



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE COL CHINA (*Brassica rapa subsp. campestris*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniera Agrónoma

Autora:

María Alicia Gavilanes Pastuña

Tutor:

Ing. Ramon Klever Macias Pettao

LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO-2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Gavilanes Pastuña María Alicia, con cédula de ciudadanía No. 0550193833, declaro ser la autora del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE COL CHINA (*Brassica rapa subsp. campestris*)”**, siendo el Ing. Ramón Klever Macías Pettao Msc., Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

La Maná, febrero del 2025



Gavilanes Pastuña María Alicia
C.C: 0550193833

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el título:

“APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE COL CHINA (*Brassica rapa subsp. campestris*)”, de Gavilanes Pastuña María Alicia, de la carrera de Agronomía, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa

La Maná, febrero del 2025


Ramón Klever Macías Pettao
C.C: 0910743285
TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la extensión La Maná; por cuanto, la postulante: Gavilanes Pastuña María Alicia, con el título del Proyecto de Investigación: “**APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE COL CHINA (*Brassica rapa subsp. campestris*)**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2025

Para constancia firman:



Salazar Saltos Enrique Alex
C.I: 1803595584
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Quinatoa Lozada Eduardo
C.I: 1804011839
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Luna Murillo Ricardo Augusto
C.I: 0912969227
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco sinceramente a la Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná” por brindarme la oportunidad de estudiar en esta noble institución, a los docentes que han sabido compartir sus conocimientos para una formación profesional y a mi tutor Ing. Macias Pettao Ramon Klever

Gracias a mi familia y seres queridos, quienes me acompañaron en este proceso, dándome fuerza y ánimo para continuar, todos y cada uno de ustedes han sido parte esencial para lograrlo.

María

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico en primer lugar a Dios por la vida, la salud, por sus múltiples bendiciones, por guiarme en este camino académico y permitirme culminar mi carrera universitaria. Por brindarme la fortaleza de seguir siempre adelante en los momentos de angustia, tristeza, debilidad y darme una vida llena de aprendizajes, bendiciones y experiencias.

A mis padres por su esfuerzo y dedicación, por los innumerables sacrificios que han hecho para que pudiera alcanzar mis metas, su fe en mis capacidades me ha dado la confianza necesaria para superar cada obstáculo y alcanzar este logro tan importante, este trabajo es el reflejo de su amor y dedicación, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible. Por enseñarme que todo se puede, que a pesar de las dificultades siempre habrá una luz.

A mis hermanas y hermanos gracias por su constante apoyo en cada paso de este camino, su amor y cariño han sido fundamental para llegar hasta aquí.

María

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TÍTULO: “APLICACIÓN DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE COL CHINA (*Brassica rapa subsp. campestris*)”

Autora:

Gavilanes Pastuña María Alicia

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Parroquia El Carmen, Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, cuyo objetivo fue evaluar la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp. Campestris*), determinar la respuesta agronómica del cultivo de col china con la aplicación de tres abonos orgánicos, Establecer el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento de col china con la aplicación con la aplicación de abonos orgánicos, Realizar un análisis económico de la aplicación de los abonos orgánicos utilizados en la investigación. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, lo que conforma un total de 20 unidades experimentales, además, se evaluaron variables como: Altura de planta (cm), número de hojas (unidad), largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm), diámetro del tallo (mm), peso de la planta (g), niveles de clorofila, rendimiento (kg/ha). Los resultados que predominaron fueron con el F2 Biocompost (325 g/planta) en cada una de las variables, obteniendo una altura de planta de 33,85 cm, número de hojas 19,10, largo de hoja con 31,85 cm, ancho de hoja 19,57 cm, diámetro del tallo 62,57 mm, peso de planta 658 g, clorofila con 35,96 SPAD y rendimiento con 65800 kg, demostrando la efectividad del abono orgánico en la producción de col china, en lo que respecta el análisis económico el tratamiento Biocompost con un ingreso bruto de \$9870, un beneficio neto de \$7640,67 y un R B/C de 3,42 es decir, que la aplicación de abonos orgánicos son una alternativa fiable tanto para la producción, como para tener una economía progresiva.

Palabras claves: Abonos orgánicos, col china, compost, rendimiento, rentabilidad

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

EXTENSION LA MANÁ

TITLE: “APPLICATION OF THREE ORGANIC FERTILIZERS IN THE PRODUCTION OF CHINESE CABBAGE (*Brassica rapa subsp. campestris*)”

Authors:

Gavilanes Pastuña María Alicia

ABSTRACT

The research work was carried out in El Carmen parish, La Maná canton, Cotopaxi province whose objectives were to evaluate the application of three organic fertilizers in the production of Chinese cabbage (*Brassica rapa subsp. Campestris*), to determine the agronomic response of the Chinese cabbage crop with the application of three organic fertilizers, to establish the treatment that obtained the highest yield of Chinese cabbage with the application of organic fertilizers, and to perform an economic analysis of the application of organic fertilizers used in the research. A completely randomized block design (CRBD) was used with four treatments and five repetitions, so making up a total of 20 experimental units. In addition, variables such as: plant height (cm), number of leaves (unit), leaf length (cm), leaf width (cm), stem diameter (mm), plant weight (g), chlorophyll levels, and yield (kg/ha) were evaluated. The results that predominated were with the Biocompost (325 g/plant) in each of the variables by obtaining a plant height of 33.85 cm, number of leaves 19.10, leaf length with 31.85 cm, leaf width 19.57 cm, stem diameter with 62.57 mm, plant weight with 658 g, chlorophyll with 35.96 SPAD, and yield with 65800 kg. The results demonstrated the effectiveness of organic fertilizer in the production of Chinese cabbage. According to the economic analysis, the Biocompost treatment showed a gross income of \$ 9870, a net profit of \$ 7640.67 and a R B/C of 3.42. In conclusion, the application of organic fertilizers is a reliable alternative both for production and for having a progressive economy.

Keywords: Organic fertilizers, Chinese cabbage, compost, yield, profitability

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
4.1. Beneficiarios directos	4
4.2. Beneficiarios indirectos	4
5. PROBLEMA DEL PROYECTO	5
6. OBJETIVOS.....	6
6.1. Objetivo general	6
6.2. Objetivos específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Producción de col china a nivel mundial.....	8
8.2. Origen de la col china.....	8
8.2.1. Principales países exportadores de col china.....	9
8.3. Taxonomía.....	9
8.4. Descripción de la planta	10
8.5. Valor nutricional.....	10
8.5.1. Composición nutricional de la col china	11
8.6. Manejo del cultivo	12
8.7. Requerimiento del cultivo	13
8.8. Manejo en semillero	14
8.8.1. Producción de plántulas.....	14
8.8.2. Características de los semilleros.....	15

8.8.3. Propiedades físicas de los abonos orgánicos	15
8.9. Fertilización	16
8.10. Nutrientes esenciales para la col china	16
8.11. Síntomas de deficiencias nutricionales de la col china	17
8.12. Fertilización orgánica	17
8.13. Abonos orgánicos	18
8.14. Fuentes orgánicas	21
8.15. Antecedentes investigativos	22
9. HIPÓTESIS	24
10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
10.1. Ubicación y duración del ensayo	24
10.2. Tipos de investigación	24
10.2.1. Experimental	24
10.2.2. Documental	24
10.2.3. Analítica – descriptiva	24
10.2.4. De campo	25
10.3. Materiales y equipos	25
10.4. Diseño experimental	25
10.5. Esquema del experimento	25
10.6. Análisis de varianza	26
10.7. Variables evaluadas	26
10.7.1. Altura de planta (cm)	26
10.7.2. Número de hojas (unidad)	26
10.7.3. Largo de hoja (cm)	27
10.7.4. Ancho de hoja (cm)	27
10.8.5. Diámetro del tallo (mm)	27
10.8.6. Peso de la planta (g)	27
10.8.7. Niveles de clorofila	27
10.8.8. Rendimiento	27
10.8.9. Análisis económico	28
10.8. Manejo del experimento	29
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
11.1. Altura de planta (cm)	31

11.2. Número de hojas (unidad)	32
11.3. Largo de hoja (cm)	33
11.4. Ancho de hoja (cm)	34
11.5. Diámetro del tallo (mm)	35
11.6. Peso de la planta (g).....	35
11.7. Niveles de clorofila.....	36
11.8. Rendimiento (kg/ha)	37
12. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	38
13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)	39
14. PRESUPUESTO.....	39
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
16. BIBLIOGRAFÍA	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas entorno a los objetivos planteados	7
Tabla 2. Principales países exportadores de col china.....	9
Tabla 3. Taxonomía del cultivo de la col china.....	9
Tabla 4. Composición nutricional de la col china	11
Tabla 5. Materiales y equipos	25
Tabla 6. Esquema del experimento.....	26
Tabla 7. Esquema de análisis de varianza	26
Tabla 8. Análisis de suelo	29
Tabla 9. Cálculo de las dosis	29
Tabla 10. Composición del Humus de lombriz utilizado en la investigación	30
Tabla 11. Composición del Biocompost utilizado en la investigación.....	30
Tabla 12. Composición del Bocashi utilizado en la investigación	30
Tabla 13. Insecticidas utilizados en la investigación.....	31
Tabla 14. Altura de planta (cm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	32
Tabla 15. Número de hojas (Unidad) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	33
Tabla 16. Largo de hoja (cm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	34
Tabla 17. Ancho de hoja (cm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	34
Tabla 18. Diámetro de tallo (mm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	35
Tabla 19. Peso de planta (g) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	36
Tabla 20. Niveles de clorofila en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	37
Tabla 21. Rendimiento (kg/ha) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)	38
Tabla 22. Análisis económico de los tratamientos en estudio	38
Tabla 23. Presupuesto de la investigación	40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:	Aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (<i>Brassica rapa subsp campestris</i>)
Fecha de inicio:	Octubre 2024
Fecha de finalización:	Febrero 2025
Lugar de ejecución:	Cantón La Maná, Parroquia El Carmen
Facultad que auspicia:	Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Carrera que auspicia:	Ingeniería Agronómica
Proyecto de Investigación:	Sector Agrícola
Equipo de Trabajo:	Gavilanes Pastuña María Alicia Ing. Macias Pettao Ramon Klever
Área de Conocimiento:	Agricultura, silvicultura y pesca
Línea de Investigación:	Tecnologías agrícolas
Sublínea de Investigación:	Tecnología para la agricultura

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Las verduras y hortalizas, como la col china, son fundamentales en la dieta humana, pues suministran vitaminas, proteínas y minerales, elementos esenciales para mantener un cuerpo sano y fuerte. Por ende, para la dieta de los ecuatorianos es vital, ya que suministra los nutrientes necesarios para llevar una vida más saludable. Adicionalmente, es una planta con pocas investigaciones realizadas, lo que la sitúa como un cultivo de gran importancia agronómica (Intriago, 2013).

La aplicación de materia orgánica suministra los nutrientes vitales para el adecuado desarrollo de las plantas, además, ayuda a mantener la actividad microbiana existente en el suelo, al ser incorporada al terreno. Adicionalmente, ayuda a mejorar la estructura del terreno, aumentando su permeabilidad, además, fortalece la fuerza de cohesión en terrenos arenosos, aumenta la retención de humedad y la capacidad de retención de agua, e impulsa el crecimiento de las plantas. También, optimiza y controla la velocidad de infiltración del agua, consiguiendo reducir la erosión generada por el escurrimiento superficial, lo que favorece la disponibilidad de los micronutrientes (Herrán *et al.* 2015).

Los fertilizantes orgánicos proporcionarán a los terrenos la habilidad de asimilar los diferentes componentes nutritivos, además de disminuir la utilización de recursos externos y salvaguardar la salud de las personas y la biodiversidad. En la agricultura ecológica, los abonos orgánicos son de gran relevancia y se emplean cada vez más en los cultivos intensivos. La utilización de abonos orgánicos en cualquier tipo de cultivo se vuelve cada vez más habitual en nuestro entorno por dos motivos: el abono generado es de superior calidad y su costo es reducido, en comparación con los fertilizantes químicos disponibles en el mercado. Además, los fertilizantes orgánicos potencian la capacidad de absorción del terreno y disminuyen las variaciones de pH (Mosquera, 2011).

