



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

Trabajo de Integración Curricular previa la
obtención de Grado Académico de
Ingeniera Agropecuaria.

Proyecto de Investigación:

“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE COL (*Brassica oleracea var. capitata*) EN EL RECINTO PILANCÓN”

Autora:

Blanca Alicia Chanaguano Punina

Director de Proyecto de Investigación:

Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Blanca Alicia Chanaguano Punina**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Blanca Alicia Chanaguano Punina

C.C. 1752660314



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante Blanca Alicia Chanaguano Punina realizó el proyecto de investigación de grado titulado “**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE COL (*Brassica oleracea var. capitata*) EN EL RECINTO PILANCÓN**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....
Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

El suscrito Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad del director de proyecto de investigación titulado “**EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE COL (*Brassica oleracea var. capitata*) EN EL RECINTO PILANCÓN**”, perteneciente a la estudiante de la carrera Agropecuaria Blanca Alicia Chanaguano Punina, CERTIFICA: el cumplimiento de parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 4 %.



.....
Dr. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata*) en el Recinto Pilancón”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M. Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Juan José Reyes Pérez Ph. D

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Wilver Humberto Santana Alvarado

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios porque es el quien me ha permitido alcanzar una etapa en mi vida estudiantil, por haber permitido cumplir un sueño tan anhelado.

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas por abrirme las puertas para poder estudiar y obtener este grado académico.

Al Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar, director del proyecto de investigación, por su esfuerzo y colaboración, quien, con sus conocimientos, experiencia, ha compartido para poder desarrollar este trabajo y poder terminar con éxito.

De igual manera, agradecerles a mis docentes, a la Ing. Diana Véliz Zamora M. Sc (presidente), al Ing. Juan José Reyes Pérez Ph. D, Ing. Wilver Humberto Santana Alvarado (miembros del tribunal) por sus aportes brindados al proyecto de investigación.

A mis padres, por su apoyo incondicional brindado y sus buenos consejos a lo largo de estos años, a mis hermanos, a mi esposo, por apoyarme en todo momento a seguir adelante y demás familiares por brindar su apoyo moral y económico.

Blanca Alicia Chanaguano Punina

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico a Dios por ser el que decide el destino de cada persona, también dedico a mi padre César Chanaguano, a mi madre Carmen Punina, a mis hermanos Jaime, Laura, Yolanda, Janeth y Sara Chanaguano, a mi esposo Ángel Llomitoa, a mi abuela Martina Azogue, por haber fomentado el anhelo de superación, el éxito en esta etapa de mi vida, espero poder contar siempre con su apoyo incondicional.

Blanca Alicia Chanaguano Punina

RESUMEN

Los fertilizantes orgánicos son una de las alternativas en el grupo de productos orgánicos utilizados en la agricultura sostenible. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata*) en el recinto Pilancón. La investigación se desarrolló en la finca “Angamarca la Vieja”, perteneciente a la parroquia Ramón Campaña del cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. Se planteó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos, con cuatro repeticiones, dando un total de 20 parcelas experimentales. Los fertilizantes utilizados fueron (gallinaza y compost), se evaluaron dos dosis (2 kg m^{-2} y 4 kg m^{-2}), más un testigo de fórmula 10-30-10. Los datos se recopilaron en tres edades a los 30, 60 y 90 días después del trasplante. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de repollo, peso del repollo y rendimiento por parcela. Los resultados demostraron que al aplicar gallinaza reportó mayor valor para las variables altura de planta y diámetro del repollo de la dosis de 4 kg m^{-2} , si presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, el fertilizante orgánico compost tuvo mayor efecto en las variables diámetro del tallo, peso del repollo y rendimiento por parcela, presentando diferencia estadística a los sesenta y noventa días en el diámetro del tallo y diferencias estadísticas significativas en peso y rendimiento de la dosis de 4 kg m^{-2} . La mayor relación beneficio / costo se obtuvo en el tratamiento compost con \$3,73.

Palabras clave: Agricultura sostenible, repollo, rendimiento.

ABSTRACT

The organic fertilizers are one of the alternatives in the group of organic products used in sustainable agriculture. The objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilization on the cultivation of cabbage (*Brassica oleracea var. capitata*) in the Pilancón area. The research was carried out at the "Angamarca la Vieja" farm, belonging to the Ramón Campaña parish of the Pangua canton, Cotopaxi province. A completely randomized block design (DBCA) was used, with five treatments and four replications, for a total of 20 experimental plots. The fertilizers used were (poultry manure and compost), two doses were evaluated (2 kg m^{-2} and 4 kg m^{-2}), plus a control with a 10-30-10 formula. Data were collected at three ages at 30, 60 and 90 days after transplanting. The variables evaluated were plant height, stem diameter, cabbage diameter, cabbage weight and yield per plot. The results showed that the application of poultry manure reported higher values for the variables plant height and cabbage diameter for the dose of 4 kg m^{-2} , but presented significant statistical differences between treatments. The compost organic fertilizer had a greater effect on the variables stem diameter, cabbage weight and yield per plot, presenting statistical differences at sixty and ninety days in stem diameter and significant statistical differences in weight and yield for the dose of 4 kg m^{-2} . The highest benefit/cost ratio was obtained in the compost treatment at \$3,73.

Key words: Sustainable agriculture, cabbage, yield.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLÍN	xvi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema	5
1.1.3. Sistematización del problema	5
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3. Justificación	6
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual	9
2.1.1. Col (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>)	9
2.1.2. Gallinaza.....	9
2.1.2. Compost	9
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Cultivo de col a nivel mundial.....	10

2.2.2. Cultivo de col en Ecuador.....	10
2.2.3. Origen de la col.....	11
2.2.4. Generalidades del cultivo de la col.....	11
2.2.5. Taxonomía.....	12
2.2.6. Morfología de la col.....	12
2.2.6.1. Raíz.....	12
2.2.6.2. Tallo.....	12
2.2.6.3. Hojas.....	12
2.2.6.4. Flores.....	12
2.2.6.5. Semilla.....	13
2.2.7. Plagas y enfermedades.....	13
2.2.7.1. Plagas.....	13
2.2.7.1.1. Gusano de la col (<i>Trichoplusia</i>).....	13
2.2.7.1.2. Palomilla dorso de diamante (<i>Plutella xylostella</i>).....	13
2.2.7.1.3. Jobotos (<i>Phyllophaga spp.</i>).....	13
2.2.7.2. Enfermedades.....	14
2.2.7.2.1. Manchas negras (<i>Alternaria spp.</i>).....	14
2.2.7.2.2. Mildiu veloso (<i>Peronospora parasítica</i>).....	14
2.2.7.2.3. Pudrición blanda (<i>Erwinia carotovora var. carotovora</i>).....	14
2.2.7.2.4. Pudrición del tallo (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	14
2.2.7.3. Condiciones agroclimáticas del cultivo.....	14
2.2.7.3.1. Temperatura.....	14
2.2.7.3.2. Suelo.....	15
2.2.7.3.3. pH.....	15
2.2.8. Manejo agronómico del cultivo de col.....	15
2.2.8.1. Preparación del suelo.....	15
2.2.8.2. Semillero.....	15
2.2.8.3. Trasplante.....	15
2.2.8.4. Distancia de siembra.....	16
2.2.8.5. Riego.....	16
2.2.9. Fertilización.....	16
2.2.9.1. Fertilización orgánica.....	16
2.2.10. Calidad de la gallinaza.....	16
2.2.10. 1. La gallinaza y su empleo en la agricultura.....	17

2.2.11. Efecto del compost en el suelo	17
2.2.11.1. Calidad del compost.	17
2.2.11.2. El compost y su empleo en la agricultura.....	17
2.2.12. Antecedentes de investigación.....	18
CAPÍTULO III	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1. Localización.....	20
3.1.1. Condiciones agroclimáticas	20
3.2. Tipo de investigación	20
3.3. Método de investigación.....	20
3.3.1. Método inductivo.....	20
3.3.2. Método analítico	21
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	21
3.5. Diseño de la investigación.....	21
3.6. Instrumento de la investigación.....	21
3.6.1. Condiciones del cultivo de la col.....	21
3.6.1.1. Trasplante y establecimiento del cultivo.	21
3.6.2. Variables evaluadas	22
3.6.2.1. Análisis de suelo.....	22
3.6.2.2. Altura de planta (cm).....	22
3.6.2.3. Diámetro del tallo (cm).....	22
3.6.2.4. Diámetro del repollo (cm).	22
3.6.3. Variables de producción	23
3.6.3.1. Peso del repollo (kg/col)	23
3.6.3.2. Rendimiento por parcela en (kg m ⁻²).....	23
3.6.3.3. Análisis económico.	23
3.7. Tratamientos de los datos	23
3.7.1. Factores bajo estudio	24
3.7.2. Esquema del experimento.....	24
3.7.3. Esquema del análisis de varianza	24
3.7.4. Descripción de parcelas	25
3.8. Recursos humanos y materiales.....	25
3.8.1. Materiales e insumos	25
3.9. Manejo del experimento	26

3.9.1. Limpieza del terreno.....	26
3.9.1.1. Elaboración de bloques de investigación.	26
3.9.1.2. Fertilización.....	26
3.9.1.3. Siembra.....	27
3.9.1.4. Riego.....	27
3.9.1.5. Labores culturales.....	27
3.9.1.6. Control de malezas.	27
3.9.1.7. Control de plagas.....	27
3.9.1.8. Cosecha.....	28
3.9.1.9. Comercialización.....	28
CAPÍTULO IV	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Variables agronómicas	30
4.1.1. Altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días	30
4.1.2. Diámetro del tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días.....	31
4.2. Variables de producción	32
4.2.1. Diámetro del repollo (cm), peso del repollo (kg) y rendimiento por parcela en (kg) 32	
4.3. Análisis económico de los tratamientos	33
CAPÍTULO V	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones	36
CAPÍTULO VI.....	37
BIBLIOGRAFÍA	37
6.1. Referencias bibliográficas	38
CAPÍTULO VII.....	42
ANEXOS	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica de la planta de col <i>Brassica oleracea</i>	12
Tabla 2	Tratamientos utilizados en la investigación.....	23
Tabla 3	Factores bajo estudio	24
Tabla 4	Esquema del experimento.....	24
Tabla 5	Esquema del análisis de varianza.....	25
Tabla 6	Descripción de la parcela experimental.....	25
Tabla 7	Materiales, equipos e insumos utilizados.....	26
Tabla 8	Resultado de la prueba de Tukey 0,05 de altura de planta a los 30, 60 y 90 días en el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>) en el Recinto Pilancón.....	31
Tabla 9	Resultado de la prueba de Tukey 0,05 del diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (ddt) en el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>) en el Recinto Pilancón.....	32
Tabla 10	Resultados de la prueba de Tukey al 0,05 del diámetro del repollo (cm), peso del repollo (kg) y rendimiento por parcela (kg) en el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col <i>Brassica oleracea var. capitata</i> en el Recinto Pilancón.....	33
Tabla 11	Análisis económico de los tratamientos.....	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Resultados de análisis del suelo.....	43
Anexo 2.	Croquis de campo.....	45
Anexo 3.	Manejo del experimento.....	46
Anexo 4.	Tablas de análisis de varianza (ADEVA)	50

