



UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL ABREUS

“UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS “CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CENTRO UNIVERSITARIO MUNICIPAL ABREUS

Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo

Evaluación del efecto de tres posibles enmiendas de fertilización sobre los rendimientos en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross)

Autor: Robeisy Rodríguez Vega.

Tutores: MSc. Lissett Ponce Rancel.

Ing. Joan Manuel Leyva Benavides.

CIENFUEGOS, 2023

Resumen.

El estudio se desarrolló en banco de semilla gámica y botánica de la Agricultura Urbana y Suburbana, perteneciente a la UEB Integral, ubicada en el municipio de Rodas, provincia Cienfuegos, en el periodo comprendido de 20 de octubre del 2022 al 25 de marzo de 2023. La unidad experimental cuenta con un área de 8 ha, de las cuales se usaron como sede de experimentación 530 m² (0,023 ha). Dicha localidad experimental posee un tipo de suelo Ferralítico Rojo tipología 1. En el experimento se utilizaron tres fuentes orgánicas combinadas con fertilizante químico y un testigo, los cuales fueron, tratamiento 1 (Testigo), tratamiento 2 (Gallinaza más NPK (9-13-17)), tratamiento 3 (Cachaza más NPK (9-13-17)), tratamiento 4 (Estiércol vacuno más NPK (9-13-17)), evaluando su efecto sobre las variables morfológicas y el rendimiento del cultivo de la Col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross). Los resultados alcanzados en el experimento demostraron, que para las condiciones en las que se realizó el estudio, la combinación de fuentes orgánicas y químicas sobre el cultivo de la col trae excelentes resultados para el desarrollo de las variables anteriormente citadas, siendo combinación Gallinaza más NPK (9-13-17) las más eficiente.

Palabras clave: Efecto de fertilización, rendimientos, cultivo de la col.

Abstract.

The study was carried out in the seed bank and botanical garden of Urban and Suburban Agriculture, belonging to the Integral UEB, located in the municipality of Rodas, Cienfuegos province, from October 20, 2022, to March 25, 2023. The experimental unit has an area of 8 hectares, of which 530 m² (0.023 ha) were used as the experimental site. This experimental location has a Red Ferralitic soil type 1. In the experiment, three organic sources combined with chemical fertilizer and a control were used, which were treatment 1 (Control), treatment 2 (Poultry manure plus NPK (9-13-17)), treatment 3 (Sugarcane filter cake plus NPK (9-13-17)), treatment 4 (Cattle manure plus NPK (9-13-17)), evaluating their effect on morphological variables and yield of cabbage crop (*Brassica oleracea* cv. KK Cross). The results obtained in the experiment demonstrated that, under the conditions of the study, the combination of organic and chemical sources for cabbage cultivation brings excellent results for the development of the aforementioned variables, with the combination of Poultry manure plus NPK (9-13-17) being the most efficient.

Keywords: Effect of fertilization, yields, cultivation of cabbage.

Índice.

Introducción.....	1
Capítulo I: Revisión Bibliográfica.....	4
1.1. Generalidades del cultivo.....	4
1.2. Origen.....	4
1.3. Morfología del cultivo.....	4
1.4. Fenología del cultivo.....	5
1.5. Exigencias del clima y suelo.....	6
1.6. Características de la Col híbrida “KKCross”.....	7
1.7. Manejo agronómico del cultivo.....	7
1.8. Plagas y enfermedades.....	8
1.9. Fertilización.....	16
1.10. Abonos orgánicos en la agricultura.....	17
Capítulo II: Materiales y métodos.....	22
2.1. Diseño de la investigación.....	22
2.2. Evaluación del efecto de las enmiendas de fertilización sobre las variables morfológicas y productivas.....	23
2.3. Cálculo de la factibilidad económica del empleo de la alternativa orgánica en las parcelas.....	24
Capítulo III: Resultados y discusión.....	26
3.1. Control de plagas y enfermedades del cultivo de col.....	26
3.2. Efecto de las enmiendas de fertilización sobre el cultivo.....	26
3.3. Evaluación económica.....	39
Conclusiones.....	41
Recomendaciones.....	42
Bibliografía.....	

Introducción.

La col (*Brassica oleracea* L.), es una de las hortalizas más importantes en el mundo. En la antigüedad era considerada una planta digestiva, en la actualidad este cultivo tiene un alto consumo en el mundo. La col pertenece a la familia botánica *Brassicaceae*, antes conocida como *Cruciferae* (por tener flores en forma de cruz). Es una planta dicotiledónea, herbácea y bianual que generalmente se cultiva como planta anual (Acosta, 2019).

El cultivo de col es de gran importancia en la producción mundial de alimentos debido a la creciente demanda principalmente por algunos países de Asia, Alemania, y Estados Unidos (Simón, 2019). Según Atlas Big (2020), en todo el mundo se producen 71 803 269 t de col por año. China es el mayor productor de repollo del mundo con un volumen de producción de 33 881 515 t por año, seguido de la India ocupa el segundo lugar con una producción anual de 8 755 000 t.

Según Casanova (2022), la producción de verduras en Cuba ronda las 518 986 t; el cultivo de col ocupa un lugar importante en la dieta del consumidor cubano, representando el 10% (51 898 t) del volumen anual en la producción hortícola (Simón, 2019).

La col es una verdura que permiten un cultivo escalonado a lo largo del año, presentan además un gran rendimiento. Dada su riqueza en vitamina C, la col resulta muy interesante como alimento para casos de crecimiento. En general por la cantidad de vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales que contienen, proporcionando como resultado sistemas de explotación hortícola con una notable demanda respecto al uso de fertilizantes químicos (Quinchiguango, 2014).

El constante incremento del costo de los fertilizantes químicos, el alto nivel de degradación, erosión y envenenamiento que presentan los suelos, sumado a la gigantesca cantidad de desechos orgánicos que hoy se pierden o mal usan, obligan a implementar una actitud totalmente distinta a la adoptada hasta hoy y que permita cambiar esta situación pensando en el futuro (Cabrera, 2010).

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan (Sandoval, 2020).

El uso correcto de los fertilizantes es una de las más importantes herramientas para el desarrollo de la agricultura tendiente a fomentar la seguridad alimentaria y mantener la productividad del suelo. Es una responsabilidad y un desafío para ayudar a mejorar las condiciones de vida en cada región, y ayudar a mantener una agricultura sostenible (Pazmiño, 2014).

Para obtener altos rendimientos y calidad de fruto en hortalizas y específicamente tratándose del cultivo de la col, es necesario seleccionar la fecha de siembra, normas de riego, variedad más apropiada a las condiciones climáticas y enmienda de fertilización; este último, es uno de los factores de mayor relevancia que debe considerarse a la hora de establecer la siembra, por lo que el trabajo en cuestión se centra en el estudio del efecto de tres enmiendas de fertilización sobre el rendimiento del cultivo (Sandoval, 2020).

Como justificación de la investigación se toma que el proceso de fertilización, además del proceso de preparación de suelo es uno de los procesos más complejos y costosos de los sistemas de explotación agraria en general, asumir dichas formas de fertilización que respondan a sistemas asociados a la conservación del suelo y utilice la agroecología como punto de partida propiciaría la sostenibilidad de la producción, por lo que utilizar técnicas capaces de favorecer las actividades y brindar una mejora en la calidad del suelo, no reportaría solo un beneficio económico, sino que es una demanda de los sistemas agrícolas actuales.

Para la determinación de la situación problemática se toma como punto de partida las recomendaciones del Instituto de Suelos (IS), basándose en los resultados teórico-prácticos de dicha institución, los cuales brindaron en su momento las necesidades nutricionales de los suelos de la unidad productora, Banco de Semilla gámica y botánica de la Agricultura Urbana y Suburbana, UEB Integral Rodas, en función de la producción de cultivos varios. Igualmente surgieron la combinación de fertilizantes químicos y algunas fuentes orgánicas, con el fin de aumentar las propiedades físico-químicas del suelo, así como los rendimientos agrícolas.

Problema de Investigación: ¿Cuál será la combinación de fuentes orgánicas y química que proporcionen mejores rendimientos en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* cv KK Cross)?

Hipótesis: La mejor combinación de abonos orgánicos y químicos ofrecerá un aumento en el rendimiento en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* cv KK Cross)

Objetivo General: Evaluar el efecto de tres fuentes orgánicas (gallinaza, cachaza y estiércol vacuno) combinadas con fertilizante químico (NPK) sobre el aumento del rendimiento de la col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross).