El proyecto de investigación denominado aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp pekinensis*), para el estudio en campo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos, incluido el testigo y 5 repeticiones, además se evaluarán variables que son de gran importancia para el rendimiento de la col china, con esto se busca brindar a los agricultores nuevas alternativas de producción de esta hortaliza, lo que permitirá establecer nuevas estrategias para el uso de los abonos orgánicos, mismos que

ayudarán a que la col china pueda desarrollarse de una mejor manera, sin ocasionar daños en el medio ambiente, permitiendo así la incrementación del cultivo.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las verduras se utilizan en la alimentación humana debido a su escaso aporte calórico y su gran cantidad de proteínas, minerales y vitaminas, la producción de verduras experimenta un crecimiento constante, a pesar de las condiciones adversas del mercado y la producción de estas, que son agravadas por su alta perecibilidad (Cordonez, 2017).

En los últimos años, en Ecuador se ha observado un aumento en la agricultura, incluyendo el uso de nuevos cultivos de hortalizas como la col china, esto ha generado una elevada demanda en el mercado local por productos saludables y de excelente calidad, además, los agricultores se encuentran con el problema del exceso de productos químicos, por lo tanto, en la actualidad, la agricultura orgánica se presenta como una de las opciones eficaces para el crecimiento del sector agrícola, centrándose en la calidad de las cosechas (Guambo, 2010).

La producción vegetal se concentra en la región Sierra con un 86%, la Costa Ecuatoriana con un 13% y el Oriente con un 1%. Entre las provincias productoras de la región Sierra se encuentran Tungurahua, Chimborazo, Azuay y Pichincha. En cuanto al cultivo de col china, su mayor producción se origina en la provincia de Azuay, desde donde se comercializan en varios mercados de distintas urbes del país (Comercio, 2011).

Se considera a la col china como una hortaliza con un alto nivel de vitamina A, según investigaciones realizadas en 20 países de Europa y Suecia entre 2000 y 2007, la concentración media de biomasa fresca es de $0,9 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$, aunque se encontraron muestras con $2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Además, es una planta que tiene un alto contenido en compuestos azufrados denominados glucosinolatos, que son precursores de la sustancia indol-3-car (Suárez, 2013).

Se busca la necesidad de reducir el uso de fertilizantes sintéticos, lo que impulsa a la búsqueda de nuevas opciones confiables para la producción de alimentos, una de las alternativas es la agricultura ecológica, en esta, los abonos orgánicos se convierten en las principales fuentes para la producción de los cultivos, siendo cada vez más empleados en los cultivos intensivos, la gestión del suelo es crucial para la obtención de buenos productos (Mosquera, 2011).

La agricultura está experimentando una transformación con métodos de fertilización sostenible derivados de animales, residuos vegetales u materia orgánica y natural. Estos fertilizantes son el producto de la degradación y mineralización de materiales orgánicos, y su uso se está volviendo cada vez más habitual. El uso de estos fertilizantes contribuye a obtener una producción elevada a un costo más reducido, y el uso de estos productos orgánicos resulta beneficioso en su totalidad (Cano , 2023). Así pues, el uso de abonos orgánicos ofrece una variedad de ventajas, incluyendo la mejora en la estructura del suelo, lo que permite que las plantas absorban más agua. Además, los abonos orgánicos, en contraposición a los fertilizantes químicos, no contaminan el entorno, ni afectan a quienes los aplican. Por lo tanto, los abonos orgánicos se presentan como una excelente opción para la producción de diversos cultivos.

Por lo tanto, la utilización de abonos orgánicos brinda un sinnúmero de beneficios, entre ellos la mejora en la estructura del suelo, lo que genera que las plantas puedan obtener una mejor absorción de agua, además, los abonos orgánicos en comparación de los fertilizantes químicos no contaminan el medio ambiente, ni perjudica a las personas que son las encargadas de su aplicación, por ende, los abonos orgánicos son una gran alternativa para la producción de los diferentes cultivos (Intagri, 2015)

Es importante la presente investigación, ya que, con esto se busca nuevas alternativas de producción para los agricultores del cantón La Maná, con la utilización de diferentes abonos orgánicos, mismos que al ser aplicados no solo beneficioso al medio ambiente, sino que también a la economía de los productores logrando una mejor posición económica.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Como beneficiarios directos están los agricultores de la parroquia El Carmen y sitios aledaños, personas que elaboran productos orgánicos, mismos que serán quienes podrán emplear las recomendaciones en la producción de hortalizas, además, con esto se podrá conservar el suelo y evitar daños en el medio ambiente.

4.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios directos son los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, mismos que serán beneficiados con la información recolectada en la investigación, además, podrán poner en práctica lo aprendido en las aulas.

5. PROBLEMA DEL PROYECTO

La producción mundial de vegetales se encuentra en dificultades debido al uso excesivo de fertilizantes sintéticos, que a medio y largo plazo pueden perjudicar tanto la salud del consumidor como la del personal implicado en el proceso de cultivo, sin contar el daño que estos causan al medio ambiente (Silva, 2018). Los impactos adversos de los fertilizantes se originan principalmente por la utilización excesiva e ineficiente de estos, lo que provoca pérdidas de nutrientes en el medio ambiente y otras consecuencias dañinas, como la contaminación del agua para consumo y la eutrofización de los sistemas de agua dulce y las zonas costeras. Además, algunos fertilizantes por la mala manipulación pueden causar daños en la salud de los agricultores, en muchos casos existen muertes por intoxicación, derivado de la mala manipulación de dichos productos, para la OMS la exposición de sustancias químicas produce el 25% de las intoxicaciones y el 5% de los casos se presentan enfermedades como el cáncer, enfermedades vasculares, entre otras (ONU, 2021).

La agricultura es un componente crucial para la economía y la subsistencia en Ecuador, desempeñando un rol crucial tanto en el avance económico como en la protección del medio ambiente del país, en la producción agrícola de Ecuador, el uso intensivo de abonos químicos presenta múltiples desafíos y dificultades, el uso excesivo de estos recursos agrícolas no solo contamina los terrenos y cuerpos de agua, sino que también afecta de forma adversa la biodiversidad y la salud, en gran parte del país como el Guayas es notable la acumulación de fertilizantes sintéticos en el agua, perjudicando la calidad biológica de los ecosistemas acuáticos (Saucedo *et al.* 2024).

En el Cantón La Maná, es indispensable dar a conocer alternativas amigables con el medio ambiente, que brinden lo necesario para evitar el desgaste de las zonas productivas, evitando afectar la vida microbiana que se encuentra presente en el suelo y una forma de evitar daños en el suelo es la utilización de abonos orgánicos, mismos que cuando son aplicados no dejan residuos que pueden afectar al medio ambiente y a la seguridad alimentaria, además, con esto se busca la incentivación a los agricultores para que puedan producir hortalizas, con la finalidad de ayudar en la economía de los mismos agricultores.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

- Evaluar la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

6.2. Objetivos específicos

- Determinar la respuesta agronómica del cultivo de col china con la aplicación de tres abonos orgánicos.
- Establecer el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento de col china con la aplicación con la aplicación de abonos orgánicos.
- Realizar un análisis económico de la aplicación de los abonos orgánicos utilizados en la investigación.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas entorno a los objetivos planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Determinar la respuesta agronómica del cultivo de col china con la aplicación de tres abonos orgánicos.	Establecimiento del ensayo Registro de variables altura de planta, largo de hoja, ancho de hoja y diámetro del tallo, en los diferentes estados fenológicos de las plantas.	Datos obtenidos de las diferentes variables estudiadas como Altura de planta, número de hojas, largo de hoja, ancho de hoja, peso de la planta, peso de la parcela	Libro de campo Fotografías
Establecer el tratamiento que obtuvo mayor rendimiento de col china con la aplicación con la aplicación de abonos orgánicos.	Registro de las variables, peso de la planta, peso por parcela y rendimiento.	Peso de la planta, peso de la parcela y rendimiento	Libro de campo Fotografías
Realizar un análisis económico de la aplicación de los abonos orgánicos utilizados en la investigación.	Registro de los gastos de la aplicación de los abonos orgánicos y la venta del producto obtenido. Registro de datos económicos.	Análisis de los costos por tratamiento Relación beneficio - costo	Cálculo del análisis económico Excel

Elaborado por: Gavilanes María (2024)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Producción de col china a nivel mundial

Cada año se producen alrededor de 70 millones de toneladas de col en todo el mundo, cultivadas en unas 3.8 millones de hectáreas a lo largo de casi 150 países. La producción de col china supera más de cuatro veces la de la coliflor y el brócoli. Este aumento en la producción de repollo, que ha crecido un 20% en los últimos años, responde a una mayor demanda global y a los cambios en las dietas de la población. China es con diferencia, el principal productor de col china, generando cerca del 50% de la producción significativa, cada uno superando los 3 millones de toneladas, seguidos por Ucrania, Japón e Indonesia (Yara, 2018).

8.2. Origen de la col china

Desde hace muchos años, el cultivo y consumo de las llamadas “coles chinas” se ha ido extendiendo por Europa. En las regiones mediterráneas de España, este cultivo se implantó a mediados de la década de 1970, inicialmente con fines de exportación durante la temporada otoñal e invernal. Aunque aún representa una producción en pequeña escala, creemos que la col china tiene gran potencial, tanto para los mercados internacionales como para el propio mercado español. Originaria del Extremo Oriente, la col china se cultiva en China desde hace más de 1,500 años y llegó a Japón a finales del siglo XIX. Hoy en día, su cultivo está muy extendido en esa región y se consume tanto fresca, en ensaladas, como en guisos, salsas y platos cocidos. En algunos países de Asia, esta hortaliza es una fuente importante de vitaminas en la dieta diaria. Japón, en particular, es el país con mayor consumo, alcanzando un promedio de 28 kg por persona al año (Bailón, 2008).

Según Suárez (2013), la col china ha sido cultivada en China durante más de seis mil años. Sin embargo, su origen parece remontarse a épocas aún más antiguas, en las regiones de Asia. De hecho, durante excavaciones en los asentamientos de Banpo se encontraron semillas de este vegetal, lo que sugiere que ya existía desde el período neolítico. En el siglo V, la col china ya formaba parte de la dieta de los chinos, especialmente en el sur del país. Esto se debía a que, en tiempos antiguos, su cultivo estaba principalmente limitado a la región del Delta del Río Yangtze, donde las condiciones eran más favorables para su crecimiento.

8.2.1. Principales países exportadores de col china

En la tabla 2, muestra los principales países exportadores de col china a nivel mundial.

Tabla 2. Principales países exportadores de col china

Países	Toneladas
Estados Unidos	213
Países bajos	164
Polonia	87
China	86
Italia	66
España	57
Indonesia	36
Canadá	36
Alemania	28
México	20

Fuente: (Sampen, 2022)

8.3. Taxonomía

En la tabla 3, presenta la clasificación taxonómica del cultivo de col china.

Tabla 3. Taxonomía del cultivo de la col china

Reino:	Plantae
Sub reino:	Traqueobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Capparidales
Familia:	Cruciferae
Género:	Brassica
Especie:	<i>rapa subsp campestris</i>

Fuente: (Bailón, 2008)

8.4. Descripción de la planta

La col china presenta una forma alargada, con hojas dispuestas verticalmente, que tienen bordes irregulares y nervios bien marcados. El precio de la hoja es ancho y de color blanquecino. Sus hojas son grandes, de un color verde oscuro, con bordes lisos, que se estrechan hacia un peciolo delgado y blanco. A diferencia de otras variedades de col, la col china no forma repollo, y su aspecto recuerda más a las acelgas o las espinacas. Esta planta no suele superar los 30 a 40 cm de altura (Hortalizas, 2023).

Las hojas de la col china crecen de forma erecta y separada. Con el tiempo, se van agrupando y, finalmente, se compacta. Es una planta bienal, y su desarrollo está muy influenciado por la vernalización. Florece en primavera, cuando las temperaturas comienzan a subir. El ciclo completo, desde la siembra hasta la cosecha, suele ser de unos 70 a 90 días (Infoagro, 2024).

Es una planta bienal y parcialmente auto incompatible, lo que significa que, aunque presenta órganos reproductivos masculinos y femeninos, no puede producir semillas por autopolinización. Al principio, sus hojas crecen de forma erecta y separada, pero con el tiempo se agrupan y se forma una pella compacta. Los brotes y las hojas jóvenes son comestibles y tienen un color verde brillante. Las silículas, o vainas de semillas, terminan en un pico corto y firme, y miden entre 2,5 y 6 cm de largo (Flores, 2019).