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>) en el Recinto Pilancón		
Autora:	Blanca Alicia Chanaguano Punina		
Palabras clave:	Agricultura sostenible	repollo	rendimiento
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2023		
Resumen:	<p>Los fertilizantes orgánicos son una de las alternativas en el grupo de productos orgánicos utilizados en la agricultura sostenible. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>) en el recinto Pilancón. La investigación se desarrolló en la finca “Angamarca la Vieja”, perteneciente a la parroquia Ramón Campaña del cantón Pangua, provincia de Cotopaxi. Los datos se recopilaron en tres edades a los 30, 60 y 90 días después del trasplante. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de repollo, peso del repollo y rendimiento por parcela. Los resultados demostraron que al aplicar gallinaza reportó mayor valor para las variables altura de planta y diámetro del repollo de la dosis de 4 kg m⁻², si presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, el fertilizante orgánico compost tuvo mayor efecto en las variables diámetro del tallo, peso del repollo y rendimiento por parcela, presentando diferencia estadística a los sesenta y noventa días en el diámetro del tallo y diferencias estadísticas significativas en peso y rendimiento de la dosis de 4 kg m⁻². La mayor relación beneficio / costo se obtuvo en el tratamiento compost con \$3,73.</p>		
Abstract:	<p>The organic fertilizers are one of the alternatives in the group of organic products used in sustainable agriculture. The objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilization on the cultivation of cabbage (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>) in the Pilancón area. The research was carried out at the "Angamarca la Vieja" farm, belonging to the Ramón Campaña parish of the Pangua canton, Cotopaxi. Data were collected at three ages at 30, 60 and 90 days after transplanting. The variables evaluated were plant height, stem diameter, cabbage diameter, cabbage weight and yield per plot. The results showed that the application of poultry manure reported higher values for the variables plant height and cabbage diameter for the dose of 4 kg m⁻², but presented significant statistical differences between treatments. The compost organic fertilizer had a greater effect on the variables stem diameter, cabbage weight and yield per plot, presenting statistical differences at sixty and ninety days in stem diameter and significant statistical differences in weight and yield for the dose of 4 kg m⁻². The highest benefit/cost ratio was obtained in the compost treatment at \$3,73.</p>		
Descripción:	68 hojas: dimensiones, 29 x 21cm +CD-ROM		
URL:			

Introducción

La col (*Brassica oleracea*) es una hortaliza altamente beneficiosa que brinda múltiples provechos al ser humano, especialmente en términos de nutrición y salud, y puede consumirse cruda o cocida (1), es un producto alimenticio rico en vitaminas, minerales, fibra y ácidos grasos esenciales. Actualmente se cultiva en las regiones templadas y tropicales de Asia. Las variedades de col se dividen en: col verde, col morada y col china con hojas que están ligeramente cerradas (1).

En Ecuador hay 1.145 hectáreas de repollo con un rendimiento promedio de 7.928 kg/ha. Según el Ministerio de Agricultura, las provincias con mayor producción son: Cotopaxi (481 hectáreas), Tungurahua (325 hectáreas) y Carchi (96 hectáreas). La horticultura se distribuye principalmente en la sierra, representando el 86%, el resto distribuido a lo largo de la costa del Ecuador (13%) y en el oriente (1%) (2).

Dado que el crecimiento acelerado de la agricultura en los últimos años, incluida la adición de nuevos cultivos hortícolas como el repollo, ha llevado a la investigación bioagronómica para probar la eficiencia y adaptabilidad de los cultivos. Por otro lado, el crecimiento óptimo de los cultivos requiere el uso generalizado de fertilizantes minerales y pesticidas, ya que son elementos esenciales para aumentar los rendimientos agrícolas (1).

En la producción orgánica, las verduras son los productos más importantes a nivel de consumo en el mundo, y la demanda de estos productos se ha incrementado debido a la creciente concienciación de los consumidores y sus familias sobre los riesgos asociados al consumo de alimentos mediante el uso de productos químicos (3).

Este riesgo se considera aún mayor en el caso de las hortalizas por ser muchas de ellas de consumo fresco. Esta nueva alternativa ofrece muchas ventajas a productores y consumidores. La producción orgánica ofrece la oportunidad de mejorar el suelo, reducir la contaminación y garantizar el consumo de productos 100% naturales, saludables y nutritivos (3).

El uso de abonos orgánicos contribuye al aumento de la materia orgánica del suelo y la actividad microbiana, liberando gradualmente nutrientes a las plantas, lo que teóricamente les permite obtener una dieta más balanceada y proporcionar a los cultivos los nutrientes necesarios. Los fertilizantes orgánicos tienen un alto valor nutricional y biológico e incluyen gallinaza y compost (4).

El uso de la fertilización orgánica con la aplicación de gallinaza y compost, permitirán conservar las características naturales del suelo y que al mismo tiempo proporcionarán los nutrientes necesarios para la obtención de productos agrícolas con alto valor nutritivo.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

En el recinto Pilancón perteneciente a la parroquia Ramón Campaña del cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi, uno de los principales problemas en la producción de hortalizas es la alta dependencia y uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes de síntesis química, lo que conduce a la degradación de los suelos, pérdida de la biodiversidad y consecuentemente la contaminación de los alimentos y el medio ambiente. A esto se suma, el limitado acceso a la información de los beneficios de la fertilización orgánica a base de gallinaza y compost ya que contribuye a la agricultura sustentable a través de la recuperación de la fertilidad de los suelos (5).

Al mismo tiempo, se constató que los productores de esta zona utilizaban métodos de cultivo incorrectos al cultivar repollo, aplicaban fertilizantes químicos sintéticos sin tener en cuenta las necesidades de los cultivos y no elegían la variedad adecuada para la siembra. Condiciones agroclimáticas de la zona. Factores que afectan los costos de producción y el alto rendimiento del cultivo del repollo (6).

Con esta investigación se demostrará que es posible producir hortalizas de calidad, como estrategia para garantizar mejores condiciones de vida para las familias campesinas del sector. Mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos como la gallinaza y el compost permiten mejorar los recursos naturales ayudando a la conservación del suelo y el medio ambiente en general.

De esta manera disminuyendo costos que se presentan en una agricultura convencional además de creación de fuentes de trabajo que es un punto muy importante dentro de las zonas rurales y este tipo de agricultura lo permite, en oposición con la agricultura convencional que está establecida en la utilización de paquetes tecnológicos muy costosos lo que demanda una suma inmensa de inversión para los agricultores en la compra de productos fitosanitarios que afectan a la salud y además dañan el medio ambiente.

Diagnóstico.

La falta de estudios de la aplicación de fertilización orgánicos como la gallinaza y el compost en el cultivo de hortalizas podrían deberse a la poca información disponible acerca del efecto que causa en las plantas, en el aumento de la productividad e inocuidad de los cultivos de

hortalizas de hoja. Los abonos orgánicos pueden mejorar considerablemente la fertilidad de los suelos y aumentar las cosechas.

Pronóstico.

La fertilización con gallinaza y compost de las plantas de col se espera que estimule una mejora de las variables agronómicas en el crecimiento de las plantas, un aumento de peso, rendimiento en el cultivo. Adicionalmente se espera un mejor diámetro en el tamaño del repollo.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuál será el fertilizante orgánico (gallinaza y compost) con el que se presente el mayor rendimiento del cultivo de col?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál será el efecto de los fertilizantes gallinaza y compost en las variables agronómicas del crecimiento vegetal?

¿Cuál será el efecto de los fertilizantes gallinaza y compost en el rendimiento del cultivo de col?

¿Qué beneficio / costo se obtendrá de los tratamientos del cultivo de col con la aplicación de los fertilizantes (gallinaza y compost)?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col en el recinto Pilancón.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el crecimiento del cultivo como respuesta a los tratamientos aplicados, a través de la altura de las plantas.
- Estimar el efecto de los tratamientos en la producción del cultivo de col mediante indicadores como el diámetro y peso del repollo, así como su rendimiento.

- Definir la alternativa de mayor rentabilidad estableciendo para cada tratamiento la relación beneficio/costo.

1.3. Justificación

Los fertilizantes orgánicos tienen importantes beneficios para el suelo y las plantas, por lo que es importante comprender sus efectos en los diferentes cultivos, por lo que se recomienda su uso en la preparación y procesamiento como una alternativa para encontrar nuevas formas de cultivo orgánico de hortalizas (7).

Aparentemente, es un mecanismo muy importante que regula muchos procesos relacionados con la producción agrícola; Se sabe que su función principal es un sustrato de cultivo que cubre y mantiene intactos los niveles de materia orgánica (7).

La (FAO, 2018) determinó que el 12 % de los rendimientos agrícolas se han incrementado entre 2,5 y 3 veces mediante el uso de fertilizantes orgánicos, ya que ayudan a reducir la erosión del suelo y promueven prácticas y políticas agrícolas que preservan la base de recursos para las generaciones futuras (8).

Los suelos fértiles mejoran las ganancias de las cosechas e influyen directamente en los ingresos económicos de los agricultores, sin embargo, las siembras continuas sin descanso ni rotación de cultivos deterioran el suelo, situación que es resuelta por la mayoría de los agricultores con el uso de productos químicos. Una alternativa para remediar esta problemática es el uso de fertilizantes orgánicos y dentro de esta gama esta la gallinaza y el compost que ofrece mejores resultados.

Es necesario hacer este estudio sobre la col, porque los agricultores del recinto Pilancón están dedicados en su mayoría a la producción de otros cultivos, se ha podido observar muy poco la siembra de hortalizas, sin embargo, la cantidad y calidad de aquellas hortalizas es muy deficiente y de baja calidad por lo no permite a los productores tener un rubro económico suficiente.

El propósito de este proyecto es evaluar el efecto de la aplicación de dos fertilizantes orgánicos en el cultivo de col por el cual permitirá recomendar los mejores resultados a los

productores del recinto, así brindar una nueva alternativa de producción amigable con el medio ambiente ya que este tipo de hortaliza ha sido muy poco estudiada en la zona.

