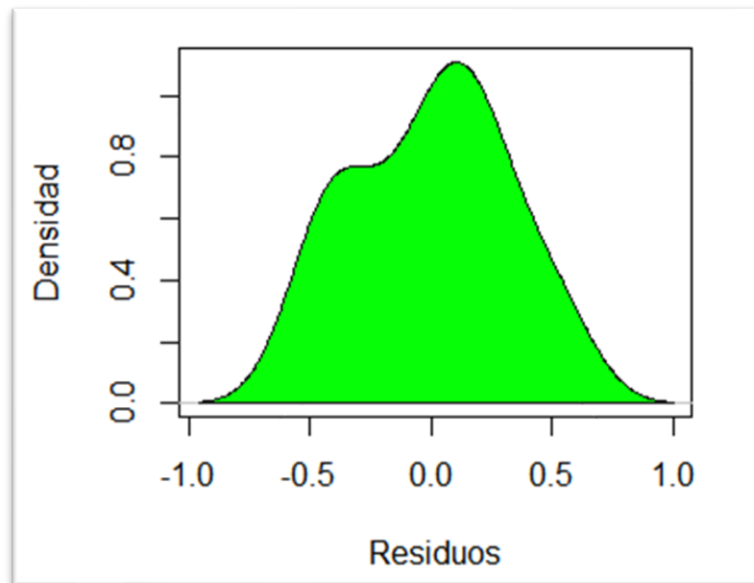
- Normalidad

Se aplica la prueba de Shapiro - Wilk y se valida la hipótesis de que los valores residuales provienen de una distribución normal, Esto debido a que el p-value es de 0.3726 valor que está por encima del valor de significancia (5%).

$$W = 0.94188, p\text{-value} = 0.3726$$

De manera visual se puede corroborar lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk, se observa en la figura 17 que los residuos se ajustan a una distribución normal, nótese que la curva de densidad se asemeja a la campana de Gauss.

FIGURA Nº 16. Curva de densidad observada para altura de planta a los 50 días de la siembra (cm).



Fuente: Elaboración propia.

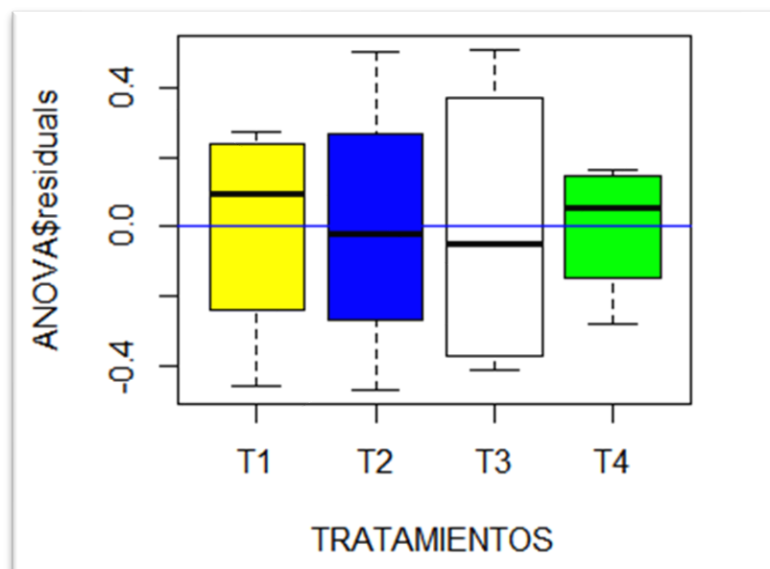
- Homocedasticidad

Se realizó el test de Bartlett para determinar si los valores residuales provienen de muestras con varianzas iguales.

Bartlett's K-squared = 1.6121, df = 3, p-value = 0.6567

El p-value del test arroja un valor de 0.6567 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. Apoyados en la gráfica box-plot se evidencia que las dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA N° 17. Gráfica de cajas para altura de planta a los 50 días de la siembra (cm).



Fuente: Elaboración propia.

Al verificar que se cumplió los supuestos del análisis de varianza, podemos concluir que las diferencias entre los promedios observados tienen sus causas en la aplicación de los tratamientos bajo estudio o, dicho de otra manera, las diferencias halladas entre los promedios de

altura de las plántulas posterior a los 50 días de la siembra, se deben a la aplicación de los tratamientos.

Se realizó la prueba Tukey para conocer que tratamiento obtuvo los mejores resultados.

TABLA N° 16. Prueba tukey de la altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).

Grupos	Media	N	Tratamientos.
a	15.41	4	T4
b	13.88	4	T3
c	11.21	4	T2
d	9.16	4	T1

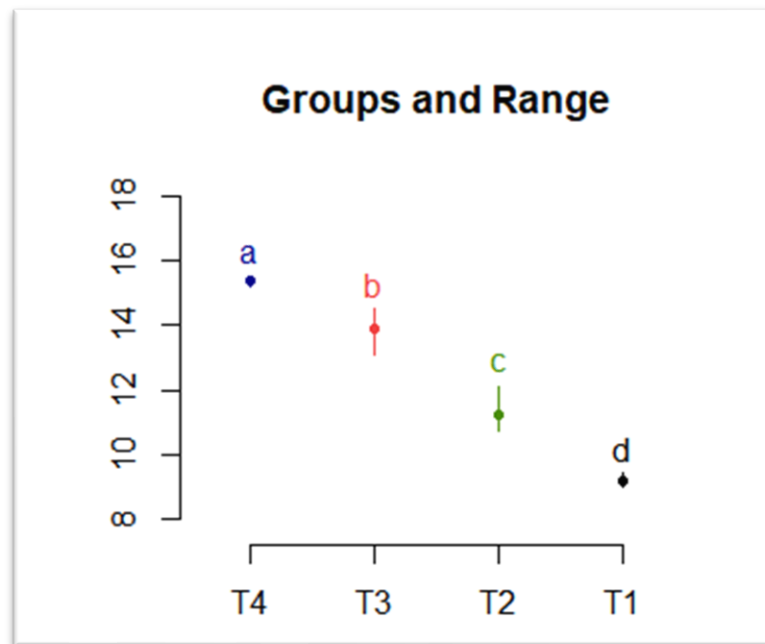
Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N° 16, se observa que los tratamientos T4, T3 y T2 fueron superiores al tratamiento T1, sin embargo, el tratamiento con mayor efecto en la altura de las plántulas fue el T4 con un 15.41 cm de promedio.

La aplicación del tratamiento T3 produce efectos en las plántulas alcanzando tamaños promedio de 13.88 cm, mientras que el uso del tratamiento T2 logra en las plántulas una altura de 11.21 cm.

En la figura adjunta, se aprecia mejor los resultados obtenidos en la prueba Tukey.

FIGURA N° 18. Prueba de comparación de medias de altura de plántulas a los 50 días de la siembra (cm).



Fuente: Elaboración propia.

4.5. Variable diámetro de tallo a los 50 días del trasplante (mm).

La tabla N° 17 resume la información recolectada del cuaderno de campo, una inspección rápida indica que existe diferencias entre los tratamientos evaluados, sin embargo, es necesario contar con el respaldo estadístico para garantizar que las diferencias se deben a los tratamientos bajo estudio.

TABLA N° 17. Evaluación del diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	1.7	2.14	2.18	2.32	8.34
II	1.66	2.02	2.18	2.32	8.18
III	1.61	2.04	2.15	2.35	8.15

IV	1.92	2.06	2.1	2.24	8.32
Σ TRAT.	6.89	8.26	8.61	9.23	32.99
\bar{X}	1.72	2.07	2.15	2.31	8.25

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis de varianza para contar con el respaldo estadístico de que las diferencias detectadas se deban a causas propias de los tratamientos bajo estudio que por cuestiones aleatorias.

TABLA N° 18. Análisis de variancia del diámetro del tallo a los 50 días del trasplante (mm).

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						99%	95%
Bloques	3	0.007	0.002	0.306	0.821		
Tratamientos	3	0.735	0.245	32.254	3.82e-05	*	*
Error	9	0.068	0.008				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N° 18, se observa que existen diferencias significativas con un nivel de significancia del 5%, es decir, los tratamientos aplicados influyen en el diámetro de las plántulas de brócoli.