Una de las características más destacadas de la col china es su cabeza alargada y ovalada, compuesta por hojas compactas de tonalidad verde pálido o blanco, posee una textura crujiente y un gusto suave, un poco dulce, la col china es frecuentemente empleada como cobertura para albóndigas u otros rellenos (Cocinista, 2024).

8.5. Valor nutricional

Las hortalizas son plantas cultivadas con un alto valor nutritivo, ricas en vitaminas, minerales y con sabor suave y agradable. Su producción ha ido aumentando de manera constante, consolidándose en el ámbito local e incorporando una gran variedad de especies hortícolas, entre ellas la col china, que goza de una alta demanda debido a sus propiedades culinarias. Esta hortaliza, además, destaca por su contenido nutricional, ya que es rica en minerales como el calcio, hierro y potasio, así como en vitaminas A, B y C. Por todo esto, la col china se considera un alimento esencial en la dieta humana. Además, es una excelente fuente de energía e hidratos

de carbono, lo que le confiere propiedades antioxidantes, al igual que otras plantas de la familia de las crucíferas (Luño, 2008).

La col china es una excelente fuente de varios micronutrientes esenciales, especialmente vitaminas y minerales, siendo la vitamina C uno de los más destacados. De hecho, una porción de col china de tamaño medio puede cubrir hasta el 47% de la cantidad diaria recomendada de esta importante vitamina (Gil *et al.* 2014).

La col china se destaca por su contenido mineral, siendo el yodo el más relevante, seguido por potasio y calcio. Al igual que otras hortalizas de la familia de las crucíferas, contiene fitonutrientes como los glucosinolatos, isotiocianatos e indoles, compuestos que le otorgan propiedades anticancerígenas. De hecho, numerosos estudios han vinculado el consumo regular de vegetales del género *Brassica* con un menor riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer, como el de pulmón, próstata, mama, útero, endometrio, así como tumores relacionados con el tracto gastrointestinal, incluyendo estómago, hígado y colon (Franz, 2010).

8.5.1. Composición nutricional de la col china

Tabla 4. Composición nutricional de la col china

Elementos	Contenido
Agua	95,00%
Grasas	0,10 g
Fibras	0,60 g
Calcio	43,00 mg
Fósforo	40,00 mg
Hierro	0,60 mg
Potasio	253,00 mg
Vitamina A	150,00 IU
Tiamina	0,05 mg
Ácidos ascórbicos	25,00 mg
Valor energético	14,00 cal

Fuente: (Bailón, 2008)

8.6. Manejo del cultivo

8.6.1. Eliminación de maleza

En las primeras etapas de crecimiento de la planta, es común realizar labores en el suelo, como el arado o labrado. Sin embargo, a medida que las plantas maduran, esta práctica se reemplaza por escarda manual o química para mantener el terreno libre de malas hierbas. Es crucial llevar un manejo adecuado de los posibles factores que puedan afectar el rendimiento de los cultivos hortícolas, prestando especial atención al control de las malezas. Estas plantas invasoras compiten directamente con los cultivos por nutrientes, agua, luz y espacio, e incluso algunas liberan sustancias alelopáticas que pueden interferir con el crecimiento normal de las hortalizas. Las malezas pueden reducir el rendimiento de los cultivos hasta en un 13%, y no solo afectan la cantidad, sino también la calidad de los productos cosechados, reduciendo su tamaño y valor comercial. (Intagri, 2017).

8.6.2. Riego

La col china es muy sensible a la falta de agua, por lo que requiere riegos frecuentes para mantenerse saludable. Desde la plantación o el trasplante, es fundamental regar cuando el suelo comience a secarse, utilizando riegos cortos o medios. A partir de la segunda o tercera semana, se debe regar una vez a la semana, aplicando aproximadamente 1.000 litros por hectárea. Si las condiciones climáticas son muy secas, especialmente en las tres semanas previas a la cosecha, es recomendable hacer un riego hasta alcanzar la capacidad de campo y luego continuar con los riegos semanales. Es esencial que la planta no carezca de agua a medida que se aproxima la recolección. Sin embargo, hay que tener mucho cuidado de no encharcar el cultivo, ya que el exceso de agua también puede ser perjudicial (Palacios, 2014).

8.6.3. Recolección

La recolección de la col china comienza con el corte de las inflorescencias principales, dejando un tallo de unos 5 a 6 cm. Este proceso se realiza de manera escalonada, ya que se va recogiendo a medida que brotan nuevas inflorescencias laterales. Es importante recolectar antes de que las flores comiencen a abrirse, ya que una vez que las inflorescencias están maduras, se degradan rápidamente. Para preservar su frescura y prologar su conservación, es necesario almacenar las inflorescencias en una cámara frigorífica a 0°C y con una humedad relativa del 90 al 95 % (Fueyo, 2003).

8.7. Requerimiento del cultivo

8.7.1. Temperatura

La col china es muy sensible a las bajas temperaturas; cuando estas caen por debajo de los 8°C, su crecimiento se detiene. Para su desarrollo óptimo, la planta requiere temperaturas de entre 18 y 20°C. La polinización de los cogollos ocurre mejor a temperaturas de 15 a 16°C, mientras que la subida a flor generalmente se activa cuando la planta se expone a temperaturas inferiores a 12°C. En cuanto a la germinación, las temperaturas ideales oscilan entre 18 y 22°C, con un rango óptimo de 18 a 20°C durante las primeras etapas de crecimiento (estadios I y II). En las etapas medias del estadio II y el estadio III, las temperaturas ideales se sitúan entre 15 y 16 °C, mientras que en los estadios IV y V, las temperaturas recomendadas están entre 10 y 13 °C. La col china es una planta muy sensible al frío, por lo que temperaturas inferiores a 12°C pueden inducir una floración prematura, lo que es un problema importante, especialmente en el material vegetal disponible. Además, los fotoperíodos largos también pueden provocar una floración prematura. En condiciones de calor excesivo, los rendimientos pueden verse reducidos, por lo que, para mitigar estos efectos, se recomienda atar las plantas, lo que puede ayudar a mejorar su desarrollo. Una de las características más notables de la col china es su alta capacidad fotosintética, que puede alcanzar los 1.060 g de materia fresca por planta en 80 días (Espejo, 2017).

8.7.2.pH

El pH del suelo ideal para el cultivo de col china debe ser ligeramente ácido, entre 5,3 y 6,5. Si el pH desciende por debajo de 5, pueden aparecer deficiencias de nutrientes como nitrógenos (N), potasio (K) y calcio (Ca). Por otro lado, si el pH supera los 6, la capacidad de la planta para asimilar minerales como hierro (Fe), fósforo (P), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn) y cobre (Cu) disminuye (Suárez, 2013).

8.7.3.Suelo

La planta necesita suelos bien preparados, sueltos y de profundidad media (entre 30 y 410 cm), enriquecidos con una buena cantidad de abonos como compost o humus de lombriz. Las condiciones ideales para su crecimiento se encuentran en climas templado-fríos. Durante todo su ciclo, requiere un suministro constante de agua, aunque es importante evitar los excesos, ya que pueden causar pudrición, especialmente en la etapa de formación de la cabeza. Además, la planta necesita una buena iluminación a lo largo de su desarrollo, ya que la falta de luz, a

menudo causada por la competencia con otras plantas, puede afectar negativamente su crecimiento y la formación adecuada de la cabeza (Ecosiembra, 2012).

8.7.4.Propagación

La propagación de la planta se realiza a través de semillas, por lo que es recomendable conocer el poder germinativo de las mismas para asegurar una alta tasa de éxito en la germinación. Para lograrlo, es ideal utilizar un semillero con un sustrato rico en materia orgánica, que ofrezca las condiciones óptimas de humedad y temperatura. Esto favorece un desarrollo saludable y una germinación eficiente (Molina , 2014).

8.7.5.Siembra

La plantación se realiza en suelos húmedos, utilizando técnicas de siembra directa, en arboleo o en líneas. Se requieren entre 3 y 4 kg de semilla por hectárea, aproximadamente. Cuando se opta por sembrar en líneas, la distancia entre ellas debe ser de unos 40 cm. Primero se abre un pequeño surco, en el cual se siembra la semilla de forma dispersa, y luego se pasa ligeramente el rastillo para cubrirla. Esta tarea también puede realizarse de manera mecánica. La siembra se lleva a cabo entre junio y agosto, con cosecha al final del otoño o durante el invierno. En zonas templadas, también es posible sembrar a finales del verano para obtener una cosecha durante todo el invierno (Maocho, 2012).

8.8. Manejo en semillero

8.8.1. Producción de plántulas

Las crucíferas se multiplican por semilla sexual, por lo que para establecer cultivos en campo abierto es necesario preparar semilleros. El semillero es el lugar donde comienza el ciclo productivo de la planta. Puede ser un área de terreno o recipientes (como vasos o bandejas) debidamente acondicionados para recibir las semillas. En este espacio, es crucial proporcionar las condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad, lo que favorecerá una excelente emergencia durante los primeros estadios de desarrollo, antes del trasplante al campo. Es importante recordar que las plantas jóvenes en el semillero tienen tejidos tiernos que realizan una gran actividad fotosintética y son muy sensibles a cambios bruscos de temperatura y humedad. Por lo tanto, la correcta preparación y manejo del semillero es clave para obtener plantas sanas, vigorosas y uniformes (Jaramillo & Díaz, 2006).

8.8.2. Características de los semilleros

Existen dos tipos principales de semilleros: a campo abierto y bajo condiciones protegidas o de confinamiento. En nuestra región, los semilleros a campo abierto son los más comunes y se establecen dentro de las áreas productivas de la finca. Para ello, se selecciona un terreno con suelos de buena calidad, preferentemente en zonas menos expuestas al viento y a la sombra de árboles, ya que la sombra excesiva puede causar el alargamiento de las plántulas. También es importante evitar la escorrentía para prevenir daños por el impacto del agua. Aunque los semilleros a campo abierto requieren una inversión mínima, resulta más seguro y rentable protegerlos con alguna cobertura transparente que permita controlar la lluvia, el frío o el granizo. Además, bajo estas condiciones es posible gestionar la humedad y la temperatura, lo que favorece la producción de plántulas de mejor calidad. Por otro lado, los semilleros en eras son franjas de terreno elevadas, con una capa de tierra de 15 a 20 cm sobre el nivel del suelo, lo que ayuda a prevenir el encharcamiento en épocas de lluvia intensa y a reducir el riesgo de enfermedades. Estos semilleros generalmente se utilizan solo una vez. Son recomendables cuando se usan variedades de semillas de bajo costo y suelen emplearse en huertos caseros o escolares para autoconsumo o seguridad alimentaria (Macías, 2015).

8.8.3. Propiedades físicas de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos, al ser de color oscuro, tienen la capacidad de absorber mejor la radiación solar, lo que eleva la temperatura del suelo y facilita la absorción de nutrientes. Además, contribuyen a mejorar tanto la estructura como la textura del suelo, lo que ayuda a prevenir la erosión. Gracias a su acción, los suelos con abonos orgánicos retienen más agua, lo que les permite absorberla de manera más eficiente durante las lluvias o riegos. Esto se traduce en una mayor capacidad para mantener la humedad durante el verano, cuando el calor es más intenso y el suelo tiende a secarse rápidamente (Mosquera, 2011)

Para que los cultivos se desarrollen de manera óptima, el suelo debe tener una composición equilibrada: un 5% de materia orgánica, un 45% de materia mineral, un 25% de agua y 25% de aire. Esta mezcla asegura que las plantas reciban los nutrientes necesarios durante todo su ciclo, manteniendo el suelo fértil. Además, los cultivos fertilizados con abonos orgánicos son más resistentes al ataque de plagas y enfermedades, lo que favorece su crecimiento y salud a largo plazo (Cano, 2023).

El cultivo de col china tiene requerimientos específicos de nutrientes: necesita 260 kg/ha de nitrógeno, 90 kg/ha de fósforo y 360 kg/ha de potasio. El nitrógeno es fundamental para el crecimiento y la regeneración de la planta, y se absorbe del suelo principalmente en forma de nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+). Dentro de la planta, el nitrógeno se convierte en aminoácidos y proteínas esenciales. El fósforo, por su parte, es crucial para la transmisión y almacenamiento de energía química, la diferenciación celular, el desarrollo de tejidos y la formación de raíces, es un nutriente esencial a lo largo de todo el ciclo del cultivo, desde el inicio hasta la cosecha. El potasio también desempeña un papel importante en la transmisión y almacenamiento de energía química la diferenciación de células, el desarrollo de tejidos y la formación de raíces, siendo igualmente útil desde el comienzo hasta el final del cultivo. (Martiz, 2017).