Uno de los mayores beneficios que tendrán los moradores de esta comunidad es una nueva alternativa de producción orgánica de hortalizas por ende es una actividad económica de vital importancia por el papel que juega en la seguridad alimentaria de la población, además, ha tenido en los últimos años una demanda creciente por factores relacionados con la salud humana.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Col (*Brassica oleracea var. capitata*)

El repollo, es rica en minerales como potasio, azufre, fósforo, calcio, magnesio, hierro y vitaminas. Las verduras crucíferas son cultivos hortícolas de alto valor económico en términos de superficie de siembra y precio de producción, de los cuales el brócoli, la coliflor, el repollo, la col china y las coles de Bruselas son los cultivos más sembrados (9).

2.1.2. Gallinaza

La gallinaza, es una mezcla de heces y orina de gallinas o pollos enjaulados, con la adición de partes no digeribles de alimentos, células mucosas exfoliadas del sistema digestivo, secreciones glandulares y varias sales inorgánicas, plumas y una pequeña cantidad de material extraño (10).

También es conocido como excretas de gallinas ponedoras, que se acumula durante la etapa de puesta o desarrollo de este tipo de aves y se mezcla con los restos de comida y plumas. La mezcla con la basura puede ser o no considerada (10). La producción avícola posee varias modalidades, entre ellas el sistema productivo que comprende a las reproductoras pesadas. Una vez finalizado su ciclo productivo se obtiene la gallinaza (11).

2.1.2. Compost

El compost es un abono orgánico obtenido por descomposición controlada de materia orgánica. Es un producto estable, de olor agradable y con diversas propiedades en beneficio del suelo y las plantas, obtenido a partir de la descomposición biológica de residuos orgánicos como residuos de jardín y residuos de cocina en presencia de oxígeno (12).

A diferencia de los fertilizantes químicos, el compost agrega materia orgánica sin filtrar minerales para alimentar el suelo. Mejora la estructura del suelo y facilita el trabajo. Aumenta su capacidad de retener la humedad y el aire, reduciendo el riesgo de erosión. Finalmente, las semillas germinan más rápido en suelo que contiene compost. (13).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Cultivo de col a nivel mundial

A nivel mundial, la producción de repollo es particularmente frecuente en India con 88 000 hectáreas, China (55 000 hectáreas), Francia (35 000 hectáreas) e Italia (28 000 hectáreas). Alrededor del 80% de la producción mundial total de repollo proviene de Asia y Europa. Italia produce el 8% de la producción total mundial y es el cuarto mayor productor de coles del mundo: las regiones con la producción de coles más desarrollada son: Lacio, Abruzzo y Puglia. Debido a la conveniente ubicación del mercado y la gran selección de repollo, está disponible en el mercado de frutas y verduras casi todo el año (2).

En el mundo se producen anualmente alrededor de 70 millones de toneladas de col en 3,8 millones de hectáreas en casi 150 países. El repollo se produce más de cuatro veces más que la coliflor y el brócoli debido a la creciente demanda de la población y al cambio de hábitos alimentarios (14).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) clasifica a las hortalizas como el séptimo cultivo más importante del mundo, con una producción anual que supera los 275 millones de toneladas. Como una de las cooperativas agrícolas, el Banco Comercial de Alimentos y Agricultura se ha convertido en un importante proveedor de servicios financieros para el sector agrícola a nivel mundial, y su importancia y presencia están determinadas por la experiencia del banco en todas las etapas de la cadena alimentaria (15).

2.2.2. Cultivo de col en Ecuador

El repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) es una de las hortalizas de mayor importancia económica y de consumo, ocupando el primer lugar entre las hortalizas de hoja, tallo, yemas y hortalizas de flor. Ecuador cuenta con 1.145 hectáreas de repollo con un rendimiento promedio de 7.928 kg/ha. Según el Ministerio de Agricultura, las provincias con mayor producción son: Cotopaxi (481 hectáreas), Tungurahua (325 hectáreas) y Carchi (96 hectáreas) (16).

Esta hortaliza es muy popular en nuestro país porque se adapta fácilmente a las regiones de clima templado y frío, y como el clima es favorable para su crecimiento, se cultiva en Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua e Imbabura (17).

La superficie de tierra cultivable nacional es de 2,6 millones de ha, y la tierra cultivable es de 241.320 hectáreas. Pertenece a frutas y verduras, de los cuales hay 12.3070 ha. Hortalizas y frutales un total de 118.250 ha. Para incrementar la producción de repollo en el país y satisfacer la demanda interna, es necesario impulsar de manera conjunta el aumento de las áreas de siembra. (17).

2.2.3. Origen de la col

El repollo es originario de las costas mediterráneas y europeas. Crece de forma silvestre en el oeste y se encuentra en lugares como: Dinamarca, Inglaterra, Francia y Grecia, aunque siempre se encuentra en la costa, crece mejor en climas fríos. Aparentemente fue cultivado por los egipcios en el año 2500 a.C y más tarde fue considerado por los antiguos griegos como hierbas para la digestión estomacal (18).

2.2.4. Generalidades del cultivo de la col

El repollo (*Brassica oleracea var. capitata*) es una planta del género *Brassica*, originaria de las regiones costeras del sur y oeste de Europa. Es un cultivo que tolera suelos con alto contenido de sal y yeso, pero su intolerancia a otros ambientes la hace competitiva con otras plantas en condiciones menos favorables (19). Debido a esto, su hábitat se ha reducido a acantilados marinos de piedra caliza. La col ha sido una planta muy importante en Europa desde la antigüedad, muy conocida por los españoles y muy apreciada por los griegos en las comidas comunales.

En época romana, Catón la menciona en su obra "de rustica" como remedio para enfermedades intestinales o pulmonares y principalmente para aumentar la producción de leche en mujeres lactantes. (19). Estas plantas eran importantes para los aztecas de lo que son ahora. Agregó que los conquistadores aparentemente despreciaron estas plantas silvestres y las introdujeron en sus tierras natales. El repollo es una de las pocas plantas que se acepta como alternativa a las plantas nativas. (19).

2.2.5. Taxonomía

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la planta de col Brassica oleracea

Reino	Plantae
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Genero	Brassica
Especie	<i>Brassica oleracea</i>

Fuente: (19).

2.2.6. Morfología de la col

2.2.6.1. Raíz.

La col posee raíz pivotante, con muchas ramas radicales muy finas y pelos absorbentes hasta una profundidad (45 a 60 cm). Las raíces de la col se caracterizan por ser medianas o poco profundas. La mayor parte de las raíces, hasta el 90%, se concentran en la primera capa de suelo (20 a 30 cm) (20).

2.2.6.2. Tallo.

El tallo de col, en su mayoría no está ramificado, son cortos y gruesos, las hojas tienen una superficie cerosa. Una longitudinal de la cabeza permite ver que la planta de repollo es en realidad una parte superior muy grande de crecimiento terminal. Una planta madura alcanza altura que van desde 16 a 24 pulgadas (40 a 60 cm) (18).

2.2.6.3. Hojas.

Las hojas de col, son grandes sésiles con tallos cortos y redondas u ovaladas. El color varía de verde claro a morado oscuro. Sus primeras hojas (hojas inferiores) son lisas o ligeramente hundidas, a menudo partidas y ligeramente carnosas. Están completamente expandidos, en algunos casos, pueden crecer hasta 45, 18 cm de largo y 12 a 16 pulgadas de ancho (18).

2.2.6.4. Flores.

Sus flores, son de color blanco amarillento y de unos 2,5 cm de diámetro. Por lo general son numerosas (cientos), de color amarillo y cerca de un centímetro de largo cuando están abiertas. Las flores son hermafroditas, actinomorfas, heteroclamídeas (7).

2.2.6.5. Semilla.

Las semillas miden aproximadamente de 2 a 3 mm de diámetro, angular, panal, rojo-marrón. Las semillas del fruto son esféricas o redondas, pequeñas, de color marrón, de uno a dos milímetros de diámetro y de superficie ligeramente irregular (7).

2.2.7. Plagas y enfermedades

2.2.7.1. Plagas.

2.2.7.1.1. Gusano de la col (*Trichoplusia*).

Las poblaciones de estos insectos suelen ser más altas durante la estación seca cuando se alimenta por gravedad; las orugas se alimentan de hojas de col y dejan grandes agujeros; en algunos casos, se adhieren al centro del repollo, reduciendo su masa. Es más destructivo al final de la estación fría (marzo, abril) y puede causar daños graves al follaje. (21).

Ocurre principalmente después de la siembra. Es una plaga endémica de las plantas crucíferas. Las hembras ponen huevos principalmente en las superficies superiores de las hojas. Son bolas alargadas, de color amarillo y eclosionan en 7-12 días. Las larvas tardan entre 20 y 21 días en crecer completamente hasta los 40 mm de largo. (21).

2.2.7.1.2. Palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*).

Es el insecto económicamente más importante en el cultivo de plantas de col. La larva es pequeña, de color verde azulado, de hasta 12 mm de largo; en la primera etapa y vive en el envés de las hojas esta causa pequeños rasguños, aunque la cutícula superior permanece intacta (22).

2.2.7.1.3. Jobotos (*Phyllophaga spp*).

El género *Phyllophaga*, conocido como joboto, en los últimos años se ha convertido en una de las plagas más molestas para los agricultores, esta facilita la entrada de enfermedades, que afecta el sistema radicular, permitiendo que hongos y bacterias fitopatógenas exploten las heridas que quedan en su interior. Alimentación de larvas (23).

2.2.7.2. Enfermedades.

2.2.7.2.1. Manchas negras (*Alternaria spp*).

Estudios realizados demuestran que esta enfermedad es diferente de fitopatógenos en diferentes regiones. Según informes de 2009 El hongo *Alternaria brassicicola* como patógeno de las flores de brócoli. En otro estudio se aisló e identificó a *Alternaria alternata* en floretes de brócoli con el mismo síntoma en Tanggu, distrito de Tianjin (24).

2.2.7.2.2. Mildiu vellosa (*Peronospora parasítica*).

Es una enfermedad causada por hongos, esto sucede cuando la humedad del aire ambiente es alta y llueve constantemente. La enfermedad causa manchas amarillas en las hojas superiores y micelio blanco en la parte inferior. Están ubicados en las hojas exteriores y causan decoloración en los bordes superior e inferior de las hojas. El desarrollo de la infección puede comenzar en el semillero (25).

2.2.7.2.3. Pudrición blanda (*Erwinia carotovora var. carotovora*).

Es un bacilo gramnegativo perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, facultativamente anaerobio y formador de esporas. Esta bacteria puede sobrevivir en el suelo dependiendo de las condiciones climáticas y de la especie o subespecie involucrada. Este grupo de bacterias fitopatógenas tiene especies afines que son capaces de destruir todos los tejidos vegetales que invaden y se propagan por todo el mundo (26).