Objetivos Específicos:

1. Demostrar el efecto de tres fuentes orgánicas (gallinaza, cachaza y estiércol vacuno) combinadas con fertilizante químico (NPK) sobre las variables morfológicas del cultivo de la col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross).
2. Determinar el efecto de tres fuentes orgánicas (gallinaza, cachaza y estiércol vacuno) combinadas con fertilizante químico (NPK) sobre el rendimiento de la col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross).
3. Evaluar el efecto económico de las tres enmiendas de fertilización en el cultivo de la col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross).

Novedad de la investigación

Mediante la realización de la investigación se podría demostrar la conveniencia del uso de fuentes orgánicas (gallinaza, cachaza y estiércol vacuno) combinadas con fertilizantes químicos (NPK) en el aumento del rendimiento del cultivo de la col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross). Este proceso permitiría aportar al cultivo los elementos esenciales para su desarrollo y no perjudicaría al suelo de forma irreversible, como lo hacen los modelos de explotación tradicional con el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.

Capítulo I: Revisión Bibliográfica.

1.1. Generalidades del cultivo

La col se cultiva para el aprovechamiento de las hojas que conforman la cabeza, que puede consumirse en estado fresco, cocinada de diversas formas y encurtidas. Este cultivo es alto en vitamina C, en hierro y en contenido de glucosinatos; también, ha sido probado como efectivo para el cáncer, principalmente, el pulmonar. De igual forma, se le atribuyen efectos en la reducción de colesterol sanguíneo. Cien gramos de repollo contienen 2.2 gramos de proteína, 4.1 de carbohidratos, 1.5 de fibras, 49 miligramos de Calcio 130 unidades internacionales de vitamina A y 47 miligramos de vitamina C. Esta cualidad lo hace un producto recomendable para su incorporación en la dieta familiar (InfoAgro, 2018).

1.2. Origen

Es originario específicamente de las costas del Mediterráneo y Europa Occidental, crece de manera silvestre encontrándose en lugares como Dinamarca, Inglaterra, Francia y Grecia, aunque siempre en zonas litorales y costeras, pero se desarrolla mejor en zonas de clima fresco. Fue cultivado, al parecer, por los egipcios 2,500 años a.c. y posteriormente por los griegos. En la antigüedad era considerada una planta digestiva y eliminadora de la embriaguez (Damián, 2018).

1.2.1. Clasificación taxonómica

Fornaris (2014), describe taxonómicamente al repollo de la siguiente manera:

- Reino: *Plantae*
- División: *Magnoliophyta*
- Clase: *Magnoliopsida*
- Orden: *Brassicales*
- Familia: *Brassicaceae*
- Género: *Brassica*
- Especie: *B. oleracea*

1.3. Morfología del cultivo

El sistema de raíces de la col es muy fibroso y abundante, reportando que llegan a profundidades de 1,5 m y 1,05 m de crecimiento lateral y que la mayor cantidad de raíces se encuentran a 45 cm de profundidad del suelo; en lo referente al tallo, señala que al principio del desarrollo es pequeño, grueso y no se ramifica siempre y cuando no se le quite

la dominancia apical que es donde se forma la parte comestible, cuando pasa el periodo de vernalización el tallo principal puede alcanzar alturas de 1,2 m a 1,5 m, las hojas pueden ser sésiles o con peciolo y son más anchas (60 cm de diámetro) que largas (35 cm de longitud) su forma es casi redonda a comparación de las de brócoli y de la coliflor (Bravo, et al., 2020).

Morocho (2018), manifiesta que el tallo cuando florece alcanza de 0,5 a 2 m guarnecida de hojas enteras, abrazadoras y termina en una panícula o racimo ramificado de flores generalmente amarillas, el fruto es una silicua y las semillas de color marrón a negro.

1.4. Fenología del cultivo

Fenología del cultivo Velasco (2010), señalan que la fase vegetativa es la más importante para los productores hortícolas y describen las etapas fenológicas de la siguiente manera.

Primera etapa: Se realiza entre los ocho y diez días, iniciándose con la germinación y termina cuando la plántula tiene entre cuatro y cinco hojas verdaderas, y este corresponde al momento oportuno de trasplante. Durante esta primera etapa las plantas desarrollan su sistema radical y sus primeras hojas verdaderas.

Segunda etapa: Esta se inicia del momento del trasplante hasta que tiene de seis a ocho hojas. Luego de recuperarse del estrés del trasplante, las plantas entran en un proceso de rápida ganancia de biomasa. El área foliar se incrementa rápidamente al igual que el sistema radical y el tallo de la planta.

Tercera etapa: Esta es llamada de preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de peciolo alargado y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas ya originadas, no formarán parte de la cabeza y solo algunas de las producidas durante la última etapa se doblarán ligeramente para formar una capa protectora de la cabeza.

Cuarta etapa: En esta etapa se producen hojas sin peciolo, que se superponen formando una cabeza (pella o repollo), estas crecen rápidamente, lo que permite el desarrollo de hojas más succulentas hasta que la cabeza alcanza el tamaño característico de cada cultivar. Al final de esta etapa, las hojas han formado una bola compacta que al tacto se siente firme y dura.

La fase reproductiva requiere los estímulos de bajas temperaturas, las que activan los procesos fisiológicos que culminan con la producción de uno o más tallos florales, de los cuales se origina la inflorescencia.

En clima tropical la planta tiene un ciclo de tres meses, por lo general no florece. Para el caso de este cultivo el primer ciclo de su vida corresponde a la fase vegetativa, representado por el desarrollo de raíces, hojas y tallos. Esta fase es la más importante para los productores y el único que se cumple de forma natural y tiene cuatro fases (InfoAgro, 2019).

1.5. Exigencias del clima y suelo

Clima

Hunt & Teixeira (2020), señala que el repollo se cultiva en zonas con altura que oscilan desde los 400 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 15 y 28°C, la mínima para su germinación oscila entre los 7 y 35°C, mientras que para su crecimiento debe permanecer entre los 5 y 24°C.

El repollo se cultiva en zonas con alturas que oscilan desde los 400 hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 15 y 28°C, la mínima para su germinación oscila entre los 7 y 35°C, mientras que para su crecimiento debe permanecer entre los 5 y 24°C. En la última década se han desarrollado híbridos y variedades que se adaptan a climas cálidos, es decir en un rango desde los 15 hasta 35°C, y alturas entre 100 y 500 metros sobre el nivel del mar (González, 2010).

Son plantas de gran adaptabilidad. términos generales se adaptan mejor a ambientes húmedos siendo muy sensibles a la sequía. Los requerimientos de temperatura diurna varían de 13-18°C y nocturna de 10-12°C; algunas variedades de invierno pueden resistir hasta 10°C bajo cero, mientras que la variedad primaveral-estival vegetan en buenas condiciones bajo un régimen de temperaturas altas. En las áreas tropicales se obtienen rendimientos sorpresivamente buenos, a tan pequeña altitud como 610 m.s.n.m. (Piña, 2017).

Las temperaturas altas son menos perjudiciales en caso de adecuado balance de la humedad del suelo y del aire. La influencia perjudicial de la temperatura alta (más de 30°C) es menor en las regiones donde las noches son relativamente más frescas. Además, esta influencia depende de las peculiaridades biológicas de las distintas variedades (Pérez, 2011).

Suelo

La col se adapta a casi todos los suelos de consistencia media, profunda y francos, abundante estercolado especialmente aquellos suelos de buena retención de humedad. La

reacción óptima del suelo es la ligeramente ácida hasta la ligeramente alcalina (pH alrededor de 6.0-7.5) (Caicedo, 2015).

La col se desarrolla en terrenos que no son carentes ni excesivamente provistos de acidez, debido que la planta mantiene su pH interno, que debe ser de 5.85. Esto quiere decir que la planta está provista de un sistema regulador de su pH interno; pero si el suelo contiene un alto grado de acidez, puede ser perjudicial al desarrollo, puesto que la col es sensible a pequeñas cantidades de Mn (Corrales, 2023).

Si existe escasa humedad, las hojas más viejas se ponen amarillas y se caen antes de tiempo. Una escasez de humedad durante el período de formación de los repollos significa que no podrán aprovechar completamente las posibilidades productivas de la ya formada masa floral y quedarse pequeños los repollos, tampoco soporta alta humedad del suelo, la humedad más propicia del suelo es de 80-90% de la capacidad de campo (Pazmiño, 2014).