8.9. Fertilización

Los fertilizantes orgánicos, elaborados con materiales naturales como estiércol animal y compost, liberan los nutrientes de forma gradual, lo que resulta beneficioso para el medio ambiente. En cambio, los fertilizantes sintéticos, como el nitrato de amonio o el cloruro de potasio, ofrecen una liberación rápida de nutrientes, lo cual, si no se aplica correctamente, puede ser perjudicial para el entorno. En cuanto a la col china, su fertilización debe iniciarse al comienzo de la temporada y mantenerse a lo largo de todo su ciclo de crecimiento. El momento más crítico para aportarle nutrientes es cuando la planta está floreciendo y produciendo. Dependiendo de los recursos disponibles, se puede utilizar tanto abono orgánico líquido como uno granulado (Filter, 2022).

8.10. Nutrientes esenciales para la col china

Las plantas requieren 16 elementos esenciales para un desarrollo adecuado tanto vegetativo como reproductivo. Estos elementos son fundamentales porque sin ellos las plantas no pueden completar su ciclo de vida. Los síntomas de deficiencia se hacen evidentes cuando alguno de estos elementos falta, pero desaparecen al aplicar el nutriente faltante. Cada uno de estos elementos cumple al menos una función metabólica vital en la planta. Los macronutrientes son los elementos que las plantas necesitan en mayores cantidades, representando entre el 1% y el 6% de su peso seco (es decir, 1g por cada 100g de peso seco). Por otro lado, los micronutrientes, aunque requeridos en cantidades mucho menores (de 1 a 200 ppm, es decir, 1mg por kg de peso seco), son igual de cruciales para el buen desarrollo de la planta. Los elementos no minerales, como hidrógeno y oxígeno, provienen principalmente del agua y el aire. En cambio, la mayoría

de los elementos minerales que las plantas necesitan se obtienen a través de la absorción de nutrientes presentes en la solución del suelo (Sierra *et al.* 2020). (Sierra, Sanchez, Simonne, & Treadwell , 2020)

8.11. Síntomas de deficiencias nutricionales de la col china

Los desórdenes nutricionales afectan negativamente el rendimiento de los cultivos. Los síntomas de deficiencia suelen volverse evidentes cuando el problema ya es bastante grave, lo que provoca una pérdida que no se pueden recuperar, incluso al corregir la deficiencia nutricional. Para diagnosticar correctamente las deficiencias nutricionales, es necesario seguir un enfoque sistemático, ya que los síntomas pueden variar según el nutriente faltante y la parte de la planta afectada. Por ejemplo, cuando hay deficiencia de nitrógeno, uno de los primeros síntomas es el amarillamiento generalizado de la planta, que también puede presentar enanismo o un crecimiento reducido. En el caso de la deficiencia de fósforo, las hojas pueden volverse retorcidas, de un verde oscuro, e incluso necrosarse. Mientras tanto, la falta de potasio se manifiesta principalmente por la aparición de quemaduras en los bordes de las hojas, especialmente en las más viejas, junto con un crecimiento deficiente y una mal formación del sistema radicular (Intagri, 2015).

8.12. Fertilización orgánica

Una alternativa a los fertilizantes sintéticos es el uso de abono orgánicos (como compost, biosólidos, entre otros) u órgano-minerales, los cuales aportan nitrógeno en forma orgánicas que, inicialmente son menos solubles, se van mineralizando de manera gradual y se ponen a disposición de las plantas. De hecho, la fertilización orgánica puede reemplazar en gran medida el uso de fertilizantes minerales. Los abonos orgánicos son esenciales para regular numerosos procesos vinculados a la productividad agrícola. Sus funciones más conocidas incluyen servir como sustrato o medio de cultivo, proporcionar cobertura, mantener los niveles originales de materia orgánica en el suelo y complementar o reemplazar los fertilizantes químicos. La aplicación de materia orgánica unificada no solo aporta nutrientes, sino que también actúa como base para la formación de diversos compuestos, como las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos y huminas). Estas sustancias, al ser incorporadas al suelo, desencadenan una serie de reacciones beneficiosas, tales como la mejora de la estructura del suelo. (Malán, 2020).

8.13. Abonos orgánicos

El uso excesivo de fertilizantes químicas ha generado diversos problemas en la agricultura, tales como la contaminación ambiental, la fuga de divisas, el aumento de los costos de producción y la salinización de ellos suelos. Muchos agricultores se han vuelto dependientes de estos productos debido a la falta de conocimiento sobre los beneficios y la efectividad de los abonos orgánicos. Sin embargo, los abonos orgánicos ofrecen numerosas ventajas para los cultivos y el suelo. Entre los principales beneficios se encuentran: la mejora de la actividad biológica del suelo, especialmente de aquellos microorganismos que transforman la capacidad del suelo para absorber y retener la humedad; la mejora de la porosidad del suelo, lo que favorece el crecimiento de las raíces; y el incremento de la capacidad de intercambio catiónico, lo que ayuda a liberar nutrientes para las plantas. Además, los abonos orgánicos facilitan la labranza del suelo, se elaboran con materiales locales, lo que reduce su costo, y sus nutrientes permanecen en el suelo durante su producción, son respetuosos con el medio ambiente debido a que sus ingredientes son naturales, aumentan el contenido de materia orgánica del suelo y, lo mejor de todo, son más económicos. Un ingrediente clave, como la cal, también contribuyen a mejorar el pH del suelo, favoreciendo la liberación de nutrientes esenciales para las plantas. En resumen, los abonos orgánicos no solo son una opción más sostenible, sino que ofrecen múltiples beneficios tanto para los cultivos como para el entorno agrícola en general (Gómez & Vásquez, 2011).

8.13.1. Humus de lombriz

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico producido por la actividad de las lombrices. Este abono, de color café oscuro y textura granulada, es homogéneo e inodoro, y en los últimos años ha ganado popularidad debido a sus beneficios para el suelo. Además de mejorar las características fisicoquímicas del terreno, el humus de lombriz destaca por su alta pureza, lo que lo convierte en una excelente opción para nutrir los cultivos. Es uno de los abonos orgánicos más completos y equilibrados que existen, y su manejo y obtención son bastante sencillos. El humus sólido posee una alta carga enzimática y bacteriana. Lo que facilita la solubilización de los nutrientes y su posterior absorción por las raíces de las plantas. Además, mejora la retención de estos nutrientes, evitando que se lixivien fácilmente con el riego. Esto no solo optimiza el uso de los nutrientes, sino que también favorece un crecimiento más saludable y sostenible de los cultivos (Dilmar, 2017).

El humus de lombriz ha sido considerado por diversos expertos como uno de los mejores biofertilizantes en los últimos años. Se destaca por su capacidad de ser almacenado durante largos periodos sin que sus propiedades se vean comprometidas, siempre y cuando se mantenga en condiciones óptimas de humedad (alrededor del 40%). Este fertilizante natural es rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, los cuales son cruciales para el desarrollo de las plantas. Gracias a su equilibrada composición, favorece una nutrición completa de los cultivos, permitiendo que las plantas absorban de manera eficiente los nutrientes necesarios para su crecimiento y fortalecimiento a través de las raíces (Acosta *et al.* 2014).

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico procedente de la agricultura actividad de las lombrices; se refiere a la realización de un producto de tonalidad café profunda, granulada, uniforme e inocuo, en los años recientes, la producción ha experimentado un aumento en la producción adquiriendo una gran relevancia, dado que, ya que mejora las propiedades fisicoquímicas del terreno, pero principalmente mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo (Fertilab, 2017).

8.13.2. Biocompost

El biocompost es una enmienda natural que proporciona a las plantas los nutrientes esenciales de manera directa, favoreciendo su crecimiento y salud. Además, contribuye a mejorar las condiciones del suelo, ya que incorpora humus y materia orgánica. Su impacto es notable en la mejora de las propiedades físicas del suelo, ayudando a prevenir la erosión y promoviendo la sostenibilidad agrícola. Al reducir el uso de fertilizantes químicos, el biocompost juega un papel clave en la protección del medio ambiente. En este sentido, la reutilización de residuos orgánicos se ha vuelto cada vez más relevante, ya que no solo favorece el desarrollo de las plantas, sino que también reintegra al suelo los nutrientes que se extrae durante la producción agrícola. El proceso de compostaje se basa en la acción de microorganismos aerobios, que descomponen la materia orgánica de manera sucesiva, influidos por factores como la temperatura y la humedad. Este proceso provoca un aumento de la temperatura, la reducción del volumen y peso de los residuos, y la transformación de los materiales orgánicos en humus, que es más oscuro y rico en nutrientes. Durante todo este proceso, se controlan cuidadosamente los factores que favorecen la proliferación microbiana, asegurando una mineralización óptima

de la materia orgánica y garantizando que el compost final sea de la mejor calidad para las plantas (Cano , 2023).

Este biofertilizante se obtiene a partir de la mineralización de diversos residuos orgánicos, tanto vegetales como animales. Es completamente libre de patógenos y mantiene una adecuada relación carbono/nitrógeno. Su composición incluye una variedad de nutrientes esenciales, entre los cuales destacan: materia orgánica (43-45%), nitrógeno (2-2.46%), fósforo (1.83-2.25%), potasio (1.23-1.48%), calcio (2.23-2.75%) y magnesio (0.56-0.67%), junto con otros minerales beneficiosos para las plantas (INDIA, 2017).

Unas de las propiedades del biocompost es la mejora de la estructura del suelo, reduce las erosiones de los suelos, incrementa la retención de agua, además, mejora la eficiencia de la fertilización, incrementa la disponibilidad de los nutrientes, ayuda en el aumento de las bacterias eficientes para las plantas, también, ayuda a presentar condiciones óptimas de aireación, permeabilidad y pH, mismo que beneficia en el incremento de la flora bacteriana (Martinez, 2019).

8.13.3. Bocashi

Los abonos orgánicos desempeñan un papel clave en la economía, la sociedad y el medio ambiente, ya que contribuyen a reducir los costos de producción en diversos cultivos, garantizando productos de alta calidad para los consumidores y ayudando a minimizar la contaminación de los recursos naturales. El bocashi, un abono orgánico tradicionalmente utilizado por los agricultores japoneses, se destaca por su capacidad para mejorar la salud del suelo. Este fertilizante aumenta la diversidad microbiana, optimiza las condiciones físicas y químicas del suelo, previene enfermedades y proporciona los nutrientes necesarios para el desarrollo saludable de los cultivos. Por otro lado, la tecnología de los microorganismos eficaces (EM), también originaria de Japón, consiste en una mezcla de microorganismos beneficiosos que se utilizan en la producción de alimentos libres de agroquímicos. Cuando se aplican directamente sobre la materia orgánica que se incorpora al suelo o en el proceso de compostaje, los EM aceleran la descomposición, reduciendo el tiempo necesario para preparar el fertilizante biológico y mejorando su eficacia (Sarmiento *et al.* 2019).

El Bocashi aporta al terreno elementos orgánicos y nutrientes vitales como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, estos fertilizantes buscan

fomentar la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas, las modificaciones orgánicas cambian su composición química dependiendo del procedimiento de fabricación, la duración del proceso, la actividad biológica y los tipos de materiales empleados, la calidad de un fertilizante orgánico se establece por su valor nutricional y su habilidad para proporcionar nutrientes a una planta; este valor está vinculado directamente con las concentraciones de dichos nutrientes en los materiales empleados para su producción (Ramos *et al.* 2014).

8.14. Fuentes orgánicas

Cuando hablamos de fuentes orgánicas, nos referimos a un conjunto de prácticas que utilizan productos orgánicos, ya sean generados en la misma explotación agrícola o provenientes del exterior. Estos insumos no solo aportan al suelo elementos químicos minerales, sino que también ayudan a formar una reserva de humus, suministran sustancias fisiológicamente activas y, cuando las condiciones son adecuadas, tienen un impacto positivo en todos los aspectos relacionados con la fertilidad, productividad y sostenibilidad de los suelos de cultivo. Tradicionalmente, las principales fuentes de materia orgánica para la agricultura han sido estiércoles, purín, gallinaza, palomino, humus de lombriz, turbas, algas marinas, restos vegetales, así como residuos orgánicos de origen doméstico, urbano o industrial (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes [AEFA], 2021).