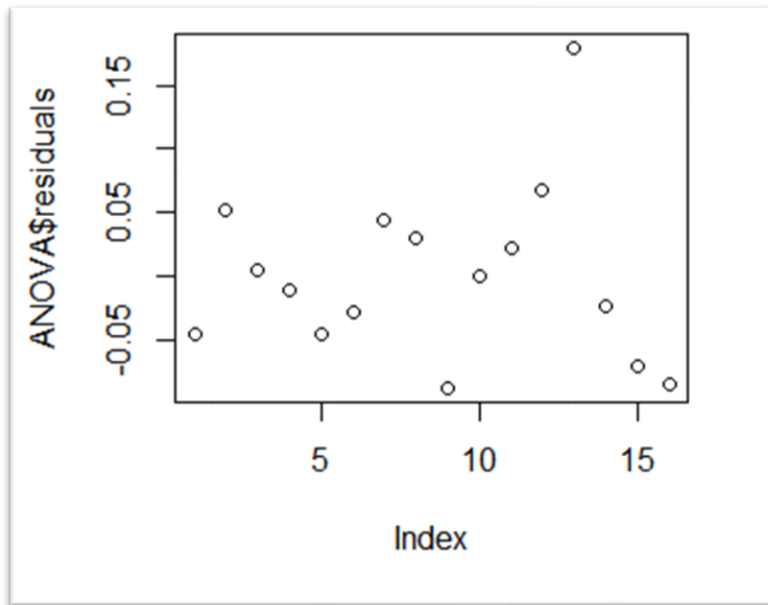
Para afirmar lo reportado en la tabla N° 19, se debe verificar el cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza.

Evaluando el cumplimiento de los supuestos que deberá cumplir el análisis de varianza, se tiene que:

- Independencia

La prueba de independencia corrobora que los residuos provenientes del análisis de varianza no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 20), o mejor dicho no se evidencia una dependencia positiva o negativa.

FIGURA N° 19. Test visual de independencia de residuos diámetro a los 50 días de la siembra (mm).



Fuente: Elaboración propia.

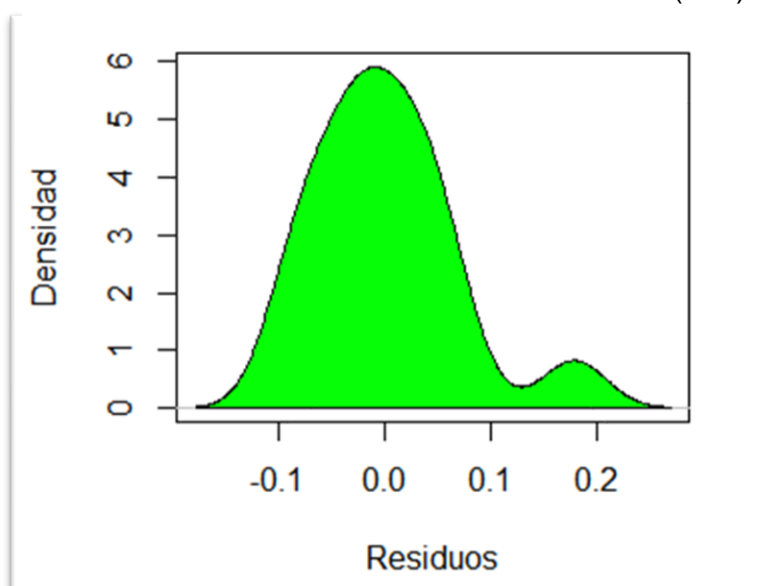
- Normalidad

La prueba o test de Shapiro - Wilk valida la hipótesis de que los valores residuales provienen de una distribución normal, Esto debido a que el p-value es de 0.2034 valor que está por encima del valor de significancia (5%).

$$W = 0.92507, p\text{-value} = 0.2034$$

Visualmente se puede corroborar lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk, se observa en la figura 21 que los residuos se ajustan a una distribución normal, nótese que la curva de densidad se asemeja a la campana de Gauss.

FIGURA N° 20. Curva de densidad observada para diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).



Fuente: Elaboración propia.

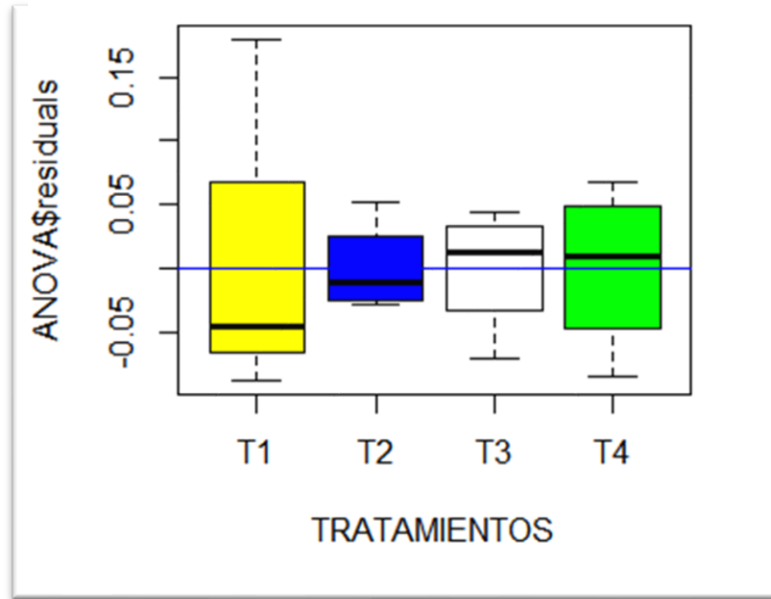
- Homocedasticidad

El test de Bartlett para determinar si los valores residuales provienen de muestras con varianzas iguales.

Bartlett's K-squared = 4.2671, df = 3, p-value = 0.234

El p-value del test arroja un valor de 0.234 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. La gráfica box-plot muestra evidencias que las dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA N° 21. Gráfica de cajas para diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).



Fuente: Elaboración propia.

En vista que se cumplieron los supuestos del análisis de varianza, se concluye que efectivamente existe diferencias desde el punto de vista estadístico en los promedios observados.

Para determinar quiénes son los tratamientos con los mejores promedios, se recurrió al test o prueba de Tukey.

De la tabla N° 19, se observa que los tratamientos T4, T3 y T2 superaron al tratamiento T1.

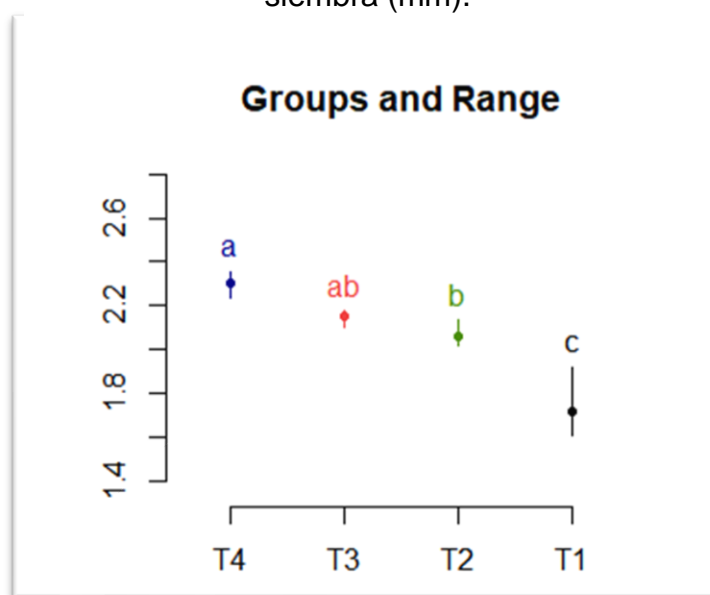
TABLA N° 19. Prueba tukey del diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).

Grupos	Media	N	Tratamientos.
a	2.31	4	T4
ab	2.15	4	T3
c	2.07	4	T2
d	1.72	4	T1

Fuente: Elaboración propia.

Estadísticamente no hay diferencias entre el tratamiento T4 y T3 a pesar de que con ambos se alcanzan diámetros de 2.31 mm y 2.15 mm respectivamente. Mientras que con el tratamiento T2 se obtiene un diámetro de 2.07 mm.

FIGURA Nº 22. Prueba de comparación de medias de diámetro de tallo a los 50 días de la siembra (mm).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23, se observa las diferencias bien marcadas entre los tratamientos evaluados. Medias con letras iguales indican la no diferencia estadística entre los tratamientos.

4.6. Número de hojas a los 20 días de la siembra.

La tabla Nº 20, se resume toda la información recaba en campo y, una rápida observación se evidencia que existen diferencias entre los tratamientos.

TABLA N° 20. Evaluación de numero de hojas a los 20 días de la siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	1.67	2.10	2.90	3.00	9.67
II	1.81	2.05	3.00	3.10	9.96
III	2.00	2.09	2.67	3.00	9.76
IV	2.00	2.00	2.50	3.10	9.60
Σ TRAT.	7.48	8.24	11.07	12.2	38.99
\bar{X}	1.87	2.06	2.77	3.05	9.75

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario contar con un análisis más exhaustivo a fin de poder, con seguridad, afirmar que las diferencias son propias de los tratamientos estudiados que por simples cuestiones del azar.

TABLA N° 21. Análisis de variancia del número de hojas a los 20 días de la siembra.