2.2.7.2.4. Pudrición del tallo (*Rhizoctonia solani*).

Es un patógeno de amplia distribución mundial que provoca importantes pérdidas económicas a la mayoría de las plantas anuales y perennes, incluyendo a casi todos los cultivos hortícolas. Una enfermedad frecuente es el denominado ahogamiento de plántulas y pudrición de raíces tomates, patatas, etc., que provocan graves daños cuando es posible la fase de desarrollo de la planta (27).

2.2.7.3. Condiciones agroclimáticas del cultivo.

2.2.7.3.1. Temperatura.

El repollo crece a una altura de 400 a 1800 m.s.n.m, a una temperatura desde los 15 a 28 °C, la temperatura mínima para la germinación varía de 7 a 35 °C, pero el crecimiento debe mantenerse a una temperatura de 5 a 24 °C. Prefiere un clima fresco, pero se adapta fácilmente a diferentes climas. En cuanto a la temperatura, las variedades de primavera y

verano son resistentes a las altas temperaturas, las variedades de otoño e invierno son resistentes a las bajas temperaturas y algunas son resistentes a -10 °C (28).

2.2.7.3.2. Suelo.

En cuanto al suelo, las mejores condiciones de crecimiento para el repollo son suelos fértiles y arcillosos ricos en materia orgánica. El repollo puede crecer en casi cualquier lugar, pero en regiones muy cálidas solo crece en otoño e invierno y puede soportar heladas de hasta -7 °C: es mejor almacenarlo a estas temperaturas. Son plantas muy vigorosas y prefieren suelos ricos en materia orgánica, nitrógeno, etc. suelo estructurado medio (28).

2.2.7.3.3. pH.

El cultivo de col acepta un pH que va desde 6.8 y 5.5, teniendo como óptimo 6.5-6.2. Se desarrolla perfecto en cualquier tipo de suelo, desde suelos arenosos hasta orgánicos, prefiriendo aquéllos con buen contenido de materia orgánica con un drenaje adecuado (28).

2.2.8. Manejo agronómico del cultivo de col

2.2.8.1. Preparación del suelo.

La preparación del suelo debe hacerse antes de la siembra. Los arados de mantillo también se utilizan a una profundidad de 30 a 40 cm. Durante las operaciones agrícolas, el suelo debe estar limpio, libre de restos de plantas y rastrojos, y debe arar cada dos semanas para exponer y destruir la fuente de inóculo de ciertos patógenos por exposición a la luz solar (28).

2.2.8.2. Semillero.

Desinfecte el suelo con 1 lb m⁻² de cal agrícola un mes antes de plantar para producir plantas sanas y bien desarrolladas. El semillero se construye aproximadamente de 1 m de ancho, y se necesitan de 320 a 350 g de semillas de repollo para sembrar una hectárea de plántulas. Se recomienda preparar un semillero de 100 metros cuadrados para esta cantidad de semillas (29).

2.2.8.3. Trasplante.

El trasplante se lo realiza a los 25 o 35 días después de la siembra, las plantas desarrollan 3-4 hojas verdaderas y los tallos se trasplantan cuando están fuertes. Dependiendo de las condiciones de la zona, esto puede ocurrir de treinta a cuarenta días después de la siembra.

El trasplante se realiza en camas o surcos de 1 m de ancho, con una distancia entre superficies de 50 a 60 cm según la variedad de la col (25).

2.2.8.4. Distancia de siembra.

La distancia de la siembra la más recomendada, se puede mencionar: distancia entre hileras de 0,60 a 0,80 m, distancia entre plántulas que van desde 0,35 - 0,50 m. El principio es que la distancia de siembra en muchas variedades determina el tamaño de la cabeza ,cuanto mayor sea la distancia mayor será el repollo y viceversa (30).

2.2.8.5. Riego.

Esto es lo que debe decir cuando considere cultivar repollo: riegue profundamente (no demasiado saturado) para garantizar una buena humedad y estabilidad de la cama para las plantas trasplantadas. El riego diario depende de las condiciones ambientales, tipo de suelo y desarrollo vegetativo del cultivo. Para asegurar un riego uniforme, es necesario controlar la presión uniforme del sistema de riego, controlar el caudal de los goteros, etc. (30).

2.2.9. Fertilización

La fertilización es la compensación de los macro y micro nutrientes faltantes y que no están disponibles para las plantas, se puede mejorar con el aporte de materia orgánica, mediante estiércol de ganado, compost, incorporación de restos vegetales , manejo de suelo y aplicación de fertilizantes ecológicos amigables con el medio ambiente (31).

2.2.9.1. Fertilización orgánica.

Los fertilizantes orgánicos son sustancias orgánicas que se descomponen naturalmente bajo la influencia de microorganismos que se encuentran en el medio ambiente. Los microbios digieren estas sustancias y las convierten en otras sustancias beneficiosas que alimentan el suelo, que a su vez proporciona alimento para el crecimiento de las plantas (32). Por tanto, los fertilizantes orgánicos son una de las alternativas al grupo de productos biológicos utilizados en la agricultura sostenible (32).

2.2.10. Calidad de la gallinaza

La calidad de la gallinaza, depende principalmente del tipo de alimento, la temporada de los pollos, la cantidad de alimento desperdiciado, el número de plumas, la temperatura ambiente y el viento en el galpón. El tiempo que se pasa también es importante, porque si se mantiene

durante mucho tiempo, se liberará demasiado olor a amoníaco, esto reducirá significativamente el contenido de nitrógeno. Todo el estiércol se resuelve en el proceso de secado (33).

2.2.10. 1. La gallinaza y su empleo en la agricultura.

Se puede utilizar para hortalizas de ciclo corto, un uso suficiente, se puede aplicar hasta 3 veces. Tener en cuenta que no hay una dosis fija a utilizar, depende de la fertilidad inicial del suelo en el que queramos cultivar, de la climatología reinante y de las necesidades nutricionales específicas de nuestro cultivo. Por eso es tan importante que seamos creativos y proactivos y sigamos esforzándonos hasta encontrar la mejor dosis y compensar al cultivo (33).

2.2.11. Efecto del compost en el suelo

El compost, tiene un efecto positivo, mejora la estructura del suelo, así como la labranza, la aireación y la retención de humedad. También sirve para nutrir a las plantas: suelo. Mediante el compostaje, estos residuos pueden transformarse en un producto altamente beneficioso que puede incorporarse como fertilizante orgánico, mejorando el valor físico y nutricional del suelo y todo la capa arable (35).

2.2.11.1. Calidad del compost.

La calidad del compost no es un concepto absoluto, sino que depende de su uso. Podemos definirlo como “la capacidad o aptitud del compost para satisfacer las necesidades de las plantas con un impacto mínimo sobre el medio ambiente y sin riesgo para la salud pública” (34).

2.2.11.2. El compost y su empleo en la agricultura.

El compost se utiliza en agricultura tanto como aditivo orgánico, especialmente para mejorar las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, como fertilizante para la nutrición mineral de las plantas. También se puede utilizar como sustrato en jardinería, hortalizas, pasturas (36).

2.2.12. Antecedentes de investigación

El uso de fertilizantes orgánicos puede mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y mejorar los indicadores morfológicos y fisiológicos de los cultivos. De igual forma (37) , evaluaron fertilizantes orgánicos a partir de residuos de cultivos y de mercado, en un diseño completamente al azar, tres tratamientos y tres repeticiones, e identificaron como variables, ganancia de peso, promedio; encontraron que aplicar compost al suelo puede mejorar el pH, M.O. y CIC; aumento el promedio del peso de la cosecha de más del 300%. Por otro lado (38), conociendo el comportamiento agronómico de col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*), utilizando fertilizantes orgánicos, se demostró que en estos dos cultivos la lombricomposta puede lograr mejores resultados en las variables: Altura de la planta, número de plantas, hojas, largo de hoja, ancho de hoja, peso de planta. De acuerdo con (16), evaluando el comportamiento agronómico del cultivo de col (*Brassica oleracea var. capitata*) mediante la aplicación de dos abonos orgánicos con tres diferentes dosis en el Recinto San Nicolás, en un diseño de bloques completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones; evaluaron las variables: altura de planta, diámetro del tallo, diámetro del repollo peso del repollo y rendimiento ($t\ ha^{-1}$). demostraron que al aplicar abono orgánico compost reportó mayores valores para las variables estudiadas de la dosis aplicada de $6\ kg\ m^{-2}$.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El presente estudio se realizó en la finca “Angamarca la Vieja”, propiedad del señor César Chanaguano, ubicada en el recinto Pilancón de la parroquia Ramón Campaña, perteneciente al cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi. La ubicación geográfica es 01°06′S 95” S; y 79° 0′S 10” W de longitud con una altitud que oscila entre los 2800 m.s.n.m. La investigación se realizó en la época lluviosa (enero, febrero y marzo) del 2023.

3.1.1. Condiciones agroclimáticas

La propiedad se encuentra en una zona de clima húmedo, con una temperatura media anual de 15-20 °C, precipitación anual de 1750-3000 mm/año, humedad relativa de 94,83% y heliofanía de 183,70 horas luz al mes. El suelo tiene una topografía irregular (ondulada), es de textura franco limoso con un pH promedio de 5 (5).

3.2. Tipo de investigación

La investigación pertenece al área agrícola y subárea de horticultura, corresponde a una investigación experimental de campo, para mejorar la calidad de hortalizas, también encontrar la dosis más adecuada de los fertilizantes orgánicos de esa forma obtener mayor rendimiento de los cultivos con alternativas respetuosas con el medio ambiente.

La aplicación de esta fertilización en el cultivo de col se realizó en un estudio experimental, que incluyó la evaluación del efecto de fertilizantes orgánicos (gallinaza y compost), así como dos dosis con las cuales se evaluaron las variables y se seleccionaron las que indujeron en el cultivo, mayor altura, diámetro y rendimiento.

3.3. Método de investigación

3.3.1. Método inductivo

Este método proporcionó un conocimiento general de las pautas específicas para evaluar dos dosis y la forma de aplicación del fertilizante orgánico en el cultivo de col, a través de las variables agronómicas relacionadas con el crecimiento y el rendimiento. Este enfoque integral permitió a una mejor comprensión de los mecanismos de acción de las respuestas metabólicas de las plantas que determinan la productividad y la calidad agrícola. Además, se propone una alternativa amigable con el medio ambiente que puede ayudar a reducir el

estrés biótico y abiótico en el repollo y así reducir el impacto ambiental en el cultivo de esta hortaliza en comparación con los métodos convencionales utilizados en la actualidad.