Los materiales orgánicos tienen un impacto significativo en la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Influyen en el equilibrio entre los procesos de mineralización e inmovilización de nutrientes, aportan fuentes de carbono y energía para la actividad microbiana, y contribuyen a la formación de precursores de la materia orgánica del suelo (MOS). También ayudan a neutralizar cationes tóxicos y reducen la capacidad del suelo para retener fósforo, mejorando así su disponibilidad para las plantas. Además de estos efectos directos sobre nutrientes, los materiales orgánicos pueden mejorar el crecimiento de las raíces y modificar las propiedades físicas del suelo, lo que a su vez influye en la capacidad de las plantas para asimilar nutrientes y desarrollarse de manera saludable. Sin embargo, el impacto neto de estos procesos varía según factores como el clima, el tipo de suelo y las características de los materiales orgánicos utilizados, tanto en cantidad como en calidad (Crespo, 2014).

El uso de fuentes orgánicas en la agricultura ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, aunque estas han sido empleadas desde los orígenes mismos de la actividad agrícola. Tradicionalmente, su utilización estaba asociada a pequeños productores, quienes las

usaban para mantener la fertilidad y productividad de sus tierras. Hoy en día, se está desarrollando una industria en expansión dedicada a la producción y comercialización de fertilizantes orgánicos, impulsada por la creciente demanda de productos más seguros y libres de químicos. Sin embargo, este auge no se debe únicamente a la preferencia por los productos orgánicos, sino también a la necesidad de buscar alternativas sostenibles frente al impacto negativo que han tenido los insumos agrícolas sintéticos. El uso de fuentes orgánicas no solo contribuye a la nutrición de los cultivos, sino que también mejora las propiedades físicas y biológicas del suelo, ayudando a restaurar la fertilidad de manera general. Es importante reconocer que, aunque las fuentes orgánicas contienen menores cantidades de nutrientes en comparación con los fertilizantes sintéticos, su aplicación debe ser complementaria a estos últimos, especialmente cuando se trata de cultivos de altas exigencias nutricionales. De este modo, se logra una combinación adecuada que satisface las necesidades del cultivo de forma equilibrada (Intagri, 2017).

8.15. Antecedentes investigativos

En el Centro Experimental “La Playita” de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicado en el cantón La Maná, se llevó a cabo una investigación con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de la col china y el perejil al ser fertilizados con abonos orgánicos. Los fertilizantes utilizados en el estudio fueron Vermicompost, Jacinto de agua, una mezcla de 50% Vermicompost y 50% Jacinto de agua, y un grupo Testigo. El diseño experimental fue un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cinco repeticiones por tratamiento. En el caso de la col china, el tratamiento más efectivo en términos de producción fue el Vermicompost, con los mejores resultados en las siguientes variables: altura de planta (58,96 cm), número de hojas (13,6), largo de hojas (58,92 cm), ancho de hojas (19,48 cm) y peso de la planta (759,36 g). Para el perejil, también el Vermicompost resultó ser el tratamiento más favorable, mostrando los mejores valores en altura de planta (35,52 cm), número de ramas (19, 24) y peso de la planta (113,76 g) (Molina, 2015).

En la parroquia Victoria del Portete, ubicada en la provincia del Azuay, se desarrolló la tesis titulada “Evaluación de la producción en el cultivo de col (variedad f1 hybrid cabbage orienta super cros) con la aplicación de tres tipos de biol en la comunidad de Corralpamba”. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el rendimiento del cultivo orgánico de col a través de la aplicación de tres tipos de biol. La investigación se realizó en una parcela de 294,36 m²,

utilizando un diseño de bloques al azar con siete tratamientos y tres repeticiones. Los resultados fueron analizados mediante el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Tukey al 5%. Los biol se aplicaron en tres dosis diferentes, según el tipo de biofertilizante, y de dos maneras: una aplicada al suelo y al follaje, y la otra únicamente al follaje. En cada tratamiento se añadió un adherente y las aplicaciones se realizaron por la tarde. El tratamiento más efectivo resultó ser el Súper Magro, aplicado tanto al suelo como el follaje, logrando un peso promedio de 4,1 kg por planta, frente al testigo, que presentó un peso promedio de 2,9 kg (Morocho, 2014).

La investigación titulada “Efecto de concentración y frecuencia del biol en el desarrollo el cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) en ambientes atemperados en el municipio de Achocalla, Provincia Murillo “evaluó el impacto de diferentes concentraciones de biol (25%, 50% y 75%) y frecuencias de aplicación (cada 7 y 10 días) sobre el crecimiento y rendimiento del repollo. Los resultados mostraron que la mejor concentración fue el 50% de biol, con efectos significativos en variables como longitud y ancho de las hojas, alcanzando una longitud de 32,33 cm a los 56 días y un ancho de 21,17 cm a los 56 días. El diámetro de la pela también fue mayor (27,50 cm) con esta concentración a los 75 días. En cuanto al peso de la pella, la combinación de 25% de biol con fertilización cada 10 días resultó en el mayor peso (1388,33 g), mientras que el rendimiento más alto (1,32 kg/m²) se obtuvo con una concentración del 50% de biol (Baldiviezo, 2018).

Este estudio se llevó a cabo en el Proyecto de Enseñanza e Investigación Huerto Agrostológico, ubicado en la provincia de Maynas, Departamento de Loreto, con el objetivo de evaluar la influencia de los abonos orgánicos y los acolchados térmicos sobre las características agronómicas y el rendimiento del cultivo de *Brassica campestris* L. (repollo chino) var. *Corona*. Para ello, se utilizó un diseño estadístico de bloques completamente al azar con un arreglo factorial 2x4. Los tratamientos aplicados fueron: té de humus con acolchado térmico blanco, té de humus negro con acolchado térmico, humus blanco con acolchado térmico de lombriz, humus negro con acolchados térmico de lombriz, mantillo blanco con acolchado térmico, mantillo negro con acolchado térmico, gallinaza blanca con acolchado térmico, mantillo negro con acolchado térmico negro. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los acolchados térmicos y los abonos orgánicos ($p < 0.005$). en cuanto a los abonos, el té de humus fue el más efectivo, mientras en cuanto al tipo de acolchado, el blanco resultó ser el más favorable para la altura de la planta, el perímetro, el diámetro y la altura de la cabeza, así como

el peso de la planta. Por otro lado, el acolchado negro mostró mejores resultados en el número de hojas basales, el peso de la cabeza y el rendimiento total del cultivo (Aspajo, 2022).

9. HIPÓTESIS

Ha: La aplicación de abonos orgánicos tiene efectos sobre la producción de col china

Ho: La aplicación de abonos orgánicos no tiene efectos sobre la producción de col china

10. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

10.1. Ubicación y duración del ensayo

La presente investigación fue realizada en la Parroquia el Carmen, perteneciente al cantón La Maná, provincia de Cotopaxi, ubicación geográfica WGS Latitud 1°06'00.0"S, Longitud 79°27'42"W. Con una altitud de 206 msnm, el proyecto tuvo una duración de 70 días.

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Experimental

La presente investigación es de tipo experimental, porque permitirá establecer el efecto de la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción del cultivo de la col china (*Brassica rapa subsp. campestris*), siendo un cultivo de alto consumo a nivel nacional.

10.2.2. Documental

La investigación es considerada de tipo documental ya que se recopilará información bibliográfica y de información referente al tema que permitirá comparar y discutir los resultados obtenidos.

10.2.3. Analítica – descriptiva

La investigación, permitirá poner en práctica el pensamiento crítico y el razonamiento para rechazar o aceptar la hipótesis, lo que la adjudica como una investigación a analítica y descriptiva.

10.2.4. De campo

Esta técnica permite mantener un control del proyecto a través de la toma de datos y control de factores que pueden repercutir de alguna forma los resultados de la presente investigación.

10.3. Materiales y equipos

En la tabla 5 se muestra los materiales y equipos utilizados en la investigación:

Tabla 5. Materiales y equipos

Materiales y equipos	Cantidad
Machete	1
Pala	1
Malla (m)	20
Pie de rey	1
Fundas de semillas de Col china	4
Rastrillo	1
Flexómetro	1
Sacos de Humus de lombriz (40 kg)	1
Sacos de Biocompost (23 kg)	1
Sacos de Bocashi (25kg)	1
Regadora de agua	1
Etiquetas de identificación	20
Balanza	1
Rollos de piola	3
Bomba de fumigar	1
Libreta de campo	1

Elaborado por: Gavilanes María (2024)

10.4. Diseño experimental

En la investigación se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 5 repeticiones, conformando un total de 20 unidades experimentales.

10.5. Esquema del experimento

Basados en las variables dependientes e independientes se muestra a continuación los tratamientos de la presente investigación:

Tabla 6. Esquema del experimento

	Tratamientos	g/planta	Repeticiones	Plantas	Total
T1	Humus de lombriz	400	5	30	150
T2	Biocompost	325	5	30	150
T3	Bocashi	320	5	30	150
T4	Testigo	0	5	30	150
	Total				600

Elaborado por: Gavilanes María (2024)

10.6. Análisis de varianza

El esquema de análisis de varianza, con sus pertenecientes grados de libertad, se especifica a continuación:

Tabla 7. Esquema de análisis de varianza

Fuente de Variación		Grado de Libertad
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
Total	(t.r-1)	19

Elaborado por: Gavilanes María (2024)

10.7. Variables evaluadas

10.7.1. Altura de planta (cm)

Se midió la altura de 6 plantas de cada unidad experimental a los 15, 30, 45 y 60 días después de haber realizado el trasplante para lo cual se utilizó un flexómetro, datos que se expresará en centímetros. Se procedió a tomar la altura de la planta desde el cuello hasta el ápice de la hoja.

10.7.2. Número de hojas (unidad)

Se contabilizó las hojas a las 6 plantas de cada unidad experimental a los 15, 30, 45 y 60 días después de haber realizado el trasplante.

10.7.3. Largo de hoja (cm)

Se evaluó con una cinta métrica a los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante, se medirá todo el largo de la hoja, desde la base hasta el ápice de la planta, los datos fueron registrados en cm.

10.7.4. Ancho de hoja (cm)

Esta variable fue evaluada en los periodos de 15,30,45 y 60 días después del trasplante, para la obtención de los datos se utilizará una cinta métrica, donde se midió de extremo a extremo de cada hoja, los datos fueron expresados en centímetros.

10.8.5. Diámetro del tallo (mm)

Se tomo el diámetro de tallo a las 6 plantas tomadas mediante el efecto borde en cada una de las unidades experimentales, para lo cual se utilizó un pie de rey, para ello se todo de la parte más gruesa, los datos fueron expresados en mm.

10.8.6 Peso de la planta (g)

Se realizó mediante el peso de la cosecha de la biomasa parcial por tratamientos, se utilizó una balanza digital para la toma de este dato y expresados en gramos.

10.8.7. Niveles de clorofila

La medición de clorofila se realizó por cada tratamiento y por cada planta, la cual se realizará la toma de datos con el medidor Chlorophyll meter TY-A en la parte de la lámina en el haz de la hoja, los datos serán obtenidos en SPAD.

10.8.8. Rendimiento

Para evaluar esta variable se tomaron los datos de cada tratamiento y se estableció cual obtuvo mejor rendimiento en general a partir de los datos obtenidos expresados en kg/ha.

$$\text{ndimiento} \left(\frac{Kg}{Ha} \right) = \frac{\text{Peso en campo (Kg)}}{\text{Area de estudio (m}^2\text{)}} * \frac{10000\text{m}^2}{1Ha}$$

10.8.9. Análisis económico

Para la establecer los ingresos y beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos de estudio se consideró el precio actual del mercado al momento de la cosecha y los rendimientos expresados en cajas producidas, para lo cual se estimaron los siguientes rubros: a. Ingreso bruto por tratamiento Este rubro se obtuvo de multiplicar la producción obtenida por valor comercial de venta de la misma, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y * PY}$$

Donde:

IB= ingreso bruto

Y= rendimiento del producto

PY= precio del producto

b. Costos totales por tratamiento (CT)

Para el cálculo de los costos totales se considera cada uno de los valores invertidos para desarrollar las diferentes actividades e insumos empleados en el presente estudio, los mismos que fueron identificados y sumados por cada uno de los tratamientos.

c. Beneficio neto (BN)

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada tratamiento, con ayuda de la fórmula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Donde:

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT = costos totales

d. Relación costo beneficio (C/B)

Se estableció la rentabilidad de los tratamientos mediante la división de los beneficios netos para el costo de producción de tratamiento, empleando la fórmula:

$$C/B = BN/CT$$

Donde:

BN = beneficio neto

CT= Costos totales

10.8. Manejo del experimento

10.8.1. Análisis de suelo

Para el análisis de suelo se tomó muestras del lugar donde se llenaron las fundas, las muestras fueron tomadas a una profundidad de 20 cm con la ayuda de una pala, para el análisis se envió una muestra de 2kg de tierra al INIAP Pichilingue, con el objetivo de conocer los nutrientes requeridos por las plantas.