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						0.01	0.05
Bloques	3	0.018	0.006	0.24	0.866		
Tratamientos	3	3.794	1.265	49.93	6.21e-06	*	*
Error	9	0.228	0.025				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de varianzas de la tabla N° 21, detectó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, se debe verificar si cumplen con los siguientes supuestos:

- Independencia

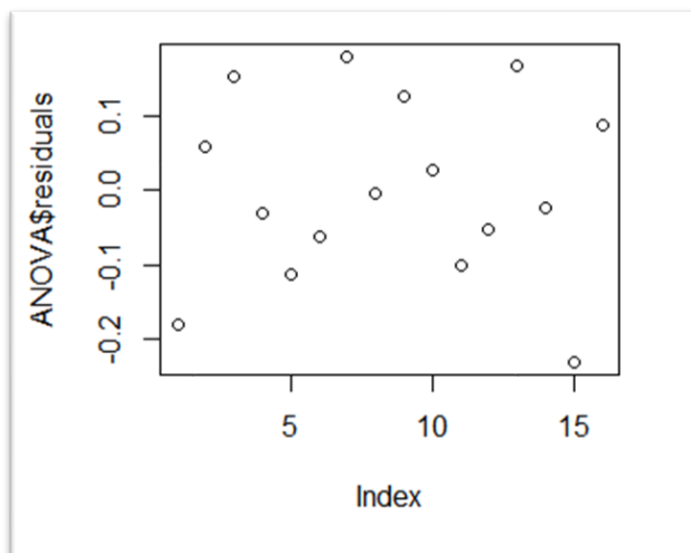
La prueba de independencia corrobora que los residuos provenientes del análisis de varianza no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 24), o mejor dicho

no se evidencia una dependencia positiva o negativa; tal como se observa en la figura adjunta, lo cual indica que se cumple este supuesto.

- Normalidad

La prueba o test de Shapiro - Wilk valida la hipótesis de que los valores residuales provienen de una distribución normal, Esto debido a que el p-value es de 0.7751 valor que está por encima del valor de significancia (5%).

FIGURA Nº 23. Test visual de independencia de residuos número de hojas a los 20 días de la siembra.

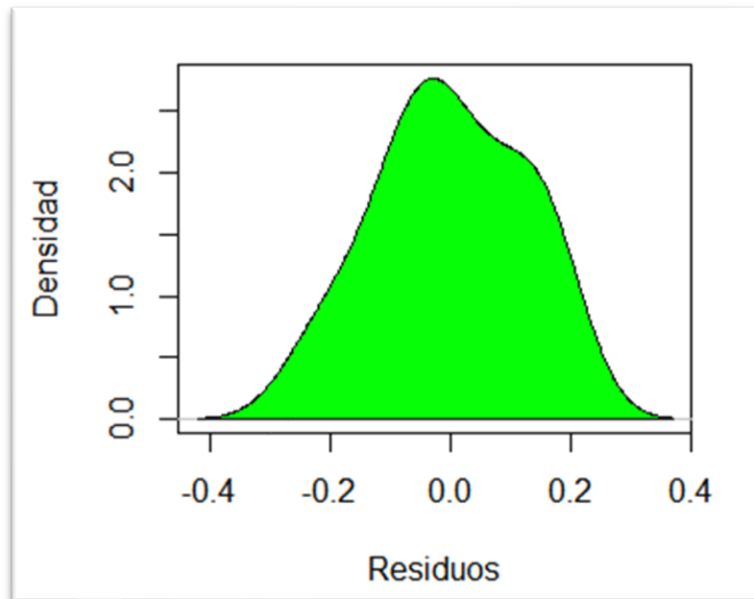


Fuente: Elaboración propia

$$W = 0.96627, p\text{-value} = 0.7751$$

Visualmente se puede corroborar lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk, se observa en la figura 25 que los residuos se ajustan a una distribución normal, nótese que la curva de densidad se asemeja a la campana de Gauss

FIGURA Nº 24. Curva de densidad observada para número de hojas a los 20 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia

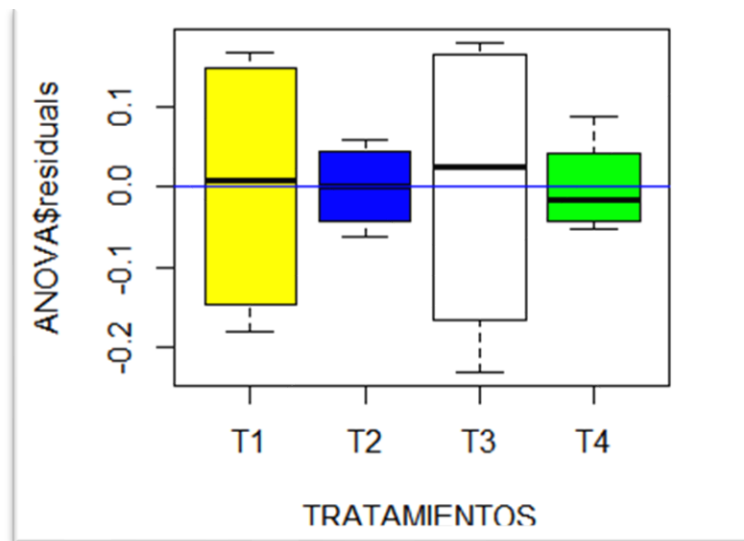
- Homocedasticidad

El test de Bartlett para determinar si los valores residuales provienen de muestras con varianzas iguales.

$$\text{Bartlett's K-squared} = 6.0766, \text{ df} = 3, \text{ p-value} = 0.1079$$

El p-value del test arroja un valor de 0.1079 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. La gráfica box-plot muestra evidencias que las dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA N° 25. Gráfica de cajas para número de hojas a los 20 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

El cumplimiento de los supuestos indica entonces que la diferencia observada entre los tratamientos bajo estudio, tiene sus causas en la aplicación de los tratamientos, es decir, que las diferencias detectadas en el número promedio de hojas en las plántulas de brócoli se deben a los tratamientos más que por cuestiones aleatorias.

La prueba Tukey realizada, posterior al análisis de varianza, permitió detectar la superioridad de los tratamientos evaluados.

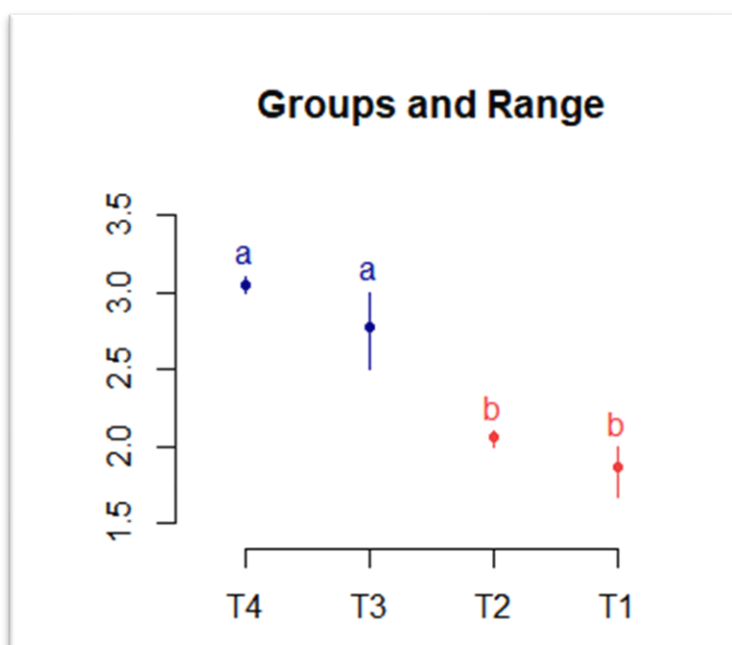
TABLA N° 22. Prueba tukey del número de hoja a los 20 días de la siembra.

Grupos	Media	N	Tratamientos.
a	3.05	4	T4
a	2.77	4	T3
b	2.06	4	T2
b	1.87	4	T1

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla N° 22, se observa que existe dos grupos bien diferenciados, por un lado, el tratamiento T4 y T3 que muestran igual en sus promedios obtenidos. Aplicando ambos tratamientos es posible lograr que las plántulas de brócoli tengan en promedio 3 y 2 hojas; el segundo grupo lo conforman el T2 y T1 que en promedio por su aplicación se puede conseguir 2 hojas en plántulas de brócoli.

FIGURA N° 26. Prueba de comparación de medias de número de hojas a los 20 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 27, visualmente se puede diferenciar los grupos ya señalados en la prueba Tukey.

4.7. Número de hojas a los 50 días de la siembra

La tabla N° 23 resume el contenido del cuadernillo de campo de la evaluación número de hojas a los 50 días después de la siembra. Realizando una rápida inspección, se observa que existen diferencias entre los

promedios de los tratamientos bajo evaluación. No obstante, es necesario contar con un respaldo estadístico.