1.6. Características de la Col híbrida “KKCross”

Es un cultivar de procedencia japonesa introducido en el país y adaptado a nuestras condiciones. Resistente a temperaturas de hasta 34 °C. El repollo es liso, achatado, de color verde amarillento, muy uniforme y demora en rajar después la maduración. En siembra directa el ciclo es de 90 días, plantada como postura puede variar desde los 55 hasta los 70 días. En el período no óptimo con un rendimiento potencial de 50 t. ha⁻¹ su potencial productivo en el periodo optimo puede llegar hacer de 75 a 85 t. ha⁻¹ (Info Agrónomo, 2021).

El repollo durante el período no óptimo, tiene un diámetro de 17,10 cm y una longitud de 14,10 cm y en su optimo pueden estar entre 20 cm y 18 cm respectivamente, con un peso promedio de 1,60 kg y 2,5 kg. Se puede sembrar directo o por trasplante (Díaz, 2019).

1.7. Manejo agronómico del cultivo

El manejo agronómico de la col es fundamental para obtener buenos resultados en su cultivo. Para empezar, es importante preparar adecuadamente el suelo, asegurándose de que esté bien drenado y con un pH óptimo para el crecimiento de la planta. Durante el crecimiento de la col, es esencial garantizar un suministro adecuado de agua, evitando tanto el exceso como la sequía. El riego regular y moderado contribuirá al desarrollo óptimo de las plantas (Ramírez, 2011).

Es importante prestar atención a las plagas y enfermedades que pueden afectar a la col. Implementar medidas preventivas, como el uso de insecticidas naturales o la eliminación manual de insectos dañinos, ayudará a mantener el cultivo libre de problemas. En cuanto a

la fertilización, se recomienda utilizar un equilibrio entre fertilizantes químicos y orgánicos. Esto permitirá proporcionar los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable de la col, sin depender únicamente de productos químicos (Quinchiguango, 2014).

1.7.1. Requerimiento de semilla

Desinfectar el suelo con cal 0,46 kg. m², aproximadamente un mes antes de la siembra, para obtener una buena cantidad de plantas sanas y con un buen desarrollo. El semillero se hace en eras de aproximadamente 1 m de ancho y se necesitan entre 320 y 350 g de semilla de repollo para producir las plántulas necesarias para sembrar una hectárea. Para esta cantidad de semilla se preparar aproximadamente 100 m² de semillero. La semilla se coloca en surcos espaciados a 20 cm y 2-3 cm entre semillas (Sandoval, 2020).

1.7.2. Trasplante

El trasplante se efectúa cuando la planta tiene entre cuatro y seis hojas verdaderas. Según las condiciones de la zona, esto puede ocurrir entre treinta y cuarenta días después de la siembra. Se realiza el trasplante en eras de aproximadamente 1 m de ancho o en surcos separados a 40 cm (Cabrera, 2010).

1.7.3. Distancia de siembra

En cuanto a las distancias de siembras más recomendadas, es de 0.60-0.80 m entre hilera y de 0.35 - 0.50 metro entre plantas. Se tiene como principio que en muchos cultivos la distancia de siembra condiciona el tamaño de las cabezas (distanciamiento amplio, cabezas grandes y viceversa)" (Aviles, 2022).

1.7.4. Riego

Se efectúa un riego profundo (sin llegar a encharcamientos) para lograr humedecer bien la cama y obtener una buena firmeza de las plantas trasplantadas. El riego diario dependerá de las condiciones ambientales, del tipo de suelo y del estado de desarrollo vegetativo del cultivo. Para tener un riego uniforme se debe revisar las presiones uniformes del sistema de riego, revisar las descargas de los goteros entre otros (Aguilar, 2016).

1.8. Plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades en la agricultura es de vital importancia para asegurar la productividad y la calidad de los cultivos. Estos organismos nocivos pueden causar grandes daños a nivel económico, ambiental y social, afectando a los agricultores, consumidores y al ecosistema en general (Vargas & Hernández, 2021).

Las plagas y enfermedades pueden reducir drásticamente la producción agrícola. Estos organismos se alimentan de los cultivos y debilitan su estructura, lo que se traduce en menor rendimiento y calidad. Además, algunas plagas pueden transmitir enfermedades a las plantas, lo que resulta en pérdidas masivas de cultivos enteros (Pérez & García, 2019).

El control de plagas y enfermedades en la agricultura es fundamental para proteger la productividad, la calidad de los cultivos, la seguridad alimentaria y el medio ambiente. La implementación de medidas de prevención, monitoreo y control adecuadas es esencial para minimizar los daños y garantizar la sostenibilidad de la actividad agrícola (Torres & González, 2021).

1.8.1. Plagas insectiles de importancia en Cuba

➤ Gusano de la col (*Ascia monuste Linnaeus*)

Distribución e importancia

Ampliamente distribuido, resulta más dañino al final de la campaña de frío (marzo-abril) pudiendo producir serias afectaciones al follaje fundamentalmente en siembras tardías (Zamora & Torres, 2022).

Morfología y biología

Presenta metamorfosis holometábola. La hembra deposita sus huevos mayoritariamente sobre el haz de las hojas. Estos son alargados en forma de balas, de color amarillo y eclosionan entre los 7 y 12 días. Las larvas, al salir del huevo, miden 1mm aproximadamente y son de color amarillo verdoso, con el tiempo adquieren un color verde claro con puntos negros y tres líneas longitudinales amarillas en el dorso (Bernal & Gómez, 2015).

La larva tarda en llegar al máximo desarrollo de 20 a 21 días, alcanzando unos 40 mm de longitud. La crisálida mide alrededor de 20 mm y es de color verdoso con protuberancias en la región dorsal. Se fija con hilos de seda en el envés de las hojas o en otros lugares. El adulto es una mariposa diurna de color blanco, con el ápice de las alas amarillentas y con manchas carmelitas oscuras sobre las mismas, las cuales extendidas miden entre 55 y 60 mm. Los adultos viven unos 6 días. Dependiendo de las temperaturas, el ciclo biológico de este insecto puede durar entre 36 y 50 días (Aguilar, 2016).

Síntomas y daños

Las larvas producen inicialmente perforaciones en las hojas en forma de agujeros irregulares, tanto en el centro como por los bordes de la hoja, de forma similar a *Plutella xylostella*. No obstante, larvas de dimensiones mayores son muy voraces y comen toda la lámina foliar, generalmente empezando por los bordes y respetando solo las nervaduras principales. En la base de las hojas y en el repollo resultan muy evidentes los excrementos de las larvas. Al introducirse las larvas en el interior de los repollos disminuyen su valor comercial y pueden servir además como vía de penetración de organismos patógenos (Sánchez & Rodríguez, 2020).

Enemigos naturales

Diadegma insularis y *Trichogramma spp.*

Medidas de control (Vargas & Hernández, 2021)

Agrotécnicas

- No hacer siembras nuevas colindantes con campos infestados de mayor edad.
- Mantener los campos y alrededores libres de malezas.
- Realizar las siembras en fecha óptima (de octubre a finales de diciembre).
- Eliminar los residuos de hospedantes de la plaga.
- La observancia de la puesta de los huevos y del nacimiento de las larvas ayuda a dirigir las aplicaciones para obtener la máxima eficacia.

Biológicas

Aplicaciones sobre la base del seguimiento poblacional de la plaga, con *Bacillus thuringiensis* (cepa 24).

Químicas

Solo cuando los medios biológicos no reduzcan las poblaciones a índices permisibles, recurrir a tratamientos con insecticidas de ingestión o contacto: cipermetrina + diazinon, diafentiuron y permetrin.

➤ **Polilla de la col (*Plutella xylostella* Linnaeus)**

Distribución e importancia

Ampliamente distribuida en todo el territorio nacional, causa graves afectaciones al producir perforaciones en los repollos, mermando su calidad e inutilizándolos para el consumo (Cruz & García, 2016).

Morfología y biología

Color verde amarillo y con la cabeza de color verde claro hasta marrón claro, presentan en el cuerpo unos pelos finos, cortos y erectos. Se alimentan en el envés de la hoja, haciendo perforaciones en la lámina, aunque bastante a menudo dejan la epidermis superior intacta, lo que constituye un daño bastante característico de esta especie. Después de 20 a 25 días, alcanzan su máximo desarrollo con unos 10 a 12 mm de longitud. La crisálida, de 7 a 9 mm de largo, también se encuentra en el envés de la hoja, protegida por un cocón de hilos de seda muy separados. La transformación en adulto se demora entre 5 y 7 días. El adulto es inquieto y de hábitos nocturnos. Es de color gris amarillento, de 7 a 9 mm de longitud y con una apertura (Cruz & García, 2016).