3.3.2. Método analítico

Este método permitió realizar análisis de las variables agronómicas: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de repollo, y las variables asociadas al rendimiento; peso de repollo, rendimiento por parcela (kg).

3.4. Fuentes de recopilación de información

Las fuentes de recopilación de información fueron dos, la primera es la información que se recolectó en el tiempo de investigación. La segunda fuente de información fue de referencias bibliográficas que están disponible en buscadores académicos: Google académico y otros medios como tesis, artículos de revistas científicas, libros.

3.5. Diseño de la investigación

Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, para el testigo se usaron un abono químico de fórmula (10-30 - 10). Se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5%. Los tratamientos consistieron en una aplicación de los fertilizantes orgánicos en el momento de la siembra. Se sembró 18 plantas por parcela dando un total de 360 plantas para el experimento, distribuidas en 20 parcelas experimentales.

3.6. Instrumento de la investigación

3.6.1. Condiciones del cultivo de la col

Se utilizaron plántulas seleccionadas mediante la obtención de un semillero certificado, que fueron traídos desde la ciudad de Latacunga, antes de realizar el trasplante a campo se dejó las plantas dos días de aclimatación. Para lograr un prendimiento exitoso con una mejor calidad del cultivo.

3.6.1.1. Trasplante y establecimiento del cultivo.

Se realizó directamente a campo abierto, antes del trasplante se aplicó los dos fertilizantes orgánicos, luego se cubrió con tres centímetros de tierra y se elaboró hoyos a una

profundidad de 3 cm y se colocó muy cuidadosamente la planta para evitar daños o la pérdida de la raíz.

3.6.2. Variables evaluadas

3.6.2.1. Análisis de suelo.

Para el análisis de suelo, se procedió a tomar muestras en forma de zigzag a una profundidad de 20 cm para lo cual se utilizó una pala y una carretilla, tomando una muestra representativa de todo el área del experimento, se apiló en un solo montículo procediendo a mezclar sobre una lona de plástico, una vez mezclado la muestra se seleccionó 1 kg, para la identificación respectiva y se envió a realizar el análisis de suelo, al Laboratorio de la Estación Experimental Tropical “Pichilingue INIAP, localizada en el cantón Quevedo.

3.6.2.2. Altura de planta (cm).

De cada parcela neta se midió la altura de 6 plantas por tratamiento a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, se utilizó una cinta métrica, se midieron desde el nivel del suelo hasta el ápice final de la hoja.

3.6.2.3. Diámetro del tallo (cm).

En esta variable, se determinó midiendo el punto medio del tallo con pie de rey, los datos se tomaron a los 30, 60 y 90 días, para obtener los datos sin error de medición, se dividió para 3.14 el resultado se registró en el libro de campo de la hoja de Excel y se realizó su respectiva tabulación y los resultados se expresó en centímetros.

3.6.2.4 Diámetro del repollo (cm).

En esta variable se tuvo en cuenta el diámetro del repollo, por el cual se evaluó al momento de la cosecha con una cinta métrica, los datos se tomaron a 6 plantas y sus promedios dividió para 3,14 para obtener un dato exacto y se registró en cm.

3.6.3. Variables de producción

3.6.3.1. Peso del repollo (kg/col).

Para la toma de datos del peso se procedió a cosechar de cada tratamiento y repetición, luego se quitó las hojas viejas posteriormente se pesó en una balanza analítica, a seis repollos seleccionados al azar y los promedios fueron representados en kilogramos.

3.6.3.2. Rendimiento por parcela en (kg m⁻²).

El rendimiento del cultivo se determinó a la cosecha por el peso total del repollo de los tratamientos y repeticiones dividiendo para los 6 m².

3.6.3.3. Análisis económico.

Se realizó el análisis económico posteriormente con los costos e ingresos de los tratamientos utilizados en la investigación. Se utilizó la relación beneficio/costo mediante la fórmula:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$$

3.7. Tratamientos de los datos

Para la comparación de medias se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P \leq 0,05$); con el paquete estadístico Infostat, el proceso de generación de la base de datos y de tablas de resultados se realizó en hojas de Excel. A continuación, se explica los tratamientos estudiados.

Tabla 2

Tratamientos utilizados en la investigación

T1	Testigo	10-30-10
T2	Dosis de gallinaza	2 kg m ⁻²
T3	Dosis de gallinaza	4 kg m ⁻²
T4	Dosis de compost	2 kg m ⁻²
T5	Dosis de compost	4 kg m ⁻²

Fuente: Autora

3.7.1. Factores bajo estudio

Los factores en estudio se dan a conocer en la (Tabla 3)

Tabla 3

Factores en estudio

Factor A= Fertilizantes	Factor B= Dosis
Gallinaza	2 kg m ⁻²
Gallinaza	4 kg m ⁻²
Compost	2 kg m ⁻²
Compost	4 kg m ⁻²

Fuente: Autora

3.7.2. Esquema del experimento

El experimento fue establecido con cinco tratamientos, uno inorgánico y cuatro orgánicos, de los cuales dos fueron (gallinaza) y los dos restantes (compost), dos dosis (2 kg m⁻² y 4 kg m⁻²), por parcela, cada tratamiento con cuatro repeticiones. El esquema del experimento se puede apreciar en la (Tabla 4).

Tabla 4

Esquema del experimento

Tratamientos	Códigos	Descripción	Parcelas	Total
T1	Testigo	Testigo (10-30-10)	1	4
T2	G1D1	Gallinaza + 2 kg m ⁻²	1	4
T3	G2D2	Gallinaza + 4 kg m ⁻²	1	4
T4	C1D1	Compost + 2 kg m ⁻²	1	4
T5	C2D2	Compost + 4 kg m ⁻²	1	4
Total				20

Fuente: Autora

3.7.3. Esquema del análisis de varianza

El esquema del Análisis de varianza para el diseño de bloques completamente al azar DBCA, se indica en la (Tabla 5).

Tabla 5
Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	t-1	4
Error	(t-1) (r-1)	12
Total	r.t-1	19

Fuente: Autora

3.7.4 Descripción de parcelas

La descripción de las parcelas se indica en la (Tabla 6).

Tabla 6
Descripción de la parcela experimental

Forma de la parcela	Rectangular
Distancia de siembra entre plantas	50 cm
Distancia de siembra entre hileras	60 cm
Número de plantas por fila	3
Número de plantas por hilera	6
Largo de parcela	3 m
Ancho de parcela	2 m
Ancho de camino entre parcelas	1
Número de parcelas	20
Área total del ensayo	273 m ²

Fuente: Autora

3.8. Recursos humanos y materiales

Blanca Alicia Chanaguano Punina (Autor del proyecto de investigación).

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar (Director del proyecto de investigación).

3.8.1. Materiales e insumos

A continuación, se detallan los materiales, equipos e insumos que se utilizaron para la investigación (Tabla 7).

Tabla 7*Materiales, equipos e insumos utilizados*

Materiales	Unidad	Cantidad
Plantulas de col	u	360
Fertilizantes orgánicos	kg	276
Azadón	u	1
Cinta métrica	una	1
Mochila de aspersión	una	1
Balanza analítica	una	1
Hojas de papel	u	100
Esferos	u	5
Lápiz	u	2
Marcador	u	5

Fuente: Autora

3.9. Manejo del experimento

3.9.1. Limpieza del terreno

Se realizó la limpieza del terreno de forma mecánica, se procedió a retirar las hierbas no deseadas eliminando desde la raíz con ayuda de un azadón. Además, se realizó el volteo del suelo para obtener un terreno adecuado que no sea perjudicial para la siembra, antes de realizar el trasplante de las plantulas de col, se controló las hierbas no deseadas con la utilización de un machete.

3.9.1.1. Elaboración de bloques de investigación.

Se elaboró cuatro bloques de manera homogénea, donde los tratamientos y réplicas se colocaron en diferente orden y se aplicó dos diferentes dosis de fertilizantes orgánicos (gallinaza y compost), cada bloque con 5 parcelas de 3 m de largo y 2 m de ancho. un total de 20 parcelas experimentales, la distancia entre las parcelas fue de 1 m de ancho.

3.9.1.2. Fertilización.

La fertilización se realizó al inicio de la siembra, los fertilizantes se aplicaron al boleto en cada una de las parcelas experimentales, de acuerdo a la dosis planificada a utilizar en el experimento.

3.9.1.3. Siembra.

Una vez que estaba preparado el suelo, se procedió a realizar los hoyos a una profundidad de 3 cm con un total de 18 hoyos por parcela, la distancia entre planta fue de 50 cm y la distancia entre hileras de 60 cm. Se necesitó plántulas de mejor calidad para un mejor rendimiento.

3.9.1.4. Riego.

Al inicio de la siembra, debido a las condiciones climáticas de la localidad se encontró en época lluviosa, al segundo mes si fue necesario realizar el riego en el cultivo, lo cual se realizó de forma manual con ayuda de una bomba de mochila mediante roseo los días que más horas de brillo solar presentó.

3.9.1.5. Labores culturales.

Se realizó labores culturales como el deshierbe de las parcelas de forma manual con la utilización del machete, se realizaron cada quince días, durante dos meses la precipitación hizo que las plantas no deseadas crezcan de forma acelerada y puedan competir por nutrientes de esa manera afecte al cultivo.

3.9.1.6. Control de malezas.

Las malezas fueron controladas de forma manual utilizando un azadón y un machete para eliminar plantas no deseadas ya que compiten por nutrientes, agua, luz y espacio.

3.9.1.7. Control de plagas.

El control de plagas se aplicó un repelente orgánico a base de ruda y eucalipto. Estas plantas poseen compuestos orgánicos que brindan propiedades insecticidas. Por lo tanto, es ideal para preparar un plaguicida orgánico para combatir plagas, como el gusano de la col. Lo que se encontró como plaga es el gusano de col. La incidencia de afectación en el cultivo por plaga fue en un 2 %. En el cultivo no se presentó ninguna enfermedad.

3.9.1.8. Cosecha.

La cosecha se realizó manualmente recogiendo todos los repollos de todos los tratamientos y repeticiones a los 90 días ya que presentaron su completa madurez fisiológica.