TABLA N° 23. Evaluación de numero de hojas a los 50 días de la siembra.

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	4.00	5.00	5.80	6.00	20.8
II	4.30	5.20	5.50	6.50	21.5
III	4.40	5.00	5.80	6.00	21.2
IV	4.50	5.00	6.40	6.40	22.3
Σ TRAT.	17.2	20.2	23.5	24.9	85.8
\bar{X}	4.3	5.05	5.88	6.23	21.45

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó el análisis de varianza con la información de la tabla N° 23, con la finalidad de determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados.

TABLA N° 24. Análisis de variancia del número de hojas a los 50 días de la siembra.

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						0.01%	0.05%
Bloques	3	0.065	0.022	0.443	0.728		
Tratamientos	3	8.095	2.698	55.193	4.06e-06	*	*
Error	9	0.440	0.049				
Total	15						

Fuente: Elaboración propia.

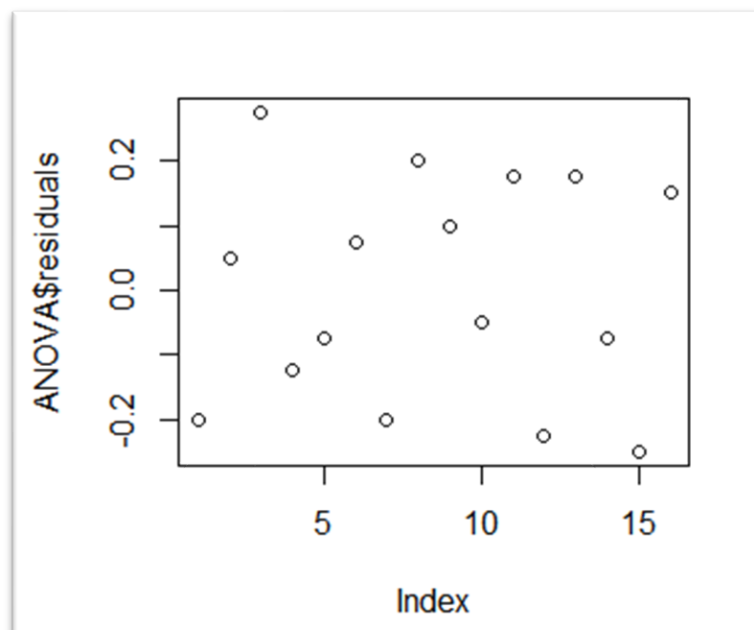
El resultado del análisis de varianza para determinar si los tratamientos influyen en el número de hojas de las plántulas posterior a los 59 días después de la siembra confirma que son los tratamientos los agentes causales de estas diferencias detectadas. Del cuadro 24, el factor "Tratamiento" con **Pr(>F)** de valor 4.06e-06 resulta menor que el 0.05 de significancia elegido, motivo por el cual se podría afirmar que las diferencias

halladas son producto de los tratamientos aplicados, no obstante, se debe verificar el cumplimiento de los supuestos para concluir.

- Independencia

La prueba de independencia corrobora que los residuos provenientes del análisis de varianza no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 28), o mejor dicho no se evidencia una dependencia positiva o negativa; como a continuación se observa en la figura adjunta, lo cual indica que se cumple este supuesto.

FIGURA N° 27. Test visual de independencia de residuos número de hojas a los 50 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

- Normalidad

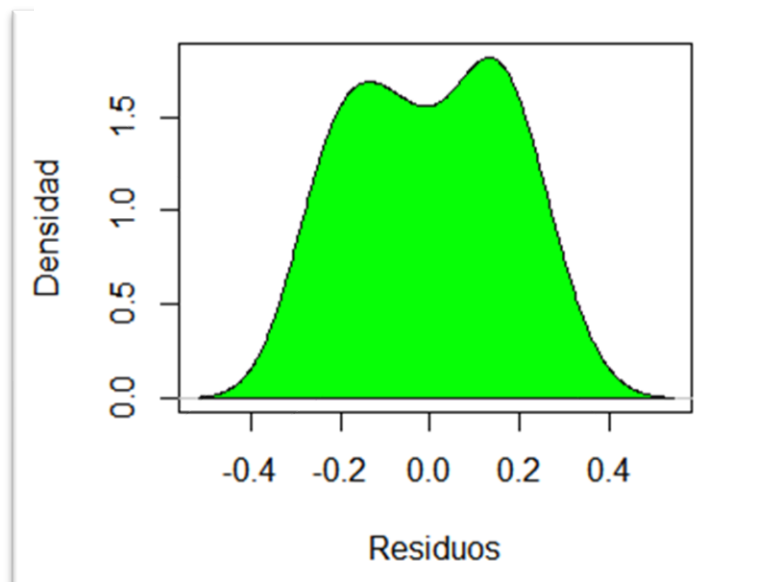
La prueba o test de Shapiro - Wilk valida la hipótesis de que los valores residuales provienen de una distribución normal, Esto debido a que el p-

value es de 0.2734 valor que está por encima del valor de significancia (5%).

$$W = 0.93315, p\text{-value} = 0.2734$$

En la figura 29, visualmente se corrobora lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk, estos residuos se ajustan a una distribución normal, nótese que la curva de densidad se asemeja a la campana de Gauss.

FIGURA Nº 28. Curva de densidad observada para número de hojas a los 50 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

- Homocedasticidad

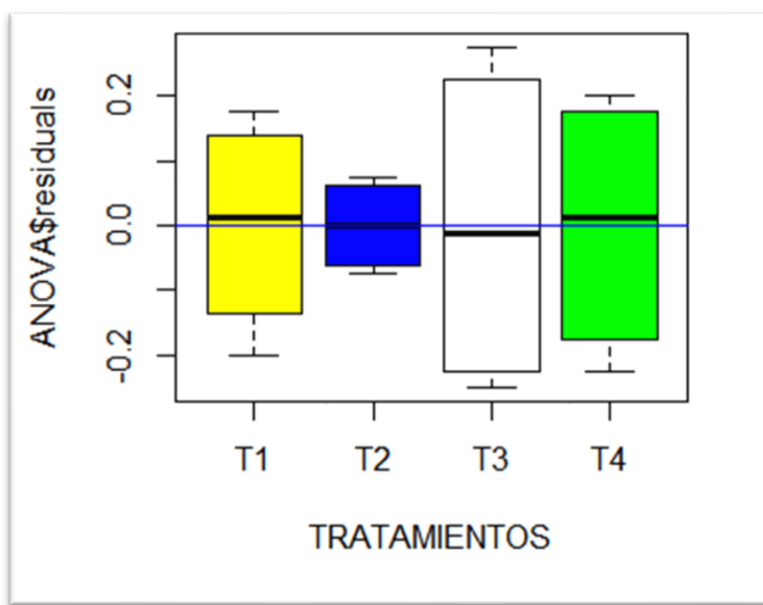
El test de Bartlett para determinar si los valores residuales provienen de muestras con varianzas iguales arroja los siguientes resultados.

$$\text{Bartlett's K-squared} = 3.576, df = 3, p\text{-value} = 0.311$$

El p-value del test presenta un valor de 0.311 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. La gráfica box-plot muestra evidencias que las

dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA Nº 29. Gráfica de cajas para número de hojas a los 50 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

En vista que se han cumplido los supuestos del análisis de varianza, es correcto afirmar que las diferencias se deben a los tratamientos aplicados a las plántulas de brócoli.

Se realizó la prueba Tukey para determinar la superioridad de los tratamientos evaluados, en el cuadro 24 se observa que la mayor cantidad de hojas se debe a la aplicación del tratamiento T4, seguido de T3 y T2 con valores de 6, 5 y 5 respectivamente.

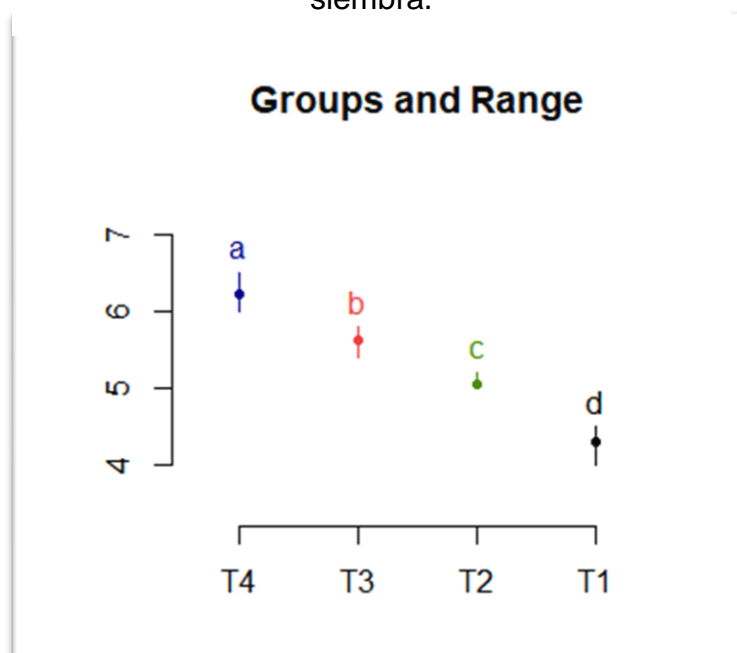
TABLA N° 25. Prueba tukey del número de hoja a los 50 días de la siembra.