Presenta metamorfosis holometábola. La hembra deposita una media de 150 huevos en la superficie de las hojas, individualmente o en grupos de 2 a 6. Éstos son de color blanco amarillento y de unos 0,5 mm de largo. Al eclosionar los huevos, las larvas de primer estado penetran en el mesófilo de la hoja y se alimentan del parénquima. Estas larvas son muy pequeñas (1 a 1,5 mm) e incoloras. En la parte dorsal tiene una característica línea de color crema o carmelita claro, compuesta por 3 manchas en forma de unos “diamantes”. Su cabeza es de color rojizo con antenas finas y largas, segmentadas. La hembra vive unos 16 días y el macho 12. El ciclo biológico dura generalmente de 21 a 30 días, aunque puede ser más rápido cuando se presentan altas temperaturas (Cruz & García, 2016).

Síntomas y daños

Las larvas producen en las hojas pequeños agujeros, los cuales, al hacerse numerosos, se unen aumentando el área afectada de la hoja. Como consecuencia, el repollo pierde su calidad para el consumo. Plantas fuertemente infestadas pueden no llegar a desarrollarse lo suficiente, y en caso de ataques fuertes se puede llegar a la destrucción de la cosecha (Pérez & García, 2019).

Enemigos naturales

Diadegma insularis, *Tetrastichus sp.* y *Trichogramma sp.*

Medidas de control (Torres & González, 2021)

Agrotécnicas

- Realizar siembras de trasplante hasta el 31 de diciembre.
- Mantener las plantaciones libres de malezas.

- Eliminar inmediatamente los residuos de los campos cosechados.
- Monitoreo permanente de sus niveles poblacionales, mediante trampas, feromonas, etc.
- Evitar la colindancia de siembras nuevas con áreas en avanzado estado fonológico.

Biológicas

- Uso de *Bacillus thuringiensis* (cepa 24).
- Liberación sistemática de *Trichogramma spp.* (5 000 a 15 000 individuos. ha⁻¹).
- Productos a base de Nim.

Químicas.

Solo cuando los niveles poblacionales no se puedan reducir con medios biológicos, intervenir con: cipermetrina + diazinon, diafentiuron y permetrin.

➤ **Bibijagua (*Atta insularis* Guérin)**

Distribución e importancia

Constituye una plaga de carácter nacional. Se puede encontrar tanto en las áreas de cultivo como en los patios y jardines de las viviendas. Su ataque provoca que un alto porcentaje de las plantaciones jóvenes y de los viveros muera por insuficiencia o ausencia de área foliar. Las plantas adultas sufren ataques, pero con menor intensidad. Ataca también a otros cultivos como al ají, algodón, cacao, café, flores, fresa, frijol, girasol, kenaf, mango, maní, quimbombó, vid y yuca, entre otras (Sánchez & Rodríguez, 2020).

Morfología y biología

Presenta metamorfosis holometábola. Los adultos son hormigas de gran tamaño, con la cabeza y el tórax espinoso. En el tórax, cuyo color varía desde negro hasta pardo oscuro, se exhiben 6 espinas grandes y agudas. Las obreras, que miden entre 4 y 9 mm, constituyen el grueso de la colonia, son exclusivamente hembras y ejecutan todos los trabajos, produciendo los daños con su labor en el corte de las hojas y su transporte al bibijagüero (Hernández, 2017).

De estas se diferencian los soldados, que son los de mayor tamaño en la colonia y se distinguen de las demás por las dimensiones de la cabeza. La reina, de 2,5 cm con sus alas plegadas, tienen como única función la puesta de los huevos, de los que pone alrededor de 100 diarios cuando está en plena madurez. De ellos nacen las larvas de las obreras que son alimentadas al principio por la reina con huevos masticados (Hernández & González, 2018).

Las pupas se desarrollan dentro de las cámaras del nido localizadas bajo tierra. Los huevos incuban de 15 a 20 días con temperaturas de 25 °C, el período larval varía entre 9 y 22 días y la fase pupal dura de 11 a 15 días. Por lo tanto, la duración del ciclo de vida varía entre 35 y 57 días. Las reinas pueden vivir hasta 4 ó 5 años y las obreras 4 ó 5 meses. Contrariamente a lo que muchos creen, *A. insularis* no se alimenta directamente de las hojas, sino que las utiliza dentro del bibijagüero como un sustrato para cultivar un hongo *basidiomycete* que constituye su verdadera fuente de alimento (Sánchez & Rodríguez, 2020).

Síntomas y daños

Realiza sus daños casi siempre de noche. Las obreras cortan las hojas en forma de media luna. Cuando las plantas son de mayor tamaño, el daño solo se limita a la defoliación de las ramas superiores; sin embargo, en plantaciones de fomento pueden producir la defoliación completa de la planta. Esto provoca que la planta produzca un rebrote para reponer su follaje, el cual volverá a ser atacado por la plaga. Cuando la planta de fomento es defoliada en varias ocasiones se produce su muerte producto del agotamiento de sus reservas (Hernández, 2017).

Enemigos naturales

El sapo *Bufo peltoccephalus*.

Medidas de control (Díaz, 2019)

Agrotécnicas

- Destrucción manual y quema del nido.
- Inundación del bibijagüero.

Biológicas

Beauveria bassiana (cepa 1)

Químicas

Deltametrin, fipronilo.

1.8.2. Enfermedades de importancia en Cuba

- **Mancha de la hoja (*Alternaria brassicae* Sacc)**

Distribución e importancia

Esta enfermedad de amplia distribución causa serias afectaciones en condiciones de alta humedad, incluso la pudrición total del repollo inutilizándolo para el consumo.

Morfología y biología

El hongo permanece en la semilla y en los residuos de cosecha (o de algunas malezas susceptibles) en forma de esporas y micelios, que son la fuente primaria de infección. En la semilla puede ser ubicado externa o internamente. Se han reportado infecciones de hasta el 90 %. Temperatura y humedad son los factores reconocidos como de más influencia en el desarrollo de la enfermedad. Las condiciones óptimas para la esporulación del hongo son una humedad superior al 90% y temperaturas de 18 a 24 °C. Lluvias y rocíos abundantes durante la formación de los frutos favorecen las infecciones (Sánchez & Rodríguez, 2020).

Para que las esporas germinen y se produzca la infección se necesita presencia de agua (3 horas a 20-25 °C). La penetración se produce por las estomas. Los conidios son diseminados fácilmente por las salpicaduras de la lluvia y por el viento, y pueden producir la infección de otras plantas a grandes distancias. Las crucíferas adventicias son huéspedes de este hongo y pueden facilitar la presencia de importante inóculo para el cultivo (Sánchez & Rodríguez, 2020).

Síntomas y daños

Puede atacar en cualquier etapa de desarrollo y a cualquier parte aérea de la planta, pero es más común que comience por las hojas más viejas en la parte inferior. Se manifiesta en forma de manchas oscuras y redondeadas de unos 5 cm de ancho, con zonas concéntricas pardas y un halo de tejido clorótico. Las manchas viejas son circulares y con el tiempo se puede desprender la parte necrótica central dando aspecto de “perdigonada”. Los repollos afectados toman una aparición mohosa, perjudicando su apariencia y la calidad para el consumo (Ramírez, 2011).

Medidas de control (Aguilar, 2016)

Agrotécnicas

- Eliminación de residuos de cosecha.
- Lograr una adecuada preparación del suelo.
- Eliminación de malezas y plantas hospedantes.

Químicas.

Propineb, zineb, maneb, oxiclورو de cobre.

➤ **Pudrición negra (*Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*)**

Distribución e importancia

Está considerada la enfermedad más grave del cultivo. Puede causar grandes pérdidas en los semilleros y afectar la calidad de los repollos no haciéndolos aptos para el consumo (Simón, 2019).

Morfología y biología

El patógeno se mantiene y propaga en residuos vegetales infectos en el suelo, a través de la semilla y a través de malezas de la familia de las crucíferas. Las plantas normalmente adquieren la infección a través de la semilla o por los estomas. En plantas jóvenes, la bacteria pasa de los cotiledones a las verdaderas hojas directamente o a través de los estomas (Torres & González, 2021).