Tabla 8. Análisis de suelo

pH	ppm		Meq/100ml			Ppm				
	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
4,9 MAc	24 M	47 A	0,54 A	3 B	1,6 M	9 B	6,1 M	7,4 A	217 A	7,9 M

10.8.1.1. Cálculo de las dosis

Tabla 9. Cálculo de las dosis

Fertilizantes	Composición del fertilizante			Elemento calculado	Necesidad Cultivo (Kg/ha)	Fertilizante (Kg/ha)	Fertilizante (g/planta)
	N %	P %	K%				
Humus	2,00	0,40	0,60	N	200	10000	400
Compost	2,46	2,25	1,48	N	200	8130	325
Bocaki	0,00	0,00	2,50	K	200	8000	320

10.8.1.2. Abonos utilizados en la investigación

10.8.1.3. Humus de lombriz

Tabla 10. Composición del Humus de lombriz utilizado en la investigación

Componentes	Cantidad (%)
Nitrógeno total	1 – 2
Fósforo	0.25 – 0.40
Oxido de potasio	0.35 – 0.60
Oxido de calcio	1.15 – 2.15
Magnesio	320 – 420 mg/kg
Materia orgánica	25 – 35 %
Carbono orgánico	13 – 20 %
Relación carbono nitrógeno	12 – 19 %

Fuente: (Bioagrotecsa, 2024)

10.8.1.4. Biocompost

Tabla 11. Composición del Biocompost utilizado en la investigación

Componentes	Cantidad (%)
Materia orgánica	43.00 – 45.00
Nitrógeno asimilable	2.05 – 2.46
Fósforo	1 .83 -2 .25
Potasio	1 .23 – 1 .48
Calcio	2.23 – 2.75
Magnesio	0.56 – 0.67
Zinc	228 – 274 ppm
Cobre	254 – 305 ppm
Manganeso	400 – 480ppm

Fuente: (Suppra, 2020)

10.8.1.5. Bocashi

Tabla 12. Composición del Bocashi utilizado en la investigación

Composición	Cantidad (%)
Oxígeno	47
Silicio	28
Aluminio	8
Hierro	4.5
Calcio	3.5
Potasio	2.5
CaO	59.55
MgO	13.26
Fe2O3	0.54
K2O	0.32

Fuente: (Reforestadora Santa Fe, 2018)

10.8.2. Limpieza del terreno

Se inició con la eliminación de la maleza que se encontraba en el sitio del proyecto, esto se realizó con la utilización de un machete.

10.8.3. Preparación de la tierra y aplicación de abonos orgánicos

Primero se inició con la recolección de la tierra, posterior se realizó el llenado de las fundas agregando los abonos en las dosis establecidas para cada tratamiento (tabla 9).

10.8.4. Riego

El riego se realizó de forma manual con la ayuda de una regadera, el riego se realizó dependiendo del estado del suelo, por lo general el riego se lo realizaba cada día.

10.8.5. Control de plagas

Una vez implementado el cultivo se presentaron problemas como es la presencia de plagas como el pulgón, el gusano cogollero y la mosca blanca, para su control se aplicaron los siguientes productos, a continuación, en la siguiente tabla:

Tabla 13. Insecticidas utilizados en la investigación

Ingrediente activo	Acción	Dosis	Control para:
fitosanitaria			
Lambda-Cyhalothrina + Fipronil	Insecticida	12.5 cc/20 L	Gusano cogollero
Chlorpyrifos	Insecticida	10 ml/20 L	Pulgón
Imidacloprid	insecticida	12 ml/20 L	Mosca blanca

Fuente: (Del Monte, 2019)

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de planta (cm)

En la tabla 14 se puede observar que, si existen diferencias estadísticas significativas a los 15, 30 y 45 días. Sin embargo, a los 60 días no existieron diferencias estadísticas, siendo el tratamiento Biocompost el que obtuvo una mayor altura de planta con 33,85 cm, seguido por el tratamiento Humus de Lombriz con 33,40 cm. Para esta variable la investigación reporto valores inferiores a los conseguidos por Llomitoa (2022), al evaluar al cultivo de col china en

un periodo de 90 días, con la aplicación de compost 6 kg/m² obtuvo 48,95 cm, lo que demuestra la eficacia del producto en la producción de col china, además, los abonos orgánicos presentan enzimas que ayudan a la solubilidad de los nutrientes, lo que beneficia en el crecimiento de las plantas. Por su parte, Luna *et al.* (2022), reportaron valores superiores a los presentados en nuestra investigación, quienes obtuvieron una altura de planta de 48,66 cm con la aplicación de vermicompost 6 kg/m², los abonos orgánicos aportan los nutrientes necesarios como el nitrógeno, potasio, calcio al suelo, que son indispensables para el crecimiento de la planta, además, se obtiene plantas más vigorosas con mejores características, lo que genera que presenten una mayor altura.

Tabla 14. Altura de planta (cm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Altura de planta (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Biocompost	22,42 a	26,70 a	33,20 a	33,85 a
Humus de lombriz	15,14 b	19,42 b	31,72 a	33,40 a
Bocashi	14,27 b	18,55 b	29,47 b	32,73 a
Testigo	10,79 c	15,07 c	23,67 c	32,58 a
CV (%):	18,25	17,74	8,72	8,74

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.2. Número de hojas (unidad)

En la tabla 15, los análisis demuestran que a los 15, 30 y 45 días se observa que si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, en lo que respecta a los 60 días no se existe diferencia estadística entre los tratamientos, sin embargo, en el caso del testigo si presenta diferencias estadísticas, se observó un aumento en el número de hojas en el tratamiento Biocompost con 19,10 hojas, seguido por el tratamiento Humus de lombriz con 18,27 hojas, superando al testigo quien presento 15 hojas existiendo diferencias significativas Tabla 13. Los resultados obtenidos no concuerdan con Reyes *et al.* (2017), quienes reportaron 13,06 hojas con la aplicación de compost + jacinto de agua al 50% en una hortaliza de hoja, esto se da porque la principal función del jacinto de agua es la mejora de calidad de agua y el reciclaje de los nutrientes. Por otro lado, Manayay (2004), menciona que al aplicar humus de lombriz se llega a obtener valores similares en el número de hojas, lo que demuestra que la aplicación de abonos

orgánicos ayuda en el desarrollo de la col china, además, el incremento de hojas ayuda a la capacidad fotosintética de la planta, lo que ayuda en el incremento del rendimiento.

Tabla 15. Número de hojas (Unidad) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Número de hojas (unidad)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Biocompost	9,80 a	10,80 a	12,80 a	19,10 a
Bocashi	9,03 ab	9,23 ab	11,37 ab	18,27 a
Humus de lombriz	8,23 bc	10,03 bc	12,30 bc	18,27 a
Testigo	7,53 c	8,53 c	10,83 c	15,00 b
CV (%):	14,02	12,57	13,10	12,75

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.3. Largo de hoja (cm)

La presente variable se muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a los 15, 30 y 45 días, sin embargo, a los 60 días no existieron diferencias significativas entre sus tratamientos, siendo las plantas aplicadas con Biocompost presentaron un mayor largo de hoja con 31,58 cm, seguido por el Humus de lombriz con 31,35 cm, respectivamente; valores reportados por Chong-Qui (2019), presentaron valores ligeramente superiores con 34,6 cm, con la aplicación de biocompost a una dosis de 750 kg/ha, lo que demuestra que el biocompost es un abono que ayuda a mejorar la relación carbono/nitrógeno, lo que genera un gran crecimiento de las hojas, además, este abono contiene macro y micronutrientes que son de gran beneficio para la vitalidad de las plantas. Para Castillo (2020), al aplicar biocompost se llega a obtener un 36,18 cm en la largo de hoja, valor superior a los presentados en nuestra investigación. Es decir, los abonos orgánicos al poseer nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio ayudan al crecimiento de las hojas, logrando obtener una mejor calidad de hojas.

Tabla 16. Largo de hoja (cm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Largo de hoja (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Biocompost	25,15 a	26,47 a	31,97 a	31,85 a
Humus de lombriz	16,59 b	17,91 b	30,33 ab	31,35 a
Bocashi	16,06 b	17,38 b	28,45 b	30,90 a
Testigo	12,71 c	14,03	22,53 c	30,20 a
CV (%):	22,60	21,03	10,45	10,61

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.4. Ancho de hoja (cm)

En el ancho de hoja Tabla 17, se muestran diferencias significativas en los periodos 15, 30 y 45 días, en lo que respecta a los 60 días no se muestra que existen diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos, sin embargo, el tratamiento Biocompost fue el que obtuvo el mayor ancho de hoja con 19,57 cm, seguido por el tratamiento Bocashi con 18,78 cm, respectivamente. Muñoz (2024), menciona que con la aplicación de abonos orgánicos se llega a obtener 20,90 cm, valor similar a la presente investigación, demostrando que los abonos pueden beneficiar al cultivo en el desarrollo de las hojas y por ende en la planta. Por otra parte, Espinoza (2015), al evaluar al cultivo de col china con la aplicación de abonos orgánicos obtuvo un ancho de 22,40 cm, resultado ligeramente superior a los presentados en este proyecto, cabe recalcar que los abonos orgánicos han presentado un efecto positivo en el crecimiento foliar de los cultivos, proporcionando una mejor formación de las hojas.

Tabla 17. Ancho de hoja (cm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Ancho de hoja (cm)			
	15 días	30 días	45 días	60 días
Biocompost	13,02 a	13,33 a	20,00 a	19,57 a
Bocashi	10,31 b	10,62 b	19,12 a	18,78 a
Humus de lombriz	9,29 b	9,60 b	15,00 b	18,23 a
Testigo	7,50 c	7,81 c	12,38 c	18,12 a
CV (%):	22,26	21,59	12,61	12,08

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.5. Diámetro del tallo (mm)

En la tabla 18, en el diámetro del tallo tomada a los 60 días se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, donde, el Biocompost fue el que presentó un mayor diámetro con un valor de 62,57 mm, seguido por el tratamiento Bocashi con 54,88 mm. La investigación realizada por Cubas (2016), al probar diferentes dosis de materia orgánica obtuvo un diámetro de 52,8 mm, resultado que está dentro de los rangos de los valores que se obtuvo en la presente investigación, lo que demuestra que la aplicación de material vegetal brinda al cultivo los nutrientes necesarios para que tenga un excelente crecimiento. Por su parte, Luna *et al.* (2022), menciona que al aplicar compost 6 kg/m², logró obtener un diámetro de 40,6 mm en un periodo de 35 días, lo que demuestra que con el paso del tiempo los abonos tienen que seguir bonificando al cultivo para obtener un óptimo desarrollo, logrando un buen diámetro del tallo.

Tabla 18. Diámetro de tallo (mm) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)
Biocompost	62,57 a
Bocashi	54,88 ab
Humus de lombriz	49,07 b
Testigo	45,91 b
CV (%):	16,32

Medias con una letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.6. Peso de la planta (g)

En la tabla 19, se puede observar que no existen diferencias significativas entre sus tratamientos, sin embargo, en comparación con el testigo si existe una gran diferencia obtenido un peso de 490,23 g, el mejor tratamiento fue Biocompost presentando un mayor peso por planta con un valor de 658 g, seguido por el tratamiento Humus de lombriz con un valor de 626,87 g. Datos que no concuerdan con los obtenidos por Soria (2015), en su investigación al utilizar vermicompost obtuvo un peso inferior con 243,92 g, por lo cual, el compost ha demostrado poseer mejores características al momento de brindar los nutrientes al cultivo, mismo que se ve reflejado en los datos obtenidos. Mientras que, Montero (2013), reporta un peso de 602,77 g al

aplicar Humus de Lombriz, valor ligeramente inferior en comparación a los tratamientos empleados en la presente investigación, demostrando que los abonos orgánicos benefician en el crecimiento y producción de hortalizas, logrando obtener buenos rendimientos.