3.9.1.9. Comercialización.

La comercialización del repollo cosechado se vendió una parte en el mismo sitio del ensayo experimental a los moradores del mismo recinto, otra parte se comercializó en el mercado central del cantón Pangua a diferentes precios desde \$0,25 \$0,50, \$0,60 y \$1,00 por cada repollo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables agronómicas

4.1.1. Altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días

De acuerdo con el análisis de varianza (ADEVA), en la variable altura de planta a los 30 días después del trasplante, no existió diferencias estadísticas ($p > 0.05$) el mayor valor se presentó en el tratamiento compost (4 kg m^{-2}) con 17,09 cm y el menor valor se registró con el tratamiento gallinaza 2 kg m^{-2} con 14,95 cm, mientras que el tratamiento testigo se mantuvo con un promedio de 11,36 cm. En esta variable solo presentaron diferencias numéricas entre los tratamientos. Con respecto a la variable altura el trabajo experimental mostró valor superior a lo expuesto por Reyes- Pérez (39) con 13.24 cm, en su experimento utilizaron compost de Jacinto de agua a dosis de 5 kg m^{-2} (Tabla 8).

A los 60 días se observó que las plantas de col fertilizadas con compost de (4 kg m^{-2}), evidenció mayor valor con 31,48 cm seguido del tratamiento gallinaza (4 kg m^{-2}) con 29,38 cm respectivamente, el incremento de la altura fue mayor con respecto al tratamiento testigo, de acuerdo a la prueba de Tukey no presentó diferencias estadísticas solo existió diferencia numérica entre los tratamientos. En esta variable el experimento arrojó valores inferiores a los reportados por Cruz- Tobar (40) con 52,11 cm utilizando abono orgánico compost a dosis de 3 kg/m^2 en cultivo de brócoli, el experimento fueron evaluados en parcelas de 3 m de largo por 2,40 m de ancho.

A los 90 días, el análisis de varianza presentó un efecto significativo en la fertilización orgánica ($p < 0,0001$), con lo cual se acepta la hipótesis alternativa “Al menos uno de los tratamientos aplicado fertilización orgánica presentará diferencias estadísticas en altura de planta. La prueba de Tukey indicó que el tratamiento aplicado fertilización orgánica gallinaza (4 kg m^{-2}) superó estadísticamente a los demás tratamientos con promedio de 38,94 cm. El coeficiente de variación para esta variable fue de 9,77%. Lo cual indica que el tipo de fertilizante orgánico aplicado al cultivo de col incide en la altura de la planta. Sin embargo, en esta variable altura de planta, el experimento mostró valor superior a los que obtuvo Zari (31) con 33,30 cm, utilizando abono orgánico gallinaza a dosis de (6,73kg parcela).

Tabla 8

Resultado de la prueba de Tukey 0,05 de altura de planta a los 30, 60 y 90 días en el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) en el Recinto Pilancón

Tratamientos	Altura de la planta (cm)					
	30 días		60 días		90 días	
Testigo 10-30-10	11,36	b	17,76	b	21,82	b
Gallinaza 2 kg m ⁻²	14,95	a	24,99	a	32,90	a
Gallinaza 4 kg m ⁻²	16,64	a	29,38	a	38,94	a
Compost 2 kg m ⁻²	16,05	a	28,43	a	37,50	a
Compost 4 kg m ⁻²	17,09	a	31,48	a	37,51	a
Promedio	15,22		26,41		33,73	
CV%	7,21		11,98		9,77	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) en sentido vertical.

4.1.2. Diámetro del tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días

En la variable diámetro del tallo, a los 30 días el mayor valor se registró en el tratamiento compost (4 kg m⁻²) con 5,69 cm seguido del tratamiento gallinaza con 5,21 cm de la dosis de (4 kg m⁻²), el tratamiento testigo se mantuvo con 3,10 cm, de acuerdo a la prueba de Tukey no se observó diferencias estadísticas solo se observó diferencias numéricas entre los tratamientos. Para esta variable diámetro del tallo el trabajo experimental reveló valores superiores a los obtenidos por Llomitoa *et al* (17) con 3,79 cm, utilizando abono orgánico compost a dosis de (4 kg m⁻²) (Tabla 9).

De acuerdo con el análisis de varianza (ADEVA), a los 60 días presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p < 0,0001$), el mayor promedio se consiguió en el tratamiento compost de la dosis suministrada de 4 kg m⁻² con 7,10 cm y el menor valor se evidenció en el tratamiento gallinaza de la dosis de (2 kg m⁻²) con 5,53 cm. Para esta variable diámetro el experimento presentó valores inferiores a los que encontró Guartasaca & León (41) con 10,55 cm y 10,50 respectivamente, utilizando un sistema de labranza reducida.

El análisis de varianza (ADEVA), a los 90 días presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($p < 0,0001$) con el mayor valor para el tratamiento compost con 10,07 cm de la dosis de 4 kg m⁻² y el menor valor lo registró el tratamiento gallinaza (2 kg m⁻²) con 6,80 cm de diámetro. Mientras que el tratamiento testigo alcanzó un promedio de 5,67 cm. El coeficiente de variación (CV) para esta variable fue de 2,41 %. En esta variable diámetro de tallo el ensayo experimental presentó promedios superiores a los que obtuvieron

Huanca & Fernández (42), en su estudio sobre el efecto de tres dosis de compost en el cultivo de brócoli *Brassica oleracea*, registraron promedios de 2,17 y 1,90 cm respectivamente, utilizando dosis de 4 kg m⁻² y 6 kg m⁻² de compost por tratamiento.

Tabla 9

Resultado de la prueba de Tukey 0,05 del diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días después del trasplante(ddd) en el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col Brassica oleracea var. capitata en el Recinto Pilancón

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)					
	30 días		60 días		90 días	
Testigo 10-30-10	3,10	c	4,26	d	5,67	e
Gallinaza 2 kg m ⁻²	4,48	b	5,53	c	6,80	d
Gallinaza 4 kg m ⁻²	5,21	ab	5,83	c	7,31	c
Compost 2 kg m ⁻²	4,95	ab	6,35	b	8,13	b
Compost 4 kg m ⁻²	5,69	a	7,10	a	10,07	a
Promedio	4,69		5,81		7,60	
CV%	11,42		2,91		2,41	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) en sentido vertical.

4.2. Variables de producción

4.2.1. Diámetro del repollo (cm), peso del repollo (kg) y rendimiento por parcela en (kg)

Con respecto a la variable diámetro del repollo, de acuerdo al análisis de varianza (ADEVA) en esta variable presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($<0,0001$), con el mayor promedio para el tratamiento gallinaza (4 kg m⁻²) con 27,28 cm, seguido del tratamiento compost con 26,74 cm de la dosis de 4 kg m⁻². El testigo se mantuvo con 10,03 cm de diámetro. Su coeficiente de variación (CV), para esta variable fue del 1,91%. En relación a esta variable diámetro el trabajo experimental presentó valores inferiores a los obtenidos por Llomitoa *et al* (17), con 74,83 cm y 74,93 cm respectivamente, utilizando la misma dosis de gallinaza y compost de 4 kg m⁻² (Tabla 10).

En la variable peso del repollo, de acuerdo con el análisis de varianza (ADEVA), si existió diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($<0,0001$), (Tabla 10) con el mayor valor para el tratamiento compost de (4 kg m⁻²) con 5,34 kg de peso y el menor valor para el tratamiento gallinaza con 3,85 kg de la dosis de (4 kg m⁻²), mientras que el tratamiento testigo 10-30-10 alcanzó un valor de 2,78 kg. En esta variable peso del repollo, el experimento evidenció promedios superiores a los que encontró Pazmiño (30) con 4,91kg

de peso, utilizado abono compost a dosis 120 t/ha, estrategia aplicar fraccionando 50% como abonamiento de fondo y 50% en corona alrededor del tallo con un ligero aporque a los 45 días).

Mediante el análisis de varianza (ADEVA), para la variable rendimiento por parcela si hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($<0,0001$), también existió diferencias numéricas entre tratamientos. El mayor promedio se presentó en el tratamiento compost (4 kg m^{-2}) con 15,46 kg y el menor promedio fue para el tratamiento gallinaza (2 kg m^{-2}) con 8,17 kg, el tratamiento testigo alcanzó un promedio de 7,08 kg por parcela. El experimento para esta variable presentó promedios superiores a los que obtuvo Torrejon (43) con 14,17 kg utilizando abono orgánico guano de isla a dosis de (25 g) por planta. El tratamiento testigo arrojó valor inferior a los que encontraron Espinosa & Polanco (44) con 7,56 kg utilizando fertilizante químico de fórmula 12-24-12 a dosis de (15 g planta).

Tabla 10

Resultados de la prueba de Tukey al 0,05 del diámetro del repollo (cm), peso del repollo (kg) y rendimiento por parcela (kg) en el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col Brassica oleracea var. capitata en el Recinto Pilancón

Tratamientos	Repollo					
	Diámetro (cm)		Peso (kg/col)		Rendimiento parcela (kg/ m ²)	
Testigo 10-30-10	10,03	d	2,78	d	7,08	d
Gallinaza 2 kg m ⁻²	19,98	c	3,01	d	8,17	d
Gallinaza 4 kg m ⁻²	27,28	a	3,85	c	11,00	c
Compost 2 kg m ⁻²	25,75	b	4,47	b	13,19	b
Compost 4 kg m ⁻²	26,74	a	5,34	a	15,46	a
Promedio	21,96		3,89		10,98	
CV%	1,91		5,37		6,22	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) en sentido vertical.

4.3. Análisis económico de los tratamientos

Análisis económico para el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de col se pudo demostrar que el mayor costo fue para el tratamiento compost de la dosis de 4 kg m^{-2} , con un costo de \$27,79 de igual forma para el tratamiento gallinaza (4 kg m^{-2}) con un costo de \$26,79 (Tabla 11).

Los mayores ingresos reportaron en la dosis de (4 kg m^{-2}) del fertilizante compost con \$ 131,37, seguido de la dosis de 2 kg m^{-2} con \$78,71.

Con respecto a la relación beneficio/ costo se consiguió en el tratamiento compost de 4 kg m⁻² con \$3,73 seguido de la dosis de 2 kg m⁻² con \$2,70.

Tabla 11

Análisis económico de los tratamientos

Rubros	Gallinaza		Compost		Testigo 10-30-10
	2 kg m⁻²	4 kg m⁻²	2 kg m⁻²	4 kg m⁻²	
Costos					
Plantulas	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79
Gallinaza	6,00	12,00			
Compost			6,50	13,00	
Materiales	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Mano de obra	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Total, costos	20,79	26,79	21,29	27,79	14,79
Ingresos					
Peso (kg)	52,58	67,46	78,71	131,37	91,01
Valor por Kg	0,50	0,60	1,00	1,00	0,25
Total Ingresos	26,29	40,47	78,71	131,37	22,75
Utilidad	5,50	13,68	57,42	103,58	7,96
Rel Ben/Costo	0,26	0,51	2,70	3,73	0,54

Fuente: Autora

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Las plantas de col mostraron valores superiores en las variables altura de planta y diámetro de repollo con los fertilizantes orgánicos gallinaza y compost de la dosis de 4 kg m^{-2} , se hallaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos y también se encontró diferencias numéricas.