La temperatura óptima para el crecimiento del patógeno es de 25 a 30 °C. Bajo estas condiciones, los síntomas aparecen de 7 a 14 días después de la infección. A temperaturas más bajas, los síntomas se desarrollan más lentamente y pueden no manifestarse a menos de 18 a 20 °C. La diseminación del patógeno a otras plantas es generalmente a través de las lluvias, aperos de labranza, insectos, etc. La inundación de los semilleros crea condiciones ideales para la diseminación de la bacteria (Cruz & García, 2016).

Síntomas y daños

La infección se produce al germinar la semilla, afectando a los cotiledones que se tornan amarillos con bordes ennegrecidos. Si se extiende al tallo y a la raíz, la planta puede morir prematuramente. El síntoma principal en el repollo es la marchitez de las hojas y una coloración entre parda y negra en las nervaduras. Además, produce una clorosis que avanza en forma de cuña con la base hacia el nervio medio. Cuando el ataque es fuerte se producen ralladuras en la base de las hojas y se observa la defoliación de la planta afectada. Con temperaturas por debajo de las óptimas, la bacteria puede persistir en el sistema vascular de forma asintomática, lo que puede afectar a la producción de semillas que podrían estar en este caso afectadas. Las semillas infectas no muestran por lo general ningún síntoma (Sánchez & Rodríguez, 2020).

Medidas de control (Sandoval, 2020)

Agrotécnicas

- Rotación de los cultivos, no sembrar en áreas infectadas en las cosechas anteriores.
- Utilizar material vegetal libre de la enfermedad.
- Evitar los encharcamientos.
- Destruir los restos de cosechas.

Químicas

Oxicloruro de cobre y Oxido cuproso.

1.9. Fertilización

La fertilización en la agricultura es un proceso vital para asegurar un adecuado crecimiento y rendimiento de los cultivos. Consiste en la aplicación de diferentes nutrientes al suelo o a las plantas, con el objetivo de suplir cualquier déficit que puedan tener y mejorar su desarrollo. Existen diferentes tipos de fertilizantes que se emplean en la agricultura. Los más comunes son aquellos que contienen los macronutrientes esenciales para las plantas, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio. Estos nutrientes son necesarios en cantidades relativamente grandes y desempeñan un papel fundamental en el crecimiento de las plantas y en la producción de alimentos (Baquero & Tausa, 2018).

Además de los fertilizantes químicos, también existen fertilizantes orgánicos, que provienen de fuentes naturales como el estiércol animal, compost o restos de cultivos. Estos fertilizantes tienen la ventaja de mejorar la estructura y la fertilidad del suelo a largo plazo, además de proporcionar nutrientes a las plantas. La fertilización en la agricultura es un proceso fundamental para garantizar un óptimo desarrollo de los cultivos y obtener una buena producción de alimentos. Su correcta aplicación y dosificación son clave para evitar desequilibrios nutricionales y daños al medio ambiente (Aviles, 2022).

1.9.1. Mejora de la calidad del suelo agrícola

Para proteger los suelos y producir con calidad y con altos rendimientos, las medidas de cultivo deben coincidir estrechamente con las mejores prácticas de manejo del suelo adecuadas al contexto. Para los agricultores, por ejemplo, el tipo y el momento del fertilizante mineral, junto con fuentes orgánicas como residuos de cultivos, composta o estiércol son situaciones que deberán enfrentar con éxito (Hunt & Teixeira, 2020).

Minagtech (2019), explica que el hecho de realizar una efectiva combinación entre aplicaciones de fertilizantes minerales y residuos orgánicos traerá los mejores resultados. Pero la mayoría de las veces, el acceso a variedades mejoradas o las mejores prácticas

agronómicas representa un desafío para los agricultores en los países de bajos ingresos (Pérez, 2011).

1.9.2. Fertilización química

Aviles (2022), recomienda las siguientes cantidades de macronutrientes primarios en un plan de nutrición del cultivo de repollo.

- **Nitrógeno (N):** Se recomienda una dosis de 100-225 kg. ha⁻¹, el fertilizante se distribuye en una a tres aplicaciones, en banda a ambos lados del surco, antes del inicio de la formación de las cabezas. Se recomienda la utilización de dosis bajas cuando el repollo se haya plantado después de un cultivo muy fertilizado, en suelos arcillosos o cuando las condiciones ambientales propician el crecimiento acelerado del cultivo.
- **Fósforo (P):** En suelos que muestren deficiencias de este nutriente (menos de 15 ppm), se recomiendan de 225-280 kg. ha⁻¹ de P₂O₅, que se aplican al voleo y antes del rayado de las camas. En suelos medios (15-30 ppm) de 170-225 kg. ha⁻¹ aplicados de la misma manera. Para los suelos con buen contenido de fósforo (+30 ppm) se pueden utilizar fertilizaciones no mayores de 90 kg. ha⁻¹.
- **Potasio (K):** En suelos que necesiten de este nutriente, es conveniente utilizar dosis de 110-220 kg. ha⁻¹ de K₂O y la aplicación se realiza al voleo para incorporarlo al suelo antes del rayado de camas.

1.9.3. Abonos orgánicos

El abono orgánico es en realidad un término general que se refiere a cualquier material de origen animal o vegetal que pueda usarse para aportar nutrientes y mejorar la fertilidad de los suelos. Simplificándolo mucho, se puede decir que un abono orgánico es una sustancia hecha con residuos o deshechos vegetales o animales que hace nuestra tierra mejor para las plantas (Acosta, 2019).

Sin embargo, no es tan sencillo como mezclar cualquiera de estos residuos con la tierra o arrojarlos sobre ella. Los abonos orgánicos deben prepararse adecuadamente o pueden resultar perjudiciales para nuestras plantas (Terry, et al., 2006).

1.10. Abonos orgánicos en la agricultura

Los abonos orgánicos se han utilizado desde hace mucho tiempo con la intención de aumentar la fertilidad de los suelos, además de mejorar sus características en beneficio del

adecuado desarrollo de los cultivos. Hoy en día su uso es de gran importancia, pues han demostrado ser efectivos en el incremento de rendimientos y mejora de la calidad de los productos (Baquero & Tausa, 2018).

Gran número de investigaciones comprueban que la materia orgánica es un componente del suelo de gran importancia para el buen desarrollo de los cultivos. Desafortunadamente bajos ciertos esquemas de manejo, los suelos agrícolas suelen perder gradualmente su contenido de materia orgánica, lo cual se manifiesta con una disminución gradual del rendimiento con el paso de los ciclos de cultivo (Intagri, 2021).

Cuando a estos suelos se les incorpora algún tipo de material orgánico con el potencial de aportar materia orgánica al suelo la respuesta del cultivo es extraordinaria, pudiéndose lograr incrementos en el rendimiento de hasta 10 veces en algunos casos. La materia orgánica, particularmente cuando proviene de estiércoles, contiene importantes cantidades de la mayoría de los nutrimentos esenciales para las plantas (Osorio, 2022).

Los estiércoles claramente son extraordinarias opciones de abonos orgánicos por los aportes importantes de nutrimentos; sin embargo, es necesario seguir un procedimiento apropiado en su almacenamiento para evitar la pérdida de nutrimentos principalmente de nitrógeno (lixiviación o volatilización) (Mosquera, 2010).

Según Fornaris (2014), las altas explotaciones ganaderas, implican que la producción de estiércoles debe ser muy cuidadosa y en condiciones adecuadas, pues de lo contrario por anaerobiosis se puede producir metano y otros gases contaminantes y de mal olor, además de la proliferación de organismos potencialmente dañinos al hombre y a las plantas.

El contenido nutrimental de los abonos orgánicos, así como de su contenido de materia orgánica, es muy variable, ya que depende de diversos factores, por ejemplo, un estiércol de bovino depende de la especie que lo produce, edad de los animales, su eficiencia digestiva, tipo de alimentación que recibe y el manejo a que ha sido sometido el estiércol desde su recolección, maduración y almacenamiento (Minagtech, 2019).

1.10.1. Cachaza de caña y su uso como fuente orgánica

La cachaza de caña representa una fuente de energía que debe ser aprovechada en el campo, este residuo de la caña tiene un alto contenido de carbono, fósforo, calcio, nitrógeno, nutrientes valiosos para los cultivos, además es de bajo costo (Rocchia, 2020).