Grupos	Media	N	Tratamientos.
a	6.225	4	T4
b	5.645	4	T3
c	5.050	4	T2
d	4.300	4	T1

Fuente: Elaboración propia.

En la figura adjunta, se observa la distribución de los tratamientos en relación a sus promedios. Como ya se señaló, existen diferencias bien marcadas, siendo superior el tratamiento T4, T3 y T2 respecto al T1.

FIGURA N° 30. Prueba de comparación de medias de número de hojas a los 50 días de la siembra.



Fuente: Elaboración propia.

4.8. Variable longitud radicular (cm).

En la tabla N° 26, sistematiza la información recolectada de los promedios muestrales observados por cada tratamiento en las parcelas de investigación.

Se observa en este mismo cuadro, que las diferencias de los promedios de cada tratamiento tienen valores distintos, no obstante, se debe recurrir a un análisis de varianza para corroborar la significancia estadística de estos resultados observados.

TABLA N° 26. Evaluación de la variable longitud radicular (cm).

BLOQUE	TRATAMIENTOS				Σ BLOQUES
	T1	T2	T3	T4	
I	10.58	10.73	13.36	15.00	49.67
II	10.30	12.6	13.14	15.200	51.24
III	9.70	11.46	12.43	15.50	49.09
IV	9.80	12.2	13.41	16.00	51.41
Σ TRAT.	40.38	46.99	52.34	61.7	201.41
\bar{X}	10.10	11.75	13.09	15.43	50.35

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 26, se presenta el resultado del análisis de varianza realizado para la longitud radicular a los 50 días después de la siembra.

El factor “Tratamiento” resultó significativo al 5%, es decir que los tratamientos evaluados influyen en la longitud radicular con un 95% de confianza. Esto, debido a que el **Pr(>F)** de 1.87e-06 resulta menor del 5% de significancia elegido.

TABLA N° 27. Análisis de variancia de la longitud radicular a los 50 días de la siembra (cm).

Fuente	GL	SC	Mean SC.	F value	Pr(>F)	Significancia	
						0.01%	0.05%
Bloques	3	0.99	0.330	1.078	0.406		
Tratamientos	3	60.87	20.289	66.181	1.87e-06	*	*
Error	9	2.76	0.307				
Total	15						

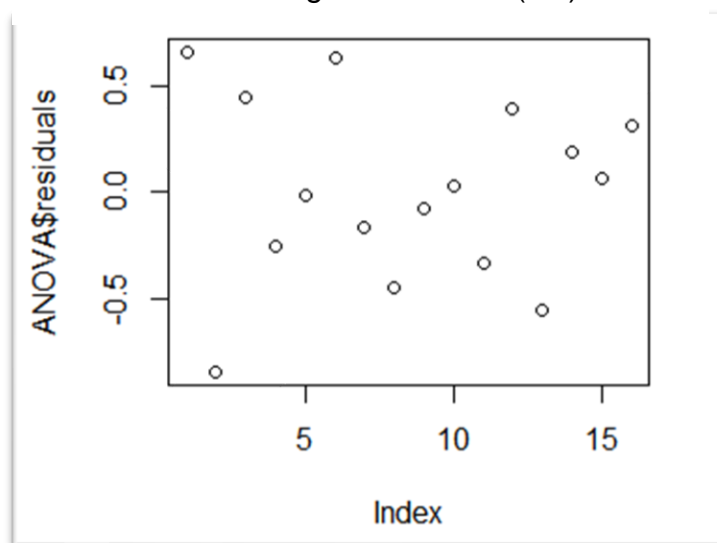
Fuente: Elaboración propia.

Para una correcta interpretación de lo reportado en el análisis de varianza, es necesario verificar si cumplen los siguientes supuestos:

- Independencia

La prueba de independencia corrobora que los residuos provenientes del análisis de varianza no siguen un patrón definido (la ubicación en el plano cartesiano es irregular de los residuos, ver figura 32), o mejor dicho no se evidencia una dependencia positiva o negativa; como a continuación se observa en la figura adjunta, lo cual indica que se cumple este supuesto.

FIGURA Nº 31. Test visual de independencia de residuos longitud radicular (cm).



Fuente: Elaboración propia.

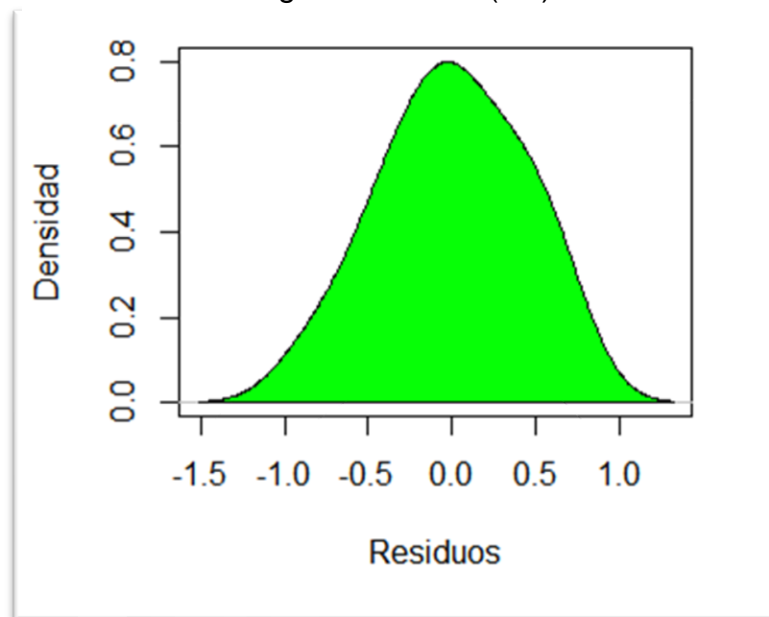
- Normalidad

La prueba o test de Shapiro - Wilk valida la hipótesis de que los valores residuales provienen de una distribución normal, Esto debido a que el p-value es de 0.964 valor que está por encima del valor de significancia (5%).

$W = 0.98005$, $p\text{-value} = 0.964$

En la figura 33, visualmente se corrobora lo reportado por la prueba Shapiro – Wilk, estos residuos se ajustan a una distribución normal, nótese que la curva de densidad se asemeja a la campana de Gauss.

FIGURA Nº 32. Curva de densidad observada para longitud radicular (cm).



Fuente: Elaboración propia.

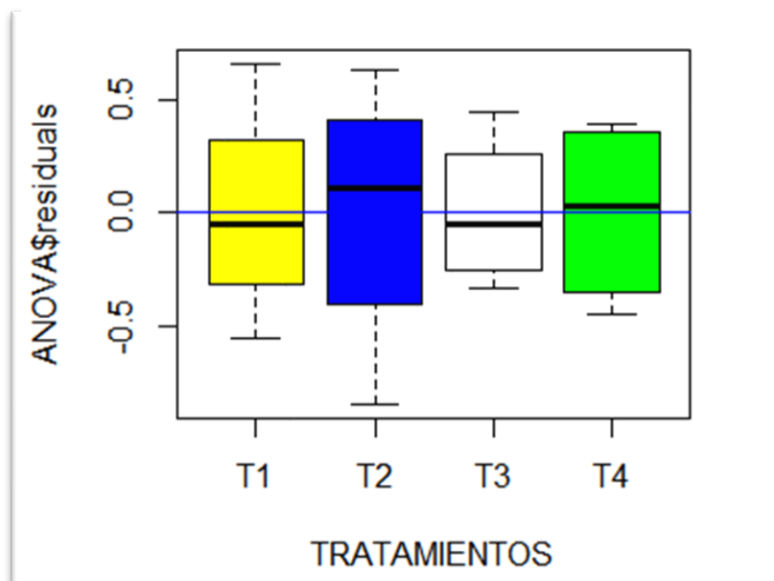
- Homocedasticidad

El test de Bartlett para determinar si los valores residuales provienen de muestras con varianzas iguales arroja los siguientes resultados.

Bartlett's K-squared = 1.0335, $df = 3$, $p\text{-value} = 0.7931$

El $p\text{-value}$ del test presenta un valor de 0.7931 que es superior al nivel de significancia del 5%. Eso significa que los datos evaluados provienen de varianzas iguales. La gráfica box-plot muestra evidencias que las dispersiones de los residuos para cada tratamiento no son muy distintas entre sí; por lo tanto, no se encontraron indicios de un incumplimiento de este supuesto.