El efecto positivo se estimó en el tratamiento compost de la dosis aplicada de 4 kg m^{-2} , para las variables, diámetro del tallo, peso del repollo y rendimiento por parcela, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

Se pudo definir una de las alternativas de mayor rentabilidad a través de beneficio/ costo para el fertilizante compost de la dosis de 4 kg m^{-2} , con \$3,73 dólares de los tratamientos estudiados en la investigación.

5.2. Recomendaciones

Aplicar fertilizante orgánico gallinaza y compost a dosis de 4 kg m^{-2} para el cultivo de col, al proporcionar reportó valores superiores en lo que respecta a altura de planta y diámetro de repollo.

Es recomendable el uso del fertilizante orgánico compost para mejorar la producción del cultivo de col.

Aplicar fertilizante orgánico compost a dosis de 4 kg m^{-2} , para una mejor rentabilidad económica del agricultor.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

1. Reyes Pérez JJ, Luna Murillo RA, Reyes Bermeo M del R, Suárez Fernández G, Ulloa Méndez CI, Rivero Herrada M, et al. Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo de la col (*Brassica oleracea* L). Biotecnia. 2016;18(2):28-32.
2. Llomitoa NW. Evaluación del Comportamiento Agronómico del cultivo de Col (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) con la Aplicación de dos abonos Orgánicos con tres diferentes dosis en el Recinto San Nicolás, Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi 2022. [Internet] [Tesis de Ingeniero Agónomo, Universidad Técnica de Cotopaxi]. 2022. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9466>
3. Tapia JM. Repuestas del del uso de abonos orgánicos en el cultivo de col bajo cubierta en la zona de Mocache. [Internet] [Tesis de Grado en Horticultura y Fruticultura, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. 2014. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4591>
4. Oliva M, Chávez JCN, Huamán EH, Tafur SKO, Silva RC. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el rendimiento de repollo Corazón de Buey (*Brassica oleracea*) en Chachapoyas, Amazonas. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable. 2017;1(3):20-7.
5. Tulmo WMC, Recalde RYB. Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2015; Disponible en: <http://ramoncampana.gob.ec/cotopaxi/wp-content/uploads/2018/06/PDYOT-RAM%C3%93N-CAMPA%C3%91A-FINAL2018.pdf>
6. MAG. Productores de Pangua se benefician con certificados de la AFC y títulos de tierras – Ministerio de Agricultura y Ganadería [Internet]. 2022. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-pangua-se-benefician-con-certificados-de-la-afc-y-titulos-de-tierras/>
7. Quinchiguango MV. Evaluación del efecto de abono orgánico en el cultivo de col, (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) en el barrio Rosalía, de la parroquia Santa Rosa de Cuzubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha [Internet] [Tesis de Ingeniero en Administración en Producción Agropecuaria, Universidad Nacional de Loja]. 2014. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/13946>
8. FAO. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. 2016.
9. Álvarez C. Efecto de Metabolismos de Fitorregulación en el Cultivo de col en el Cantón Milagro [Internet] [Trabajo Experimental de Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador]. [Milagro, Ecuador]; 2021. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVAREZ%20AZA%C3%91A%20CRISTHIAN%20ENRIQUE.pdf>
10. Casas- Rodríguez S, Guerra Casas LD, Casas Rodríguez S, Guerra Casas LD. Chicken manure, effect on the environment and possibilities for reuse. Revista de Producción Animal. 2020;32(3):87-102.

11. Arce-Solano O, Campos-Rodríguez R, Brenes-Peralta L. Evaluación del manejo y disposición final de la gallinaza de reproductora pesada usada como abono orgánico en Costa Rica. *TM*. 2020;33(1):165-77.
12. Oviedo R, Fernando MRL, Patricia TL. Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. *Lecciones desde Colombia. Ingeniería Investigación y Tecnología*. 2017; XVIII (1):31-42.
13. Arriagada J, Centro C. Abono Orgánico Compost, FAO [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1133254/>
14. FAO O de las NU para la A y A. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019 [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>
15. 88Análisis_producción_consumo_hortalizas.pdf [Internet]. [citado 21 de abril de 2023]. Disponible en: http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/88Ana%CC%81lisis_produccio%CC%81n_consumo_hortalizas.pdf
16. Llomitoa A, Punina BAC, Gavilanez NWL, Murillo RAL. 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. *Nexo agropecuario*. 2022;10(2):6-10.
17. Rea F. Respuesta del cultivo de col (*Brassica oleracea*) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura [Internet] [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo]. 2012. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/974/T-UTB-FACIAG-AGR-000180.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Rullán GJF. Características de la Planta [Internet]. Estación experimental A agrícola de la Universidad de Puerto Rico; 2014. Disponible en: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/04/2.-Repollo-Características-de-la-Planta-v.-2014.pdf>
19. López MFG. Estudio Bioagronómico de 20 Cultivares de Col (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), ESPOCH, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. 2010; Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/647/1/13T0670%20.pdf>
20. Hernández D. Influencia del policultivo sobre las plagas e indicadores productivos en *Brassica oleracea* L [Internet] [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas]. 2019. Disponible en: <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/xmlui/handle/123456789/11549>
21. Díaz BB, Rosas RA, Martínez NB, Cortero HGC. Identificación y fluctuación poblacional de plagas de col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y sus enemigos naturales en Acatzingo, Puebla. *Agrociencia*. 2004;38(2):239-48.
22. Briceño H, Agustina VR, Alvarez-Benaute LM, Arbi MT. Estrategia de componentes para el manejo integrado de *Plutella xylostella* L. en brócoli. *Ciencia UNEMI*. 2021;14(37):101-10.


23. Acuña R, Brenes J. Evaluación en casa malla del efecto de cuatro productos biológicos para el combate de Jobotos (*Phyllophaga sp.*). Revista Tecnología En Marcha. 2020;33(4):140-154.
24. Arratia-Castro AA, Fernández-Herrera E, María G., Herrera-Flores TS, María G., Licea-de Anda EM, et al. *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* y *Fusarium verticillioides* agentes causales de la pudrición de brócoli en México. Revista Chapingo Serie Horticultura [Internet]. 2022;28(3). Disponible en: <https://revistas.chapingo.mx/horticultura/?section=articles&subsec=issues&numero=304&articulo=2803>
25. Sandoval Uriel. Evaluación de cuatro enmiendas de fertilización en dos híbridos de repollo (*Brassica oleracea var. capitata*) en la comarca Tecolostote, municipio de San Lorenzo. Julio a octubre del 2019. [Tesis de Ingeniero Agónomo, Universidad Nacional Agraria]. 2020.
26. Portela-Dussán DD, Chaparro-Giraldo A, López-Pazos SA. *Bacillus thuringiensis*: en el manejo del agente de la pudrición blanda de la papa *Erwinia carotovora*. Nova. 2013;11(20):39.
27. Arcos J, Zúñiga D. Efecto de rizobacterias en el control de *Rhizoctonia solani* en el cultivo de papa. Ecología Aplicada. 2015;14(2):95-101.
28. Fernández JJM. Adaptabilidad de Cultivares de Repollo [Internet] [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Rafael Landívar]. 2016. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2016/06/17/Merida-Jean.pdf>
29. Pazmiño JA. Evaluación de tres métodos de fertilización orgánica para el mejoramiento de la producción en el cultivo de col (*Brassica oleracea*) en la granja del Colegio Técnico Agropecuario Chunchi [Internet] [Trabajo de Titulación, Maestría en Desarrollo y Ambiente]. 2014. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7693/1/tesis-028%20Maestr%20c3%ada%20en%20Agroecolog%20c3%ada%20y%20Ambiente%20-%20CD%20259.pdf>
30. Zari K. Evaluación de dos Enmiendas Orgánicas en la Producción de Col (*Brassica oleracea var capitata*) [Internet] [Trabajo experimental, de Ingeniera Agrónoma]. 2020. Disponible en: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ZARI%20GUALAN%20KYMBELY%20VIVIAN A.pdf>
31. González V, Pomares F. La Fertilización y el Balance de Nutrientes en Sistemas Agroecológicos. 2008;
32. Vázquez J, Álvarez-Vera M, Iglesias-Abad S, Castillo J, Vázquez J, Álvarez-Vera M, et al. La incorporación de enmiendas orgánicas en forma de compost y vermicompost reduce los efectos negativos del monocultivo en suelos. Scientia Agropecuaria. 2020;11(1):105-12.
33. Pareja MME. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación. 2005;2(1):43-8.

34. Gordillo F, Peralta E, Chávez E, Contreras V, Campuzano A, Ruiz O. Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar). RIA Revista de Investigaciones Agropecuarias. 2011;37(2):140-9.
35. Macías R, Grijalva Contreras RL, Robles Contreras F, López Carvajal A, Núñez Ramírez F. Respuesta de la composta sobre la fertilidad, humedad del suelo, contenido nutrimental en hojas y productividad en olivo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2020;11(8):79-90.
36. Tortosa G. Aplicación agrícola de los compost [Internet]. Compostando Ciencia. 2013. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2013/05/aplicacion-agricola-de-los-composts-html/>
37. Muñoz JM, Muñoz P. JA, Consuelo. Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en Popayán, Cauca. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 2015;13(1):73.
38. Cunuhay KE, Vivas MM. Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*) con fertilizantes orgánicos. UteCiencia. 2017;2(1):29-34.
39. Reyes-Pérez JJ, Luna-Murillo RA, Murillo-Amador B, Nieto-Garibay A, Hernández-Montiel LG, Preciado-Rangel P. Uso de Vermicompost y Compost de Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes*), en el Crecimiento de Col Morada (*Brassica oleracea*), Interciencia 2017;42(9).
40. Cruz-Tobar E, Vega-Chariguamán J, Albán AG, González-Rivera M, Saltos-Espín R, González-Rivera V. Efecto de la Aplicación de Abonos Orgánicos en la Producción de Brócoli (*Brassica oleracea*). Revista de Investigación Talentos. 2018;5(1):1-8.
41. Guartasaca TP, León MG. Evaluación de estrategias de manejo de cultivos de acolchado para la producción de col (*Brassica oleracea* L.) en un sistema de labranza reducida [Internet] [Tesis de Ingeniero Agrónomo]. Universidad de Cuenca; 2021. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/36311>
42. Huanca GM, Fernández CM. Effect of three doses of compost in cultivation of broccoli (*Brassica oleracea*) in atmosphere tempered in the municipality of El Alto. APTHAPI. 2019;5(3):7-7.
43. Torrejon N. Efecto de dos Tipos de Fertilizantes y Abonos en el Rendimiento del Repollo Corazón de Buey (*Brassica Oleracea*) en María, Luya, Amazonas” [Internet]. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; 2021. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2323/Epiquien%20Torrejon%20Nestor%20Claumer.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
44. Espinosa W, Polanco R. Evaluación de tres Híbridos de Repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) Bajo Condiciones de Clima Tropical. 2018;1(1).