Tortosa (2014), muestra que, en algunos ingenios del país, se utiliza la práctica del composteo de la cachaza para su aplicación en el cultivo de la caña de azúcar, sin embargo,

la aplicación requerida de esta composta es del orden de 20 t. ha⁻¹, lo que significa altos costos de transporte y aplicación, por lo que dicha práctica no se ha extendido entre los productores de este cultivo. La cachaza es un residuo que se produce durante el proceso de producción del azúcar de caña, particularmente del proceso de clarificación del jugo.

Durante la zafra se producen miles de toneladas de cachaza, las cuales frecuentemente se consideran un desecho y una fuente de contaminación. Sin embargo, la cachaza tiene un alto contenido de carbono (fuente de energía), fósforo, nitrógeno y calcio (nutrientes esenciales para las plantas), por lo que, procesada adecuadamente, se convierte en un valioso recurso para la fertilización de cultivos y mejoramiento de suelos (Terry & Mesa, 2022).

Forero, et al. (2010), menciona que se tienen experiencias sobre el proceso de evaluación y validación, por ejemplo, cuando se enriquece la composta con los biofertilizantes, su volumen de aplicación disminuye a máximo cuatro toneladas por hectárea, teniendo rendimientos muy superiores que con la aplicación de las 20 toneladas de la composta únicamente. Esto se traduce en una disminución de los costos de aplicación, haciendo más sencillo su manejo por parte del agricultor.

1.10.2. Gallinaza y su uso como fuente orgánica

Velasco (2010), aseveró que este tipo de abono que está constituido por una mezcla de deyecciones animales con paja. La paja cumple con la función de cama. La celulosa es un componente de la cama, junto con la lignina, ceras, grasas, etc., que son sustancias complejas de descomposición lenta que liberan de forma paulatina los elementos minerales que contiene (entre estos, el más importante es el fósforo).

El mismo autor menciona que las heces están constituidas por sustancias proteicas complejas y por restos de comida no digerida. La orina contiene sustancias nitrogenadas, como la urea, el ácido úrico que, después de una rápida descomposición, son absorbidas por las plantas y la composición del estiércol depende de los animales, de la cama, de la proporción entre paja y deyecciones, de la alimentación de animales, de la fertilización realizada, del modo de fabricar el estiércol, etc (Corrales, 2023).

1.10.3. Estiércol bovino y su uso como fuente orgánica

El estiércol es el abono orgánico por excelencia debido a su alto contenido en nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del

ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas (Tortosa, 2014).

Antes de usar el estiércol como fertilizante, hay que tener en cuenta una serie de cosas. La principal de ellas es que no se puede añadir directamente a los cultivos si no que se debe aplicar un cierto tiempo antes de la plantación, el suficiente para que se produzca una degradación de la materia orgánica del estiércol. Dependiendo del cultivo, puede ser entre un mes o 15 días antes de la siembra (Sepúlveda, 2021).

Para Martínez (2005), otra cosa importante a tener en cuenta es la dosis, pues legislativamente, el máximo está establecido en 170 kg de N. ha⁻¹. Esto viene definido por la legislación debido al efecto que produce sobre contaminación de aguas por nitratos de origen agrícola. Así, se evita llegar al máximo de 50 mg. L⁻¹ de nitrato en las aguas superficiales o subterráneas, ya que valores mayores producen graves problemas de salud pública.

Para saber qué dosis podemos aplicar, lo mejor es saber la dosis agronómica. Es el balance entre el nitrógeno que extrae el cultivo durante su ciclo y el nitrógeno que hay en el suelo en forma inorgánica o en el humus y el que se aplica en el agua de riego. Para igualar el balance, añadiremos el nitrógeno con el fertilizante que en nuestro caso es estiércol (InfoAgro, 2019).

Cuando se aplica el estiércol al terreno no todos los nutrientes son asimilables inmediatamente por las plantas. El P y el K se encuentran retenidos y sólo tras su liberación pueden ser asimilados. Para el caso del nitrógeno el proceso es más complejo (Rodríguez, et al., 2012).

Las plantas sólo pueden utilizar aquel nitrógeno que se encuentra en forma mineral, y dado que el estiércol contiene nitrógeno tanto en forma mineral como orgánica, no podrá ser utilizado por los cultivos en su totalidad inmediatamente, sino que habrá que esperar a que se mineralice la fracción orgánica para que las plantas puedan asimilarlo (Martínez, 2005).

Como la mineralización es un proceso continuo que se produce durante todo el año y como los cultivos sólo utilizan el nitrógeno mineral en las épocas de producción, aquel nitrógeno que se mineralice fuera de los períodos en los que puede ser aprovechado por las plantas sufrirá pérdidas (Tortosa, 2013).

La eficiencia de utilización del nitrógeno depende también del tipo de cultivo, ya que, en función de la duración de su período de crecimiento, el tiempo en el cual se puede

aprovechar el nitrógeno mineralizado será mayor o menor. Por consiguiente, las posibles pérdidas serán mayores en caso de cultivos que permanezcan poco tiempo sobre el terreno. Pero es la época de aplicación la que afecta en mayor medida a la eficiencia de utilización del nitrógeno. Ello es debido a que, si la aplicación es en el momento en que las plantas están creciendo, el nitrógeno presente en forma mineral puede ser utilizado inmediatamente. (Tortosa, 2014).



Capítulo II: Materiales y métodos.

2.1. Diseño de la investigación

El estudio se desarrolló en el Banco de semilla gámica y botánica de la Agricultura Urbana y Suburbana (Anexo 1), perteneciente a la UEB Integral Agropecuaria y Urbana Rodas, ubicada en la provincia Cienfuegos, en el periodo comprendido de 20 de octubre del 2022 al 25 de marzo de 2023.

El área experimental está ubicada en área suburbana del municipio Rodas. La misma cuenta con un área de 8 ha, de las cuales se usaron como sede de experimentación 530 m² (0,023 ha) (Anexo 2). Dicha localidad experimental posee un tipo de suelo Ferralítico Rojo tipología 1 (Hernández, et al., 2019).

En el experimento se utilizaron tres fuentes orgánicas y un testigo. Se empleó un diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos y tres réplicas (Figura 1), las cuales fueron ordenadas como:

- Tratamiento 1 (T1): Testigo.
- Tratamiento 2 (T2): Gallinaza más NPK (9-13-17)
- Tratamiento 3 (T3): Cachaza más NPK (9-13-17)
- Tratamiento 4 (T4): Estiércol vacuno más NPK (9-13-17)

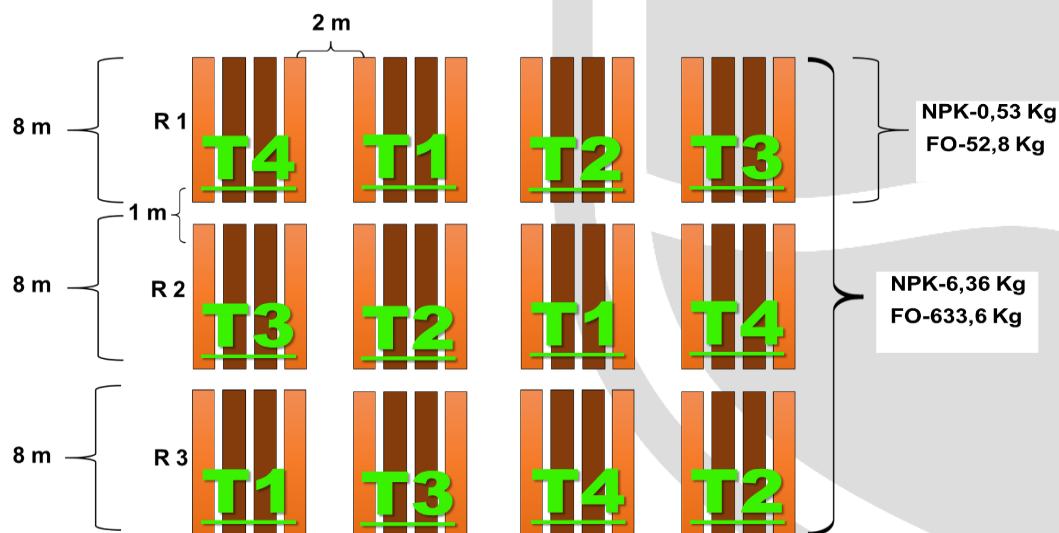


Figura 1. Diseño experimental. **Fuente.** Elaboración propia.