FIGURA N° 33. Gráfica de cajas para longitud radicular (cm).



Fuente: Elaboración propia.

En vista que se han cumplido los supuestos del análisis de varianza, es correcto afirmar que las diferencias se deben a los tratamientos aplicados a las plántulas de brócoli.

Por lo tanto, el desarrollo radicular de las plántulas de brócoli se debe por la aplicación de los tratamientos bajo estudio.

La prueba de Tukey se aplicó con la finalidad de determinar la superioridad de los tratamientos bajo evaluación.

TABLA N° 28. Comparación de medias de la longitud (cm).

Grupos	Media	N	Tratamientos.
a	15.425	4	T4
b	13.085	4	T3
c	11.748	4	T2
d	10.095	4	T1

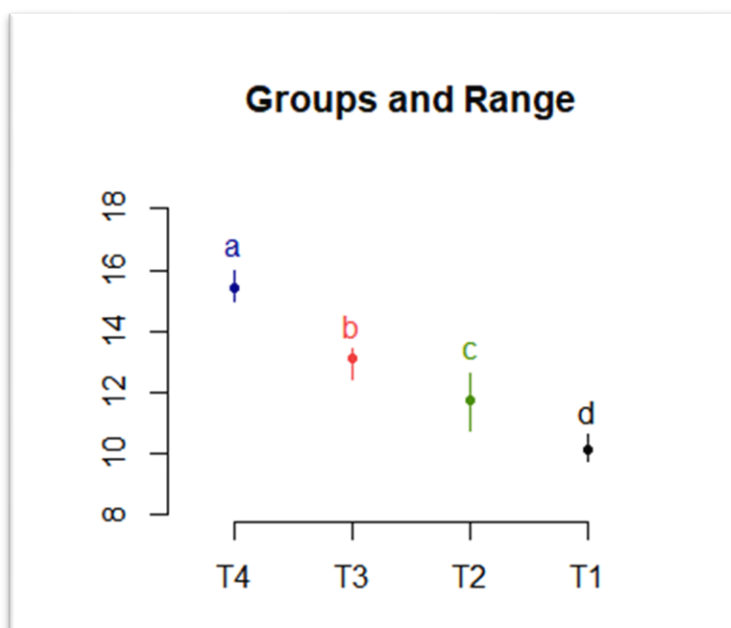
Fuente: Elaboración propia.

La tabla 28, se presenta los resultados obtenidos de la prueba Tukey y en donde se observa que existen cuatro grupos bien diferenciados; en donde los tratamientos T4, T3 y T2 son superiores al T1.

Aplicando el tratamiento T4, se consigue una longitud radicular de 15.425 cm, mientras que usando el tratamiento T3 y T2 se logran longitudes de 13.085 cm y 11.748 cm respectivamente.

En la figura 35, visualmente se reporta el promedio o medias de los tratamientos bajo estudio, nótese la distribución de la gráfica, el orden de superioridad es de manera descendente, empezando de la letra a, hasta culminar en la d.

FIGURA Nº 34. Prueba de comparación de medias de número de longitud radicular (cm).



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

En concordancia con el objetivo específico “**realizar la elaboración del abono tipo bocashi en la producción de almácigos de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Legacy**” se concluye que; para la elaboración del abono tipo bocashi se tuvo las siguientes proporciones de insumos: 30% de tierra negra, 30% de aserrín blanco, 30% de estiércol de cuy, 0.4% de afrecho de cebada %, 0.4 carbón vegetal, 0.4% de azúcar, 0.10%, de levadura y 8.7% de agua, los cuales fueron de fácil acceso. Con una temperatura inicial de 20°C, una media de 44°C y una final de 25°C en 21 días estuvo listo para su aplicación en los almácigos.

De acuerdo al objetivo específico “**evaluar el efecto de tres proporciones de abono tipo bocashi en las características agronómicas de las plántulas de brócoli (*Brassica oleracea*) var. Legacy**”, se concluye que la mejor proporción para lograr las mejores respuestas en las características agronómicas de las plántulas de brócoli fue al emplear el 50% de tierra agrícola y 50% de abono tipo bocashi, correspondiente al tratamiento T4. Con este tratamiento se alcanzó longitudes de 8.05 cm y 15.41 cm para plántulas de 20 y 50 días después de la siembra. Este tratamiento permitió lograr un diámetro de 2.31 mm en los tallos de las plántulas transcurridos los 50 días después de la siembra, mientras que, en el contenido de hojas, se evidenciaron que aplicando el tratamiento T4 se consigue 3 y 6 hojas para plántulas entre 20 y 50 días respectivamente después de la siembra. Así mismo, con el uso del tratamiento T4 se reporta medidas de 15.425 cm en la longitud radicular de las plántulas.

RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda probar inoculantes biológicos en el proceso de elaboración del abono bocashi, a fin de acortar el tiempo de fermentación además de incrementar la población bacteriana benéfica.
- ✓ Se recomienda la investigación a nivel de campo definitivo con el uso del bocashi, al mismo tiempo para sistemas biointensivos de producción en el cultivo de brócoli y de otros cultivos competentes de la zona de Andahuaylas.
- ✓ Investigar a nivel de laboratorio el contenido microbiológico y nutricional del bocashi, elaborado a partir de diferentes insumos de la zona.
- ✓ Mediante el fitomejoramiento producir semillas de brócoli y lograr obtener variedades con un gran potencial genético adaptadas a las características climáticas de nuestra zona.

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

Balaguer, F. (1999). Los abonos orgánicos 1era edición editorial R. Vicente. Madrid, España. Pág. 35.

Barrios, B (2010). Características generales de la coliflor y el brócoli. Chile. Pág. 10.

Boutherin, D. (1994). Suelos. Zaragoza, España, Acribia. Pág. 431.

Bussard, L. (1994). Cultivo hortícola Barcelona. Barcelona. España: Salvat editores S. A. Pág. 493.

Canovas, F.; Díaz, J.R. (1993). Cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la provincia de Almería. Almería. Pág. 187.

Cásseres, M. (1995). Producción de Hortalizas. Segunda Edición. México: Editorial Salvat. Pág. 179.

De Luna, V. A.; Vázquez, A. E. (2009). Elaboración de Abonos Orgánicos. México: Universidad de Guadalajara. págs. 4 – 12.

Don, C. (2004). La nueva cura bíblica para el cáncer. Casa Creación. USA. Pág. 92.

Escobar, H. (2004). Análisis de costos para hortalizas ecológicas. Bogotá, Colombia: Editorial CIAA. Pág. 5.

Grandez, A. (1998). Densidad y época de siembra del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. itálica Plenck “brócoli” en los valles de Huaura y Barranca.

Tesis (Ingeniero Agrónomo). Huacho, Perú. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Escuela Profesional de Agronomía. Pág.56.

Haro, Y; Maldonado, L. (2009). Guía técnica para el cultivo de Brócoli. Riobamba. Ecuador: Editorial Freire. Pág. 11.

Holle, M; Montes, A. (2000). Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. San José, Costa Rica. Pág. 26.

Limongelli, J. (1979). El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Buenos Aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur.

Pág. 25.

Maroto, J.V. (1990). Elementos de horticultura general. Madrid. España. Mundi Prensa. Pag.533.

Martínez et. al. (1999). Lombricultura y abonos orgánicos. Chapingo. México: IICA. Pág. 157.

Meléndez, G.; Soto, G. (2003). Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura 2003, San José, Costa Rica. Costa Rica: CIA-UCR. págs. 50 – 63.

Mendívil, C; Nava-Pérez, E; Armenta-Bojórquez, A; Ruelas-Ayala, R; Félix-

Montes, A y Holle, M. (1985). Manual de enseñanza práctica de producción de hortalizas. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José de Costa Rica. 120 pág.

Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana: Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. FONAG. Pág. 6.

Ogden, S. (1992). Step by Step Organic vegetable gardenig. US. Collin. Pág. 117.

Ramos Agüero, David; Terry Alonso, Elien. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. La Habana – Cuba. Págs. 56 – 57.

Ramos, D.; Terry, E.; Sohll, Y. (2016). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales 115:52-59.

Restrepo J. (1996). Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. CEDECE. Pág. 51.

Rodríguez, Diego. (2010). Cultivo Ecológico de Hortalizas, Fundación Hogares Juveniles Campesinos, ED. LEXUS, Bogotá - Colombia; Edición 2010. Pág. 175.

Saborio, M. M. (2004). Atlas Agropecuario de las Hortalizas. San José. Costa Rica: San José De Costa Rica. Pág. 411.

Sarmiento, G. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. Scientia Agropecuaria. Págs. 55 – 61.

Sequeira, J. (2019). Uso de lacto-suero ácido en la elaboración de bocashi y su efecto en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) cv. Tropicana. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano – Honduras.