Tabla 19. Peso de planta (g) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Peso de planta (g)
Biocompost	658,00 a
Humus de lombriz	626,87 a
Bocashi	610,83 a
Testigo	490,23 b
CV (%):	21,39

Medias con una letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.7. Niveles de clorofila

En la tabla 20, se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, donde el tratamiento Biocompost fue el que obtuvo el mayor porcentaje en el nivel de clorofila con 35,96 SPAD, seguido por el tratamiento Humus de lombriz con 31,28 SPAD. De acuerdo con la investigación realizada por Marquina & Uzcátegui (2018), al evaluar los niveles de clorofila en condiciones de sombra y sol, obtuvo valores superiores a nuestra investigación al evaluar plantas en sombra, además, menciona que las plantas en sombra llegan a obtener mejores niveles de clorofila en comparación con las plantas que se encontraban en el sol, debido a que en sombra se puede controlar las condiciones lumínicas, por lo que, altas irradiaciones generan mayor degradación, por ende en nuestra investigación el nivel de clorofila en más bajo. Sakinah *et al.* (2022), menciona que la baja intensidad de luz ayuda al aumento de la clorofila, por lo que en condiciones controladas no se presenta la degradación de clorofila, en el caso de la col china en un fotoperiodo de 12:12 (luz: oscuridad) produjo un mayor contenido de clorofila que un fotoperiodo de 6: 6 (luz: oscuridad), por lo tanto, los niveles de clorofila dependerán netamente de la cantidad de horas luz que se presente en el cultivo.

Tabla 20. Niveles de clorofila en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Unidades
Biocompost	35,96 a
Humus de lombriz	31,28 ab
Bocashi	27,56 b
Testigo	26,76 b
CV (%):	19,65

Medias con una letra no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

11.8. Rendimiento (kg/ha)

En el caso del rendimiento se puede observar que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y el testigo, donde el Biocompost fue el que presentó los mejores resultados con 65800 kg/ha, seguido por el Humus de lombriz con 62686,67 kg/ha, en el caso del testigo presentó valores inferiores con 49023 kg/ha, existiendo una gran diferencia en su rendimiento. Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Tito (2013), quien en su investigación probó diferentes dosis de abonos orgánicos obtuvo un rendimiento 61330 kg/ha. Por su parte, Carranza (2016), menciona que al aplicar Humus de lombriz a una dosis de 0.750 kg/planta obtuvo un rendimiento de 52967 kg/ha, valor inferior a los presentados en nuestra investigación, por lo tanto, los abonos orgánicos juegan un papel fundamental para la producción de hortalizas, debido a que la biomasa microbiana del suelo conduce a la producción de hormonas lo que, que ayudan en el crecimiento de la planta y a su rendimiento.

Tabla 21. Rendimiento (kg/ha) en la aplicación de tres abonos orgánicos en la producción de col china (*Brassica rapa subsp campestris*)

Tratamientos	Rendimiento (kg)
Biocompost	65800,00 a
Humus de lombriz	62686,67 a
Bocashi	61083,33 a
Testigo	41536,56 b
CV (%):	11,85

Medias con una letra no son significativamente diferentes ($p>0,05$) según la prueba de Tukey al 5%

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

12. ANÁLISIS ECONÓMICO

En la tabla 22, se muestra el análisis económico enfocado en la producción de una hectárea, en lo que respecta al ingreso bruto el mejor tratamiento fue el Biocompost con un valor de \$9870, para el beneficio neto el Biocompost presento \$7640,67, en el caso del R B/C el mejor tratamiento sigue siendo el Biocompost con un valor de 3,42, es decir que al no aplicar nada existe un mayor costo/beneficio, por lo tanto, la aplicación de abonos orgánicos son una alternativa para la reducción de costos en la producción de la col china, en lo que concierne el precio del producto, este fue obtenido del (Mercado Mayorista Riobamba, 2024), en un precio de \$0,15 el kilogramo.

Tabla 22. Análisis económico de los tratamientos en estudio

	Testigo	Humus de lombriz	Biocompost	Bocashi
Semillas	333,33	333,33	333,33	333,33
Abono orgánico	0,00	950	813	736
Insecticida	500,00	500,00	500,00	500,00
Mano de obra	350,00	350,00	350,00	350,00
Materiales	233,00	233,00	233,00	233,00
Costos totales	1416,33	2366,33	2229,33	2152,33
Rendimientos (kg)	41537,56	62686,67	65800,00	61083,33
kg precio USDT	0,15	0,15	0,15	0,15
Ingreso bruto	6230,63	9403,00	9870	9162,49
Beneficio neto	4814,30	7036,67	7640,67	7010,16
R B/C	3,39	2,97	3,42	3,25

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

13. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS)

Impacto técnico: La presente investigación pretende brindar nuevas aplicaciones y opciones sustentables para la producción de col china, con un enfoque en el manejo del cultivo y las labores culturales, además, se busca dar a conocer el efecto de los abonos orgánicos en la producción de los cultivos.

Impacto social: La presente investigación brinda un impacto social, debido a que busca que los agricultores, puedan disponer de alternativas amigables con el medio ambiente, lo que beneficia a una seguridad alimentaria, además, con ello se pretende concientizar a los consumidores de adquirir productos libres de contaminantes químicos, mismos que pueden ocasionar graves daños en la salud.

Impacto ambiental: El proyecto posee un gran impacto sobre el medio ambiente, ya que, en la investigación se emplearon productos orgánicos, mismos que son seguros para agricultores y consumidores, también, con esto se podrá beneficiar al suelo, manteniendo sus recursos, evitando que el suelo sufra degradación.

Impacto económico: La utilización de productos orgánicos, amigables con el medio ambiente han brindado al cultivo un valor agregado en los distintos mercados, con ello, los productores tendrán una reducción en la producción de los abonos, lo que genera un aumento en su economía.

14. PRESUPUESTO

En la tabla 23, se muestra los materiales, cantidad y el valor que se utilizó en la presente investigación

Tabla 23. Presupuesto de la investigación

Descripción	Cantidad	Costo Unitario USD	Costo total USD
Funda de semillas de col china	4	1,5	6
Sacos de Biocompost (kg)	1	5	5
Sacos de Bocashi (kg)	1	4,6	4,6
Sacos de Humus de lombriz (kg)	1	4,75	4,75
Malla (m)	20	1	20
Pasajes	60	2	120
Análisis de suelo	1	30	60
Cuaderno de campo	1	1	1
Pie de rey	1	20	20
Balanza	1	20	20
Etiquetas de identificación	20	0,5	10
Rollos de piola	4	5	20
Bomba de fumigar	1	20	20
Insecticidas	2	4,5	9
Fundas	7	3,50	24,50
Mano de obra	4	20	80
Total		143,35	424,85

Elaborado por: Gavilanes María (2025)

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✚ El T2 Biocompost es una alternativa para la producción de las hortalizas, fue quien presento un efecto positivo en la respuesta agronómica del cultivo, demostrando en cada variable evaluada, basado en los resultados obtenidos el abono Biocompost fue el que presento el mejor valor en cada variable, lo que demuestra la efectividad del abono en el cultivo.
- ✚ Se determinó que el mejor tratamiento fue el T2 Biocompost, quien obtuvo un rendimiento de 65800 kg/ha, seguido por el Humus de lombriz con 62686 kg/ha, demostrando que los abonos orgánicos son una opción al momento de producir col china.
- ✚ En lo que respecta al análisis económico de los tratamientos evaluados, el mejor resultado lo obtuvo el Biocompost con un ingreso bruto de \$9870 y un beneficio neto de \$7640,67 y un R B/C de \$3,42
- ✚ Al finalizar la investigación se acepta la Ha: misma que menciona que la aplicación de abonos orgánicos tiene efectos sobre la producción de col china

Recomendaciones

- ✚ Utilizar el abono Biocompost para la producción de hortalizas de hoja es una alternativa fiable, ya que, brinda un buen desarrollo y crecimiento al cultivo.
- ✚ Realizar una investigación con más dosis de abonos orgánicos, cuya finalidad es comprobar la respuesta del cultivo a diferentes dosis de abonos y con ello poder brindar al productor la información necesaria para que tenga alternativas a la hora de producir hortalizas.
- ✚ Replicar la investigación con diferentes abonos orgánicos para comprobar si influyen en los resultados obtenidos en la col china.

16. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes [AEFA]. (23 de Julio de 2021). Materia orgánica. Obtenido de <https://aeфа-agronutrientes.org/materia-organica#:~:text=fuentes%20de%20materia%20org%c3%a1nica.&text=tradicionalmente%2c%20las%20principales%20fuentes%20de,procedencia%20dom%c3%a9stica%2c%20urbana%20o%20industrial.>
- Aspajo, A. (2022). Efectos de acolchado térmico y abonos orgánicos en rendimiento de *Brassica campestris L.* (col china) var. Jade Crown en Zungarococha-Iquitos-2018. Universidad Nacional De La Amazonía Peruana. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12737/9356>
- Bailón, A. (2008). Sistema de siembra en el rendimiento de col china (*Brassica chinensis L.*) variedad 'WONG BOCK' en Tingo Maria. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/75/AGR-519.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baldiviezo, A. (2018). Efecto de concentración y frecuencia del biol en el desarrollo del cultivo de repollo (*Brassica pekinensis*) en ambientes atemperados en el Municipio de Achocalla de la Provincia Murillo. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/20687>
- Bellido, A. (2020). Falsa Oruga de la col china (*Athalia colibri*): [Características, Detección, Efectos y Tratamiento]. Obtenido de <https://www.sembrar100.com/plagas-y-enfermedades/falsa-oruga-de-los-col-china/>
- Bioagrotecsa. (2024). Humus de Lombriz. Obtenido de <https://bioagrotecsa.com.ec/component/tags/tag/3.html>
- Cano, A. (2023). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum*) con la aplicación de abonos orgánicos en el Reciento Santa Rosa Cantón Pangua. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11356/1/pim-000739.pdf>
- Carranza, S. (2016). Efecto del humus de lombriz sobre la producción del cultivo de col china híbrida (*Brassica campestris*) var. *Pekinensis* en Tarapoto. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/797/1/TP-P34_C26.pdf

- Castillo, E. (2020). Efecto de bioproductos en el crecimiento y estado fitosanitario en plantas de nabo (*Brassica napus L.*). Mocache – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2f20cd60-4ed7-4f0a-bd3c-13361246e0ac/content>
- Chong-Qui, J. (2019). Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa L.*). Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6d2c1b9c-f704-45d6-8e70-21e1f1150559/content>
- Cocinista. (Noviembre de 2024). Col china. Obtenido de <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/col-china.html#>
- Comercio, E. (18 de Junio de 2011). Seis tipos de coles para consumir. El Comercio. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/seis-tipos-de-coles-consumir.html>
- Cordonez, R. (2017). Comportamiento agronómico de la col china (*Brassica rapa*) y acelga (*Beta vulgaris sub sp*) con fertilizantes orgánicos. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4127/1/UTC-PIM-000049.pdf>
- Cranshaw, W. (2020). Serie Jardinería; Insectos; Pulgillas en las col chinas. Obtenido de <https://extension.colostate.edu/docs/pubs/spanish/05592.pdf>
- Crespo, G. (2014). Fuentes orgánicas y órgano minerales para la nutrición de las plantas. Instituto de Ciencia Animal. Obtenido de <https://ediciones.inca.edu.cu/files/congresos/2014/CD/memorias/ponencias/talleres/ENP/ra/ENP-O.11.pdf>
- Cubas, T. (2016). Efecto de la aplicación de cuatro dosis de materia orgánica (gallinaza) en el cultivo de col china (*Brassica peklens/s*) híbrido KIBOHO 90 F-1, en el distrito de Lamas. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/618/1/tfca_150.pdf
- Del Monte. (2019). Ficha técnica para control de plagas. Obtenido de https://delmonteag.com.ec/wp-content/uploads/2024/07/FT.INS_.14-DESNUKADOR-Imidacloprid-350-gL_-SC.pdf