Para la siembra del cultivo se utilizarán canteros de 8 m de largos por 0.90 m ancho con una aplicación de diferentes sustratos en el fondo de los mismos, con el objetivo de

determinar su rendimiento a partir de estas alternativas de fertilización en condiciones ambientales a campo abierto.

La materia orgánica se aplicó a razón de 15 t. ha⁻¹ combinado con 0,15 t. ha⁻¹ de fertilizante químico NPK (9-13-17) en el fondo del surco (MINAG, 2008). Las posturas se plantaron a una distancia de 0,90 x 0,40 m (Anexo 3) para la época de siembra de óptima y la tecnología para la realización de las actividades de campo se desarrolló según lo establecido en el Instructivo Técnico de la Col (Info Agrónomo, 2021).

Tipo de investigación

Se desarrolló una investigación del tipo experimental, se utilizaron tres fuentes orgánicas y un testigo. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro variantes y tres réplicas, para los resultados obtenidos en las evaluaciones, se aplicaron los análisis estadísticos ANOVA y comparación de medias por la prueba de comparación múltiple de Tukey con una probabilidad de error del 5%, ($P \leq 0,05$). Previamente se comprobó la homogeneidad de varianza por la prueba de Levene's. Para todos los análisis utilizados fue empleado el paquete estadístico STATGRAPHICS Centurion XVIII para Windows.

2.2. Evaluación del efecto de las enmiendas de fertilización sobre las variables morfológicas y productivas

1. **Altura de la planta (cm):** Para ello se midió desde la base hasta la punta del ápice, a partir de los 15 días de la plantación y hasta 5 días antes de la cosecha, con un intervalo de tiempo quincenal.
2. **Diámetro de la base del tallo (cm):** Se determinó con un pie de rey el diámetro de la raíz en la base al momento de la cosecha.
3. **Longitud de la raíz (cm):** Se tomaron las medidas con una cinta métrica desde la base al ápice radical al momento de la cosecha.
4. **Diámetro de repollo (cm):** Se midió con una cinta métrica de un extremo al otro de manera horizontal al momento de la cosecha.
5. **Longitud del repollo (cm):** Se determinó con una cinta métrica de un extremo al otro de manera vertical registrando la longitud al momento de la cosecha.
6. **Peso del repollo (kg):** Se pesaron 30 repollos durante el experimento, para luego obtener el peso del total obtenido en los tratamientos del estudio.
7. **Rendimiento (t. ha⁻¹):** Se estimó en los tratamientos estudiados para la investigación.

Finalizada la etapa de crecimiento del cultivo se realizó la cosecha de forma manual para los cuatro tratamientos, las variables productivas (Anexo 4) se calcularon en el propio cantero, por tratamiento y por réplica.

2.3. Cálculo de la factibilidad económica del empleo de la alternativa orgánica en las parcelas

Para realizar el cálculo de la factibilidad económica se tuvieron en cuenta los principales elementos de gastos directos e indirectos incurridos en el proceso productivo, utilizando la información contenida en la Carta tecnológica para la producción de col, contemplada en la Actualización de las Fichas de Costo emitida por el MINAG (2016), avalada por la Dirección de Contabilidad y Finanzas. Se determinó el costo de producción e ingresos dados por el valor de la producción en cada tratamiento del experimento.

Se determinó según la fórmula propuesta por Rodrigues (2023).

$$In = Vp - Cp$$

Dónde.

- **Ingreso bruto o Valor de la producción (Vp):** Es la expresión monetaria de los ingresos que se alcanzaron a través de la obtención de productos valorados a precios establecidos y tienen su origen por las ventas de las producciones, mediante la fórmula (Producción x Precio).
- **Egreso o Costo de producción (Cp):** Sumatoria de los gastos incurridos durante el proceso productivo de una hectárea y se estimaron los rubros gastables como gastos de materiales, financieros y otros que se consumen en el proceso de producción.
- **Ingreso Neto o Utilidad Económica (In):** Es la expresión de los beneficios monetarios alcanzados en el proceso de producción y se determina mediante la resta entre el valor de la producción y el costo total de la producción, para determinar eficiencia el resultado debe ser positivo.

Para el cálculo de la relación beneficio-costos y la rentabilidad se utilizarán las fórmulas propuestas por Torres (2022) y Rodrigues (2023).

$$\text{Relación Beneficio/Costo} = (In/Cp)$$

$$\text{Rentabilidad} = (In/Vp) \times 100$$

Aporte Científico: Estandarización de una nueva forma de fertilización que podría permitir el aumento de las producciones de forma altamente notoria, mediante el uso combinado de fertilizantes.

Aporte Ambiental: Toda política relacionada con el incremento de la producción de hortícola trae consigo una repercusión ambiental importante. Asimismo, se contribuye a la protección y conservación de los escenarios ecológicamente frágiles mediante la protección de suelos y manejo de cultivos adecuados.

Capítulo III: Resultados y discusión.

3.1. Control de plagas y enfermedades del cultivo de col

El manejo fitosanitario desempeña un papel crucial en la producción agrícola, ya que busca prevenir y controlar las enfermedades y plagas que afectan a los cultivos. La col, al igual que otros cultivos, enfrenta constantes desafíos fitosanitarios que pueden comprometer su producción y calidad. Las enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, así como las plagas de insectos y ácaros, representan amenazas significativas para la estabilidad del rendimiento y la rentabilidad de los agricultores (Pérez & García, 2019).

Para conocer el comportamiento de plagas en la variedad evaluada, se empleó el método de muestreo de campo observando 10 plantas en 10 puntos por parcela en estudio, en la etapa de desarrollo vegetativo del cultivo, según metodología de señalización Instituto de Sanidad Vegetal (INISAV, 2011). Los resultados obtenidos en los muestreos, permitieron afirmar que existieron afectaciones menores por Gusano de la col (*Ascia monuste*) (Anexo 5), por lo que fue necesario la aplicación de Cypermctrina, en dosis de 250 cm³. ha⁻¹ a los 30 días después del trasplante del cultivo.

El muestreo fitosanitario llevado a cabo permitió identificar la presencia de afectaciones en una de las parcelas debido a la presencia de Bibijagua (*Atta insularis*), un insecto desfoliador (Anexo 6). Este insecto fue localizado a una distancia de 4 metros del cultivo y logró afectar cinco plantas en total. En dos de estas plantas, causó daños graves, mientras que en las otras tres plantas los daños fueron parciales.

Para controlar la presencia del insecto, se implementaron medidas de control manual, que incluyeron la quema del nido encontrado y su posterior inundación. Estas medidas fueron llevadas a cabo con el objetivo de minimizar los efectos negativos del insecto desfoliador en el cultivo.

3.2. Efecto de las enmiendas de fertilización sobre el cultivo

La fertilización de los cultivos es un aspecto fundamental para maximizar la productividad agrícola y garantizar el suministro de nutrientes necesarios para un crecimiento óptimo de las plantas. En este contexto, la combinación de abonos orgánicos y químicos ha surgido como una estrategia prometedora en la agricultura moderna, buscando aprovechar los beneficios de ambos tipos de fertilizantes.

La col (*Brassica oleracea*) es un cultivo ampliamente cultivado en muchas partes del mundo debido a su valor nutricional y su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. Sin

embargo, su rendimiento y calidad pueden verse afectados por la falta o desequilibrio de nutrientes en el suelo.