Soto G., Meléndez G. (2003) Abonos Orgánicos San José, Costa Rica. CATIE. Pág. 27.

Suquilanda, V.M. (1996). Agricultura orgánica. Alternativa ecológica para el futuro.

Toledo. (1995). Cultivo de brócoli. Lima, Perú. SINITTA. Págs. 20 – 21.

UNODC (2017). El cultivo de hortalizas. Hatun Sacha. La Paz, Bolivia. Pág. 15.

Uriarte, J. (2005). Producción de hortalizas orgánicas. La Paz - Bolivia. Pág. 12.

Valerio, M., (2012), Plántulas sanas para la producción óptima, México.

PÁGINAS WEB

A. D; Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos plantas.

Disponible en la web: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>

AgroActivo (2022). Herramientas y equipos para horticultura. Disponible en la

web: <https://agroactivocol.com/producto/equipos-y-herramientas/bandeja-x-50-cavidades/>

Baron Merino Jeisser, Alicxon; Yahuara Suarez, Leydy Yohana: Disponible

en la web:

https://repositorio.udl.edu.pe/bitstream/UDL/371/1/MerinoYahuara_Tesis%20IA.pdf

Bertolí Herrera, M. et. al. (2009). producción y uso del abono orgánico tipo bocashi. una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los

suelos. Disponible en la web:

<http://ediciones.inca.edu.cu/files/folletos/abonoorganico.pdf>

Blogger (2012). Hibridación para la obtención de *Brassica oleracea*. var.

Romanesco. Disponible en la red:

<http://obtencionderomanesc.com/2012/09/caracteristicas-del-brocoli.html>

Botero, B. A. (2011). Brócoli Germinado: Propiedades del Brócoli Germinado.

Disponible en la Web: <http://germinados->

medicina.blogspot.com/2011/12/brocoli.html

COSECHANDO NATURAL. (2017). Clasificación de los abonos orgánicos. Disponible en la web: <https://www.cosechandonatural.com.mx/guias-clasificacion-abonos-organicos.html>

Cuesta, C. (2006) M. O. "Bokashi" De Japón para el mundo. Disponible en la web: <http://www.manualdelombricultura.com /12264.html>

Estrucplan (2000), Mecanismos De La Fermentación Aerobia. Disponible en la web: <https://estrucplan.com.ar/mecanismos-de-la-fermentacion-aerobia/>

FAO. (2011). Elaboración y uso del Bocashi. Disponible en la web: <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdfNorma0>

Herrán, A. (2019). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud <http://biotecnia.unison.mx>.

Infoagro (2017). Abonos Orgánicos: Disponible en la web: http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp

Infoagro. (2003). EL CULTIVO DEL BRÓCULI. Disponible en la Web: <https://www.infoagro.com/hortalizas/broculi.htm>

Infoagro. (2017). Importancia de los abonos orgánicos. Disponible en la web: <https://mexico.infoagro.com/importancia-de-los-abonos-organicos/>

Krarup, CH. (1992). Seminario sobre la producción de brócoli. Quito. Ecuador: PROEXANT. pág. 25.

Monzón Sequeiros, C. (2016). Tesis: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE TOMATE DE CRECIMIENTO INDETERMINADO (*Lycopersicum sculentum* Mill) DE VARIEDADES HÍBRIDOS UTILIZANDO ABONOS

FERMENTADOS DE GALLINAZA Y CUYAZA – ABANCAY”. Disponible en la web:

[file:///C:/Users/yehc1/Downloads/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20tomate%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/yehc1/Downloads/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20del%20rendimiento%20de%20tomate%20(1).pdf)

MundoHuerto (2016). Cómo trasplantar las plantas. Disponible en la web:

<https://www.mundohuerto.com/labores/trasplante>

Piñeros, A. (2010). Principales factores a considerar en la elaboración del abono orgánico fermentado: Disponible en la web:

<http://qidatumundo.blogspot.com/2010/07/principales-factores-considerar-en-la.html>

Ramos Agüero, D; Terry Alfonso, E. (2014). GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS: IMPORTANCIA DEL BOCASHI COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLANTAS. Disponible en la web: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>

Restrepo, J. (2009). A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra.

Disponible en la web: <https://reaxionatuwordpress.com/2011/09/manual-practico-de-agricultura-organica-y-panes-de-piedra.pdf>

Rizzo P. (2010) “Súper Brócoli Ecuatoriano”. Disponible en la web:

<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/nuevos%20exportables/brocoli/brocoli.htm>.

Robinson, J. (2015). Características de los principales sustratos para la producción protegida de alimentos. Disponible en la web:

<https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/en-busca-del-sustrato-ideal/>

Seminis. (2016). Legacy. Disponible en la web: <http://www.seminis-las.com/producto/legacy/325>

UNALM. (2009). SUSTRATOS PARA PROPAGACION Y SIEMBRA EN INVERNADEROS. Disponible en la web: <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Ense%C3%B1anza/Clases%20PROP A/SPP.4.SUSTRATOS.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01: Costo de producción.

ITEM	ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL (S/.)
SUB TOTAL	INSUMOS				164.4
1	Tierra negra	kg	50	0.5	25
2	Estiércol de cuy	kg	50	2.5	125
3	Aserrín	kg	50	0.2	10
4	Afrecho de cebada	kg	1	0.2	0.2
5	Carbón vegetal	kg	1	0.2	0.2
6	Levadura	sobre 150gr	1	0.5	0.5
7	Azúcar rubia	kg	1	3.5	3.5
SUB TOTAL	HERRAMIENTAS Y MATERIALES				494
8	Pico	global	1	15	15
9	Pala	global	1	18	18
10	Rastrillo	global	1	18	18
11	Plataforma	global	1	150	150
12	Termómetro	global	1	11	11
13	Saquillo	global	2	1	2
14	Análisis del abono	global	250	1	250
15	Bolsas de papel Kraft	global	100	0.2	20
16	Etiquetas	global	100	0.1	10
SUB TOTAL	MANO DE OBRA				42.5
17	Recolección de insumos	jornal	0.25	50	12.5
18	Preparación del abono	jornal	0.25	50	12.5
19	Volteo	jornal	0.25	50	12.5
20	Recolección del abono	jornal	0.1	50	5
COSTO TOTAL					701
PESO NETO (KG)					100
COSTO DE PRODUCCION POR KG (S/.)					7.01
MARGEN DE GANANCIA (40%)					0.4
GANANCIA POR CADA KILO VENDIDO					2.80
PRECIO DE VENTA (S/.)					9.81

Fuente: Elaboración propia.

El anexo N°06 muestra el costo de producción para un peso neto de 100kg de abono tipo bocashi, del cual el costo total de producción es de 701 soles y 7.01 soles por cada kg. Si queremos obtener un margen de ganancia del 40% ganaríamos 2.80 soles por cada kilo vendido a un precio de venta de 9.81 soles.

ANEXO N° 02. Fotografías.

Fotografía N° 01. *Recolección de tierra negra para la elaboración del abono.*



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía N°02. *Elaboración del Abono tipo bocashi.*



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía N° 3. *Medición de la temperatura del abono.*



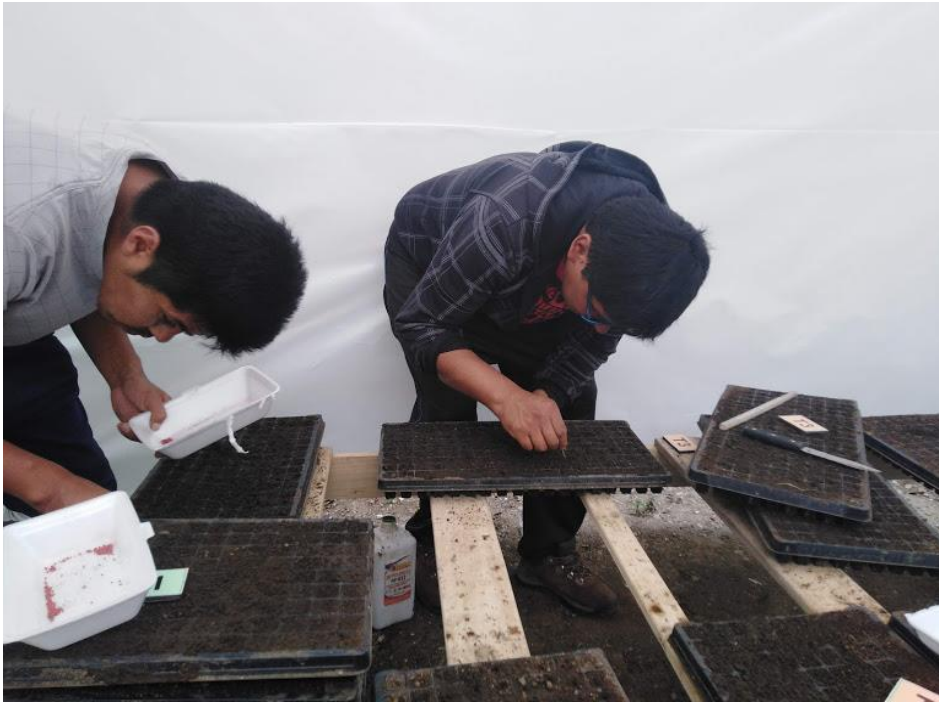
Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía N° 04. *Pesado de muestra de abono para el cálculo de proporciones de cada tratamiento.*



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía N° 05. *Siembra de semillas de brócoli.*



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía N°06. *Germinación de semillas de brócoli.*



Fuente: Recopilación Propia.