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexo 1. Resultados del análisis del suelo



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p>DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : CHANAGUANO PUNINA BLANCA Dirección : COTOPAXI / PANGUA Ciudad : PANGUA Teléfono : 0984961852 Fax : bchanaganop@uteq.edu.ec</p>	<p>DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Angamarca La Vieja Provincia : Cotopaxi Cantón : Pangua Parroquia : Ramón Campaña Ubicación : Placón</p>	<p>PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Col N° Reporte : 10391 Fecha de Muestreo : 7/12/2022 Fecha de Ingreso : 13/12/2022 Fecha de Salida : 4/1/2023</p>
--	--	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	meq/100ml							ppm										
	Identificación	Area		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B							
108861	Blanca Chanaguano		4,9	MAC	RC	3	B	1,0	M	12	M	4,6	M	5,8	A	216	A	4,5	B	0,34	B



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH	Elementos: de N a B B = Bajo M = Medio A = Alto	pH	Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
MAC = Muy Acido	LAI = Lige. Alcalino	N.P.B	Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac = Acido	MAAI = Media. Alcalino	S	Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
MAC = Media. Acido	AI = Alcalino		Absorción atómica	B,S

[Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.cecp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : CHANAGUANO PUNINA BLANCA
 Dirección : COTOPAXI / PANGUA
 Ciudad : PANGUA
 Teléfono : 0984961852
 Fax : bchanaguanop@uteq.edu.ec

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Angamarca La Vieja
 Provincia : Cotopaxi
 Cantón : Pangua
 Parroquia : Ramón Campaña
 Ubicación : Pilacon

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual : Col
 N° de Reporte : 10391
 Fecha de Muestreo : 7/12/2022
 Fecha de Ingreso : 13/12/2022
 Fecha de Salida : 4/1/2023

N° Muest. Laborat.	mecq/100ml			dS/m		(%)		(meq/l)½		ppm		Textura (%)		Clase Textural		
	Al+H	AI	Na	C.E.	Mg	K	M.O.	RAS	CI	Arena	Limo	Arcilla				
108861					3,0	3,13	8,4 A				12,50	4,32	46	50	4	Franco-Limoso



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION		M.O. y CI	
Al+H, AI y Na	C.E.	B	M
NS = No Salino	S = Salino		
LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino		
M = Medio	A = Alto		
T = Tóxico			

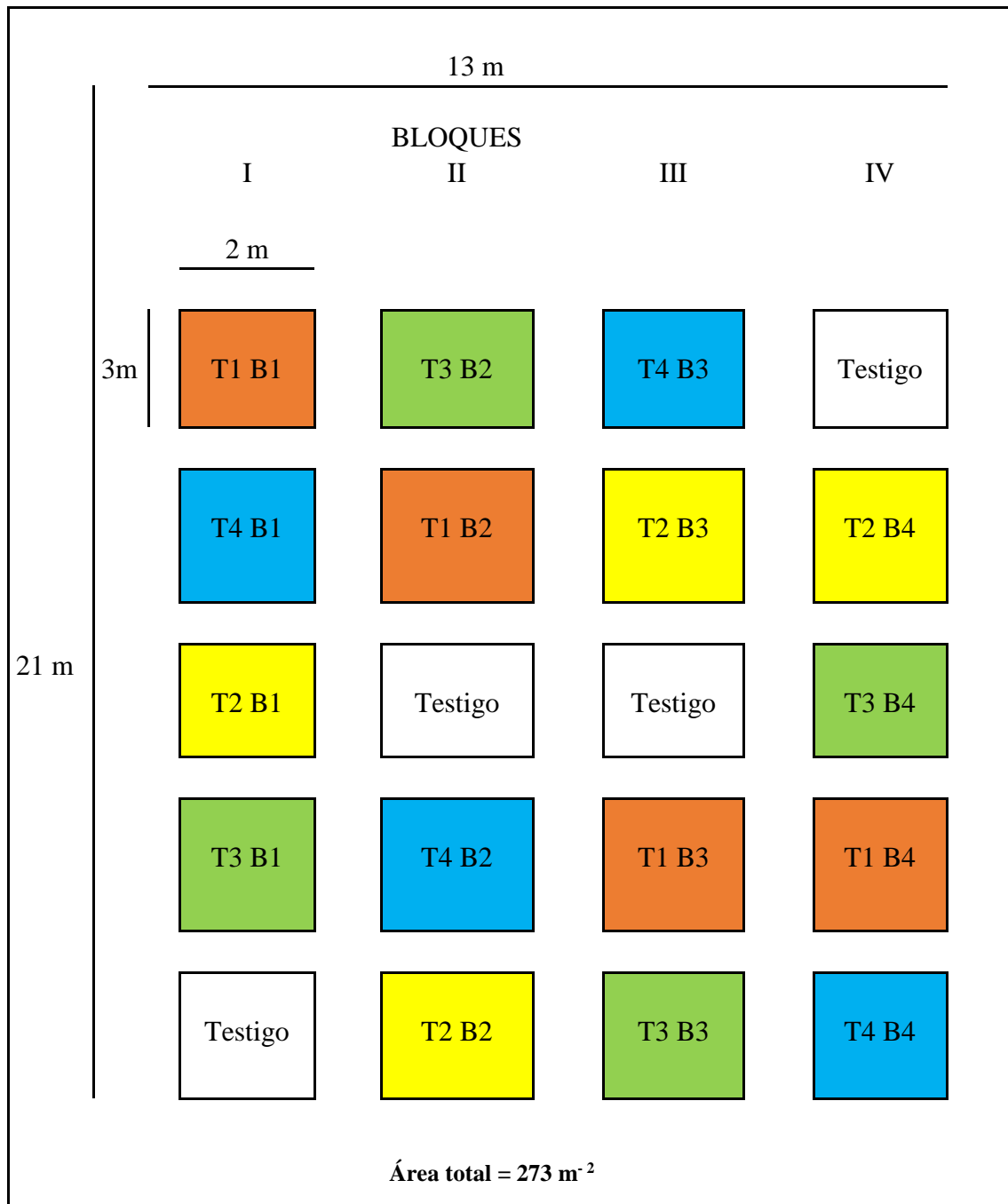
ABREVIATURAS
 C.E. = Conductividad Eléctrica
 M.O. = Materia Orgánica
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
 C.E. = Conductímetro
 M.O. = Titulación de Welkley Blaci
 Al+H = Titulación con NaOH

[Handwritten signature]
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

[Handwritten signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

7.2. Anexo 2. Croquis de campo



7.3. Anexo 3. Manejo del experimento

Figura 1.

Registro de muestra de suelo del area



Figura 3.

Preparación del terreno para la siembra



Figura 5.

Elaboración de parcelas del experimento



Figura 2.

Colocación del suelo sobre una lona



Figura 4.

Cerramiento del area del experimento



Figura 6.

Pesado del fertilizante orgánico



Figura 7.

Colocación del fertilizante gallinaza



Figura 8.

Colocación del fertilizante compost



Figura 9.

Mesclado del fertilizante con el suelo



Figura 10.

Plantulas de col Brassica oleracea var capitata



Figura 11.

Trasplante de col en las parcelas



Figura 12.

Proceso de prendimiento de col



Figura 13.

Plantas de col a los 30 días



Figura 14.

Plantas de col a los 60 días



Figura 15.

Deshierbe del cultivo de forma manual



Figura 16.

Registro de datos de la variable altura de planta



Figura 17.

Registro de datos en el libro de campo



Figura 18.

Registro de datos de la variable diámetro del tallo



Figura 19.

Registro de datos de diámetro del repollo



Figura 20.

Registro de datos del peso del repollo



Figura 21.

Cosecha del repollo a los 90 días



Figura 22.

Comercialización del repollo a los moradores



7.4. Anexo 4. Tablas de análisis de varianza (ADEVA)

Tabla 1

Análisis de varianza a los 30 días de la variable altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	12,32	3	4,11	3,41	0,0531
Tratamiento	84,84	4	21,21	17,62	0,0001
Error	14,45	12	1,2		
Total	111,6	19			

Tabla 2

Análisis de varianza a los 60 días de la variable altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	15,57	3	5,19	0,52	0,6773
Tratamiento	461,9	4	115,47	11,54	0,0004
Error	120,04	12	10		
Total	597,51	19			

Tabla 3

Análisis de varianza a los 90 días de la variable altura de planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	28,61	3	9,54	0,88	0,4797
Tratamiento	792,95	4	198,24	18,25	<0,0001
Error	130,34	12	10,86		
Total	951,9	19			

Tabla 4*Cuadro del análisis de varianza ADEVA a los 30 días de la variable diámetro del tallo*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	1,22	3	0,41	1,43	0,2837
Tratamiento	15,68	4	3,92	13,7	0,0002
Error	3,43	12	0,29		
Total	20,33	19			

Tabla 5*Cuadro del análisis de varianza ADEVA a los 60 días de la variable diámetro del tallo*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,29	3	0,1	3,33	0,0563
Tratamiento	17,77	4	4,44	154,99	<0,0001
Error	0,34	12	0,03		
Total	18,4	19			

Tabla 6*Cuadro del análisis de varianza ADEVA a los 90 días de la variable diámetro del tallo*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,12	3	0,04	1,2	0,3514
Tratamiento	43,44	4	10,86	325,44	<0,0001
Error	0,4	12	0,03		
Total	43,96	19			

Tabla 7*Cuadro del análisis de varianza ADEVA de la variable diámetro del repollo*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,3	3	0,1	0,57	0,6438
Tratamiento	847,45	4	211,86	1207,88	<0,0001
Error	2,1	12	0,18		
Total	849,86	19			

Tabla 8*Cuadro del análisis de varianza ADEVA de la variable peso del repollo*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,11	3	0,04	0,82	0,5099
Tratamiento	17,86	4	4,46	102,33	<0,0001
Error	0,52	12	0,04		
Total	18,49	19			

Tabla 9*Cuadro del análisis de varianza ADEVA de la variable rendimiento por parcela*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repetición	0,41	3	0,14	0,29	0,8305
Tratamiento	192,39	4	48,1	103,15	<0,0001
Error	5,6	12	0,47		
Total	198,39	19			