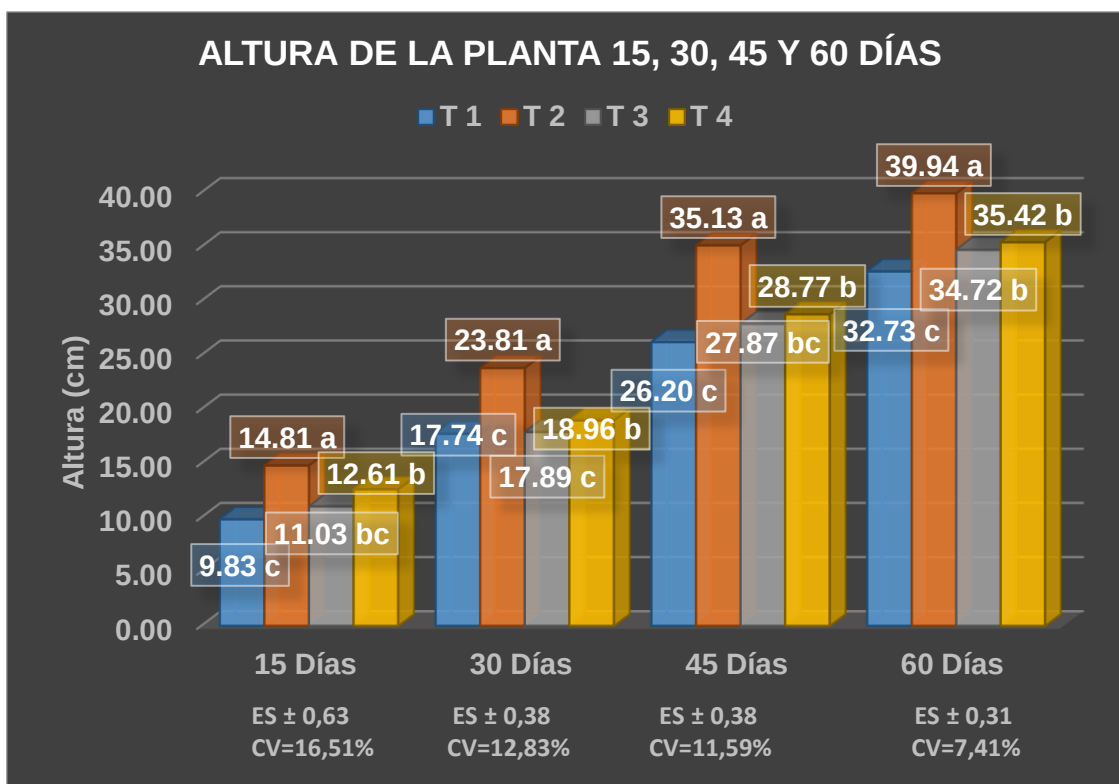
El objetivo principal de este estudio es evaluar y analizar los efectos de la combinación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la col, en términos de su impacto en el crecimiento vegetal y el rendimiento de cosecha. La combinación de abonos orgánicos y químicos tiene como objetivo aprovechar las ventajas de ambos tipos de fertilizantes, buscando una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes y una menor dependencia de los insumos químicos de síntesis. Además, esta práctica puede contribuir a la mejora de la salud del suelo y la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola.

A través de este estudio, se busca proporcionar evidencia científica sobre los efectos de la combinación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la col, así como generar recomendaciones prácticas que puedan ser aplicadas por agricultores y técnicos agrícolas. Se espera que los resultados y discusiones presentados en este capítulo contribuyan al desarrollo de estrategias de fertilización más eficientes y sostenibles para la producción de la col.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos en relación a la combinación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la col, así como las discusiones correspondientes. Se abordarán aspectos como el crecimiento vegetal, el rendimiento de cosecha y la sostenibilidad económica a corto plazo.

Altura de la planta

En el contexto del análisis comparativo de la altura de las plantas en el cultivo de col sometido a diferentes tratamientos de fertilización, los resultados obtenidos demuestran de manera sólida que el tratamiento T2, que consiste en la combinación de gallinaza y fertilizante NPK 9-13-17, ha mostrado una mayor eficacia en todos los intervalos de tiempo evaluados. El tratamiento T2 exhibió notoriamente una mayor altura promedio en comparación con los otros tratamientos. Esto indica que la combinación de gallinaza y fertilizante NPK 9-13-17 tuvo un impacto positivo en el crecimiento de las plantas de col a lo largo del ciclo de cultivo. Este hallazgo sugiere que la combinación de la gallinaza y el fertilizante NPK 9-13-17 puede ser una estrategia prometedora para mejorar el crecimiento de las plantas de col.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Altura de la planta. **Fuente.** Elaboración propia.

La evaluación realizada a los 15 días revela que el tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) se posiciona como el tratamiento más efectivo, evidenciando diferencias estadísticas significativas en comparación con los demás tratamientos, según el test de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Los tratamientos T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17), T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) y T1 (Testigo), en ese orden, siguieron al tratamiento T2. Cabe destacar que no se observaron diferencias significativas entre el tratamiento T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) y los tratamientos T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17) y T1 (Testigo).

Los resultados en la investigación superan a los obtenidos por Pazmiño (2014), donde se plantea que en altura de planta a los 15 días ubicándose Abono (N-P-K)+Compost en una dosis de 12 t. ha⁻¹, estrategia aplicar 100% como abonamiento de fondo y una dosis 12 t. ha⁻¹, aplicando fraccionando 50% como abonamiento de fondo y 50% en corona alrededor del tallo con un ligero aporque, las medidas se encontraron entre 10,53 cm y 9,28 cm. Incluso inferiores a 8 cm en la aplicación de Abono(N-P-K)+Humus a razón de 12 t. ha⁻¹ 100% en el fondo del surco y fraccionado como abonamiento de fondo y 50% en corona alrededor del tallo con un ligero aporque.

Los resultados plateados a para los 15 días posteriores al trasplante concuerdan con los obtenidos por Corrales (2023), donde plantean que la tasa de crecimiento de las plantas de col fue más evidentes en las evaluaciones hechas a los 15 días después del trasplante, observándose una mayor tasa de crecimiento en el tratamiento que recibió una combinación de Azotobacter + NPK (120-60-60) creciendo las plantas 14.6 cm respecto a la medida precedente, mientras las plantas que recibieron Azotobacter solo o el Fertilizante inorgánico solo incrementaron entre 8.0 cm y 12,5 cm.

El análisis de la altura a los 30 días evidencia resultados consistentes, donde el tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) se destaca como el más eficiente, seguido por el tratamiento T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17). Por otro lado, se observa que los tratamientos T1 (Testigo) y T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) muestran una menor eficiencia. Sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T1 y T3 en relación a la altura en este período evaluado.

Según Caicedo (2015), en una evaluación realizada a la planta a los 30 días después de la siembra, presentó mayor promedio cuando se aplicó gallinaza en dosis de 15 t. ha⁻¹ (18,67 cm). Las menores alturas se evidenciaron cuando se aplicó estiércol bobino a razón de 15 t. ha⁻¹ (17,0 cm) y Humus de lombriz a razón de 15 t. ha⁻¹ (16,47 cm).

De igual modo Corrales (2023), plantea la variación entre los tratamientos respecto a la altura a los 30 días del trasplante fue menor, oscilando entre 19.4 y 21.4 cm en los tratamientos con Fertilizante inorgánico solo y Azotobacter + NPK (120-60-60) respectivamente.

El análisis a los 45 días revela que el tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) se destaca como el más efectivo en términos de la variable en estudio, mostrando diferencias estadísticamente significativas con respecto a los demás tratamientos. Le sigue en eficacia el tratamiento T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17), seguido por los tratamientos T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) y T1 (Testigo), respectivamente. Es importante destacar que el tratamiento T3 no presenta diferencias significativas en comparación con los tratamientos T4 y T1. Esta información respalda la superioridad del tratamiento T2 en cuanto a la variable evaluada a los 45 días.

Sepúlveda (2021), describe los cambios morfológicos más evidentes de las plantas en su ensayo, destacando un mejor desempeño del tratamiento organomineral para las variables diámetro y altura, con valores de 18.65 cm y 35.35 cm, respectivamente, lo que sugiere que

la combinación de fuentes orgánicas y minerales, favorece el crecimiento dados por los beneficios a nivel de suelo y rizosfera.

Según Cabrera (2010), a los 45 días después del trasplante se encontró que el testigo alcanzó una altura promedio de 25cm, siendo superados por los tratamientos en los que se utilizó abonos orgánicos gallinaza, compost y compost con Microorganismos Eficientes incorporados, con promedios de 33,21cm, 29,54 cm, 31,10 cm respectivamente. Lo que indica que la aportación de nutrientes al suelo ayuda a mejorar las condiciones del cultivo, dando como resultado plantas más vigorosas con mejores características agronómicas y de mayor altura.

En el análisis realizado a los 60 días, se confirma que el tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) continúa siendo el más efectivo en cuanto a los resultados obtenidos. Le sigue en eficacia el tratamiento T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17), y luego el tratamiento T3 (Cachaza más NPK 9-13-17). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T4 y T3 en este período de tiempo. Sin embargo, el tratamiento T1 (Testigo) mostró ser el menos eficiente en comparación con los demás tratamientos evaluados. Estos resultados refuerzan la superioridad del tratamiento T2 y sugieren que el uso de gallinaza en combinación con NPK 9-13-17 es una estrategia efectiva para mejorar los resultados en la variable de estudio durante los 60 días de observación.