Fotografía N°07. Plántulas de brócoli.



Fuente: Recopilación Propia.

ANEXO N° 03. Formato para registro del cuaderno de campo.

ITEM	Altura de plántulas	Numero de hojas	Diámetro de tallo	Longitud radicular
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO N° 04. Registro de datos a los 50 días de la siembra.

BLOQUE I

TRATAMIENTO 1

ITEM	Altura de plántulas	Numero de hojas	Diámetro de tallo	Longitud radicular
1	15.6	6	2.2	15.2
2	15.5	6	2.3	15.2
3	16.2	6	2.8	15.6
4	15.6	6	2.3	15.2
5	15.6	7	2.2	15.3
6	16	6	2.5	15.6
7	16	6	2.8	15.6
8	15.3	6	2.4	15
9	15	6	2	14.6
10	15	6	2	14.6
11	15.5	6	2.2	15
12	15.4	6	2.1	15
13	15.8	7	2.7	15.2
14	15.2	6	2	15
15	16	7	2.8	15.6
16	15.4	6	2.3	15.1
17	15.3	6	2.5	15.1
18	15.2	6	2.6	15
19	15.1	6	2	14.6
20	15.6	6	2	15.1
21	15.6	6	2	15.1

FUENTE: Elaboración propia.

ANEXO N° 05. Cálculo de proporciones de abono tipo bocashi y tierra agrícola (kg).

$$P = \frac{m}{v}; b; t;$$

Donde:

P = Peso

m = masa

v = volumen

b = Bocashi

t = tierra agrícola

$$p_b = 0.80994 \text{ g/cm}^3$$

$$p_t = 1.40746 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Volumen}_{1\text{celdilla}} = 15 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3$$

TRATAMIENTO 1: 100% bocashi + 0% tierra agrícola

- Bocashi:

$$v_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{100}{100} = 2579.5098 \text{ cm}^3$$

$$m = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times 0.80994 \text{ g/cm}^3$$

$$m = 3630.5568\text{g} = 3.63055\text{kg}$$

TRATAMIENTO 2: 30% bocashi + 70 % tierra agrícola

- Bocashi:

$$v_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{30}{100} = 773.8529 \text{ cm}^3$$

$$m = 773.8529 \text{ cm}^3 \times 0.80994 \text{ g/cm}^3$$

$$m = 626.774\text{g} = 0.626774 \text{ kg}$$

- Tierra agrícola:

$$v_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{70}{100} = 1805.65 \text{ cm}^3$$

$$m = 1805.65 \text{ cm}^3 \times 1.40746 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 2541.389\text{g} = 2.5413\text{kg}$$

TRATAMIENTO 3: 40% bocashi + 60% tierra agrícola

- Bocashi:

$$V_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{40}{100} = 1031.8039 \text{ cm}^3$$

$$m = 1031.8039 \text{ cm}^3 \times 0.80994 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 835.699\text{gr} = 0.835699\text{kg}$$

- Tierra agrícola:

$$V_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{60}{100} = 1547.70588 \text{ cm}^3$$

$$m = 1547.70588 \text{ cm}^3 \times 1.40746 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 2178.334\text{g} = 2.1783\text{kg}$$

TRATAMIENTO 4: 50% bocashi + 50% tierra agrícola

- Bocashi:

$$V_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{50}{100} = 1289.7549 \text{ cm}^3$$

$$m = 1289.7549 \text{ cm}^3 \times 0.80994 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 1044.624\text{g} = 1.044\text{kg}$$

- Tierra agrícola:

$$V_{\text{bandeja}} = 2579.5098 \text{ cm}^3 \times \frac{50}{100} = 1289.7549 \text{ cm}^3$$

$$m = 1289.7549 \text{ cm}^3 \times 1.40746 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 1815.278\text{gr} = 1.81527\text{kg}$$

ANEXO N°06: Análisis De Materia Orgánica.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : YURI EDWARD HURTADO CAJAMARCA
PROCEDENCIA : APURIMAC
MUESTRA DE : BOCASHI
REFERENCIA : H.R. 66372
BOLETA : 2337
FECHA : 20/12/18

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
1204		7.88	6.73	31.83	0.52	0.46	1.48

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
1204	-	3.18	1.29	28.17	0.12

N° LAB	CLAVES	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	B ppm
1204		29500	75	103	139	30



Dr. Saúl García Bendezu
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNALM.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : YURI EDWARD HURTADO CAJAMARCA

Departamento : APURIMAC

Distrito :

Referencia : H.R. 66371-179C-18

Provincia :
Predio :
Fecha : 18/12/18

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes Bases	Suma de Bases	% Sat. De Bases	
								Arena %	Limo %	Arcilla %		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺				
16527		7.11	0.99	1.90	6.30	159.8	1388	67	19	14	Fr.A.	25.60	17.84	4.55	2.91	0.30	0.00	25.60	25.60	100

A = Arena ; A.Fr. = Franco Arenoso ; Fr.A. = Franco Arcilloso ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra	
Lab.	Claves
16527	N %
	0.34



Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNALM.

ANEXO N°08. Tabla De Interpretación.

METODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. pH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O. = %Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M; pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOH)N; pH 7.0
10. Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiabiles: reemplazamiento con acetato de amonio

- (CH₃-COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.
11. Al⁺³, H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N
 12. Iones solubles:
 - a) Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl, Co₃ = HCO₃ = NO₃ solubles: volumetría y colorimetría, SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

- 1 ppm=1 mg/kilogramo
- 1 mililitro (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro
- 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg
- Salas solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
- CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad	Clasificación del Suelo	CE(es)	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas	
						Clasificación	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	*bajo	<2	<2.0	ppm P <7.0	ppm K <100	*Normal	0.2 - 0.3
*ligeramente salino	*medio	2 - 4	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5
*moderadamente salino	*alto	4 - 8	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2
*fuertemente salino		>8				*defc. Mg	>10

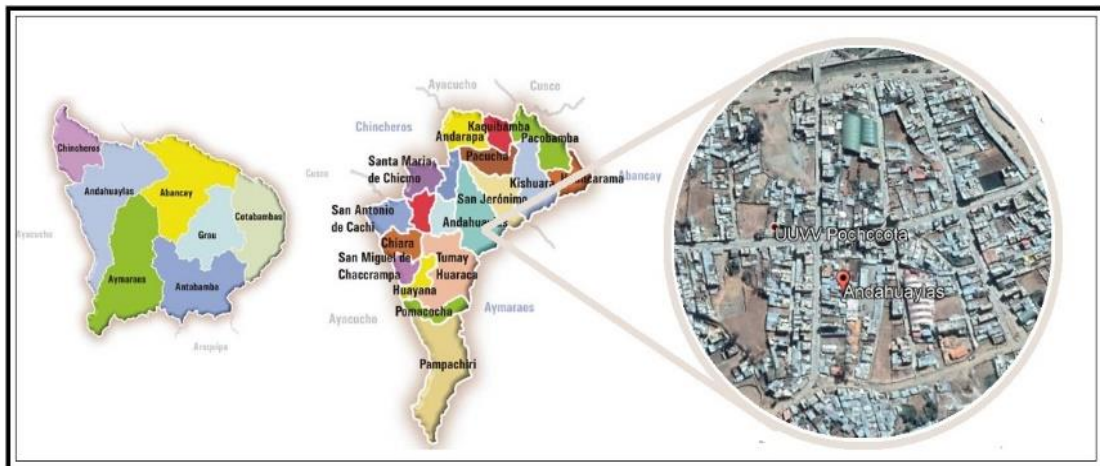
Reacción o pH		Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	Ca ⁺²	60 - 75
*fuertemente ácido	<5.5	Mg ⁺²	15 - 20
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	K ⁺	3 - 7
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Na ⁺	<15
*neutro	6.6 - 7.0		
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8		
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4		
*fuertemente alcalino	>8.5		

CLASES TEXTURALES

- A = arena
- Fr.Ar.A = franco arcillo arenoso
- Fr.Ar = franco arcilloso
- Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso
- Fr. = franco
- Ar.L = arcilloso limoso
- L = limoso

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNALM.

ANEXO N° 09. Plano de ubicación.



Fuente: Elaboración propia.