- Dilmar, J. (2017). El Humus de Lombriz. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>
- Ecosiembra. (24 de Enero de 2012). Cultivo de col china. Obtenido de <https://ecosiembra.blogspot.com/2012/01/cultivo-de-col-china.html>
- Espejo, A. (2017). Respuesta de variedades de col china (*Brassica pekinensis* (Lour.) Rupr.) a diferentes niveles de fertilización orgánica bajo carpa solar. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11990/T-936.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinoza, L. (2015). Evaluación de la eficiencia de cinco abonos foliares orgánicos en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) en la Estación Experimental Docente “La Argelia” De La Universidad Nacional De Loja. Loja - Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13979/1/evaluaci%c3%b3n%20de%20cinco%20abonos%20organicos%20foliares%20en%20el%20cultivo%20del%20brocoli%20en%20la%20estacion%20experimental%20la%20argelia.pdf>
- Fertilab. (16 de Junio de 2017). El Humus de Lombriz. Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>
- Fertilab. (2021). Enfermedades de las Brassicas. Obtenido de https://www.fertilab.com.mx/AdminFertilab/Notas_Tecnicas/pdf_notas/Enfermedades_de_las_Brassicas.pdf
- Filter. (14 de Febrero de 2022). Fertilización de la col china: Guía completa. Obtenido de <https://npkfilter.com/es/fertilizacion-del-nabo>
- Flores, P. y. (29 de Noviembre de 2019). Repollo Chino. Origen, descripción, Cultivo, Cuidados, Propiedades. Obtenido de <https://plantasyflores.pro/repollo-chino/>
- Franz, S. (2010). Comportamiento productivo de variedades de la col china (*Brassica campestris*.) con diferentes abonos orgánicos. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://docplayer.es/201071355-Universidad-mayor-de-san-andres-facultad-de-agronomia-carrera-de-ingenieria-agronomica.html>
- Fueyo, M. (2003). Información técnica: Col china, Pepino, brocoli y endivia: Breve guía para el cultivo. Principado de Asturias. Obtenido de <http://www.serida.org/pdfs/737.pdf>

- Gil, A., Reyes, I., & Estrada, J. (2014). Efecto de dos tipos de labranza sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo utilizando cultivo de rábano y abono tipo bocashi. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/30917>
- Gómez, D., & Vásquez, M. (2011). Serie: Producción orgánica de hortalizas de clima templado: Abonos orgánicos. Obtenido de <https://www.metrocert.com/files/abonos%20organicos%2024-05-2011.pdf>
- Grain. (2008). De quién es la cosecha: la política de la certificación de semillas orgánicas. Obtenido de <https://grain.org/es/article/138-de-quien-es-la-cosecha-la-politica-de-la-certificacion-de-semillas-organicas>
- Guambo, M. (2010). Estudio bioagronómico de 20 cultivares de col (*Brassica oleracea L.*) EsPOCH, Cantón Riobamaba, Provincia de Chimborazo. Riobamaba: Esucela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/647/1/13T0670%20.pdf>
- Hernández, D. (2019). Influencias del policultivo sobre las plagas e indicadores productivos en *Brassica oleracea L.* Villa Clara, Cuba: Universidad Central Martha Abreu de las Villas.
- Herrán, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., & Olalde, V. (2015). Importancia de los abonos orgánicos. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46140104.pdf>
- Hortalizas. (2023). Col china, brassica rapa / cruciferae (*brassicaceae*). Obtenido de <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Col-china.html#:~:text=La%20col%20china%20'pak%2Dchoi,los%2030%2D40cm%20de%20altura.>
- Infoagro. (2024). El cultivo de la col china. Obtenido de <https://www.infoagro.com/hortalizas/colchina.htm>
- Intagri. (2015). Guía Práctica para la Identificación de Deficiencias Parte I. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-practica-para-la-identificacion-de-deficiencias-parte-uno>
- Intagri. (2017). Control de Malezas en Cultivos Hortícolas. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-de-malezas-en-cultivos-hortícolas>
- Intagri. (2017). Fuentes Orgánicas de N-P-K para la Nutrición de los Cultivos. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/fuentes-organicas-de-n-p-k-para-la-nutricion-de-cultivos>

- Intriago, G. (2013). Comportamiento agronómico del cultivo de col china (*Brassica rapa campestris*) sembrado con diferentes densidades en la zona de Babahoyo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/248/t-utb-faciag-agrop-000022.pdf?sequence=6&isallowed=y>
- Jaramillo, J., & Díaz, C. (2006). El cultivo de las crucíferas. Rionegro, Antioquia, Colombia: Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA).
- Llomitoa, N. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata*) con la aplicación de dos abonos orgánicos con tres diferentes dosis en el Recinto San Nicolás, Cantón Pangua, Provincia De Cotopaxi 2022. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9466/1/PC-002414.pdf>
- Luna, R., Chanaguano, B., Llomitoa, A., & Llomitoa, N. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata*) con la aplicación de dos abonos orgánicos en el cantón Pangua, Ecuador. Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Evaluacion_del_comportamiento_agronomico_del_culti.pdf
- Luño, L. (2008). Densidad de siembra y su efecto sobre el rendimiento y las características agronómicas del cultivo de Brassica sinensis, col china híbrido Jade Crow en Zungaro Cocha - Iquitos. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Macías, B. (2015). Comportamiento agronómico del cultivo de con china (*Brassica campestris*) con diferentes abonos orgánicos en el Centro Experimental La Playita Del Cantón La Mana, año 2014. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a4a4e604-2ec5-4069-b713-41bfecd3cf92/content>
- Malán, J. (2020). Efecto de la fertilización orgánica, como sustituto parcial de la fertilización sintética, en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus T.*), Simón Bolívar - Guayas. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/malan%20chacho%20jefferson%20octavio.pdf>
- Manayay, J. (2004). Fuentes y niveles de material orgánico en el rendimiento de col china (*Brassica sinensis L.*) variedad "Chinense Wong Bock". Tingo María - Perú. Obtenido

- de <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/052d396a-1809-4161-9175-18fbf1ea71d0/content>
- Maocho, F. (24 de Octubre de 2012). Huerto familiar – Cultivo del Repollo. Obtenido de <https://felixmaocho.wordpress.com/2012/10/24/huerto-familiar-cultivo-del-repollo/>
- Márquez, E. (2019). Enfermedades, Cojunto Tecnològico para la Producción de Repollo. Universidad de Puerto Rico, ,Estación Experimental Agrícola. Obtenido de <https://docplayer.es/88284376-Enfermedades-2-prof-evelyn-rosa-marquez-3.html>
- Marquina, S., & Uzcátegui, J. (2018). Variación del índice de contenido de clorofila de cinco especies de plantas bajo diferentes regímenes lumínicos establecidas en un sotobosque neotropical de Venezuela. *Rev. Biodivers. Neotrop.* Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-VariacionDelIndiceDeContenidoDeClorofilaDeCincoEsp-7358699.pdf>
- Martinez, E. (2019). Biocompost. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/346175041/Bio-Compost>
- Martiz, E. (2017). Efecto de la fertilización orgánica combinada con NPK en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d5a3ae21-f68d-4171-8138-5d5a6ed21f7f/content>
- Mercado Mayorista Riobamba. (2024). Precios referenciales del mayorista. Obtenido de <https://www.ep-emmpa.gob.ec/images/A2.pdf>
- Molina , M. (2014). Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja col china, (*Brassica campestris* var) y perejil (*Petroselinum crispum*) con dos fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental La Playita De La UTC Ext. La Maná. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3542/1/T-UTC-00819.pdf>
- Montero, I. (2013). Comportamiento agronómico de cinco hortalizas de hojas con tres abonos orgánicos en el Centro Experimental “La Playita”, De La Universidad Técnica De Cotopaxi - La Maná. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3891d7c7-ecca-4a43-8132-4f238c34c1f0/content>
- Morocho, D. (2014). Evaluación de la producción en el cultivo de col (variedad fl hybrid cabbage oriental súper cros) con la aplicación de tres tipos de biol en la comunidad de

- Corralpamba. Universidad de Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5478/1/tag304.pdf>
- Mosquera, B. (2011). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Obtenido de https://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Muñoz, K. (2024). Efecto de tres dosis de fertilizantes orgánicos bajo condiciones de riego por goteo en el cultivo de nabo (*Brassica napus L.*). El Triunfo - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MU%C3%91OZ%20PALMA%20KENLLY%20ARELIS.pdf>
- ONU. (2021). Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPPF_Sp.pdf
- Palacios, J. (2014). Comportamiento agronómico de las hortalizas col verde (*Brassica oleracea var. Viridis*), col morada (*Brassica oleracea var. Capitata*), con dos tipos de fertilizantes orgánicos en El Centro Experimental “La Playita. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3527/1/T-UTC-00804.pdf>
- Pariona, D., Higaonna, C., & Matos , B. (2001). Enfermedades en hortalizas. Lima. Obtenido de https://pgc-snia.inia.gob.pe:8443/jspui/bitstream/inia/863/1/Pariona-Enfermedades_Hortalizas.pdf
- Ramos, D., Terry, E., Soto, F., & Cabrera, J. (2014). Bocashi: Abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. INCA. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n2/ctr12214.pdf>
- Reforestadora Santa Fe. (4 de Septiembre de 2018). Ficha Técnica de Abono Bokashi. Obtenido de https://issuu.com/reforestadorasantafe/docs/ficha_t_cnica
- Reyes, J., Luna, R., Murillo, B., Nieto, A., Hernández, L., Rueda, E., & Preciado, P. (2017). Uso de vermicompost y compost de jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) en el crecimiento de col morada (*Brassica oleracea*). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/339/33952909010/html/>
- Sakinah, N., Lym, W., Cheong, B., Azfar, K., & Rodrigues, F. (2022). Respuestas fisiológicas y bioquímicas de la col china (*Brassica rapa var. chinensis*) a diferentes tratamientos de luz. Tecnologías químicas y biológicas en la agricultura. Obtenido de <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-022-00293-4>

- Sampen, C. (2022). Efecto de Diferentes Dosis del Producto Root – Hor como Enraizante en plantines de COL CHINA, (*Brassica chinensis*), en condiciones de Almacigo, Trujillo La Libertad. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/91113/rep_carlos.sampen_efecto.de.diferentes.dosis.pdf;jsessionid=0a560f4790d8260c9b54f6be25a2e4ab?sequence=1
- Sarmiento , G., Amézquita , M., & Mena , L. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172019000100006
- Saucedo, S., Arguello, L., Vilema, S., & Ruiz, M. (2024). Uso de fertilizantes químicos en el fomento productivo agrícola del Ecuador. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/3+\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/3+(1).pdf)
- Serrato, L., & French, R. (2011). Mancha foliar del Repollo por *Alternaria*. Obtenido de <https://amarillo.tamu.edu/files/2010/11/Alternaria-en-RepolloRF.pdf>
- Sierra, A., Sanchez, T., Simonne, E., & Treadwell , D. (2020). Principios y prácticas para el manejo de nutrientes en la producción de hortalizas. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS356>
- Silva, C. (2018). Biofumigación con brassicáceas para el control de nematodos en el cultivo de papa. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28114/1/Tesis-197%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20576.pdf>
- Soria, F. (2015). Comportamiento agronómico de las hortalizas acelga (*Beta vulgaris*) y brocoli (*Brassica oleracea*) con dos abonos orgánicos en el Centro Experimental “La Playita”. La Maná - Cotopaxi - Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/663a3987-9efc-4da4-8f04-90202662b810/content>
- Suárez, J. (2013). Eficiencia nutritiva para nitratos en distintas variedades de col china (*Brassica pekinensis*) en semillero. Almería: Universidad de Almería. Obtenido de <https://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/2644/TRABAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Suppra. (29 de Junio de 2020). Biocompost. Obtenido de <https://agroshow.info/wp-content/uploads/2021/03/Biocompost.pdf>

- Tito, Y. (2013). Efecto del abono líquido en el manejo ecológico de cultivo de col china (*Brassica pekinensis*) en el Municipio de Coroico. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4279/T-1809.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yara. (2018). Producción mundial; Coles y otras Brassicas. Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/brassicas/produccion-mundial/#:~:text=El%20mayor%20productor%20de%20repollo,siguen%20Ucrania%2C%20Jap%C3%B3n%20e%20Indonesia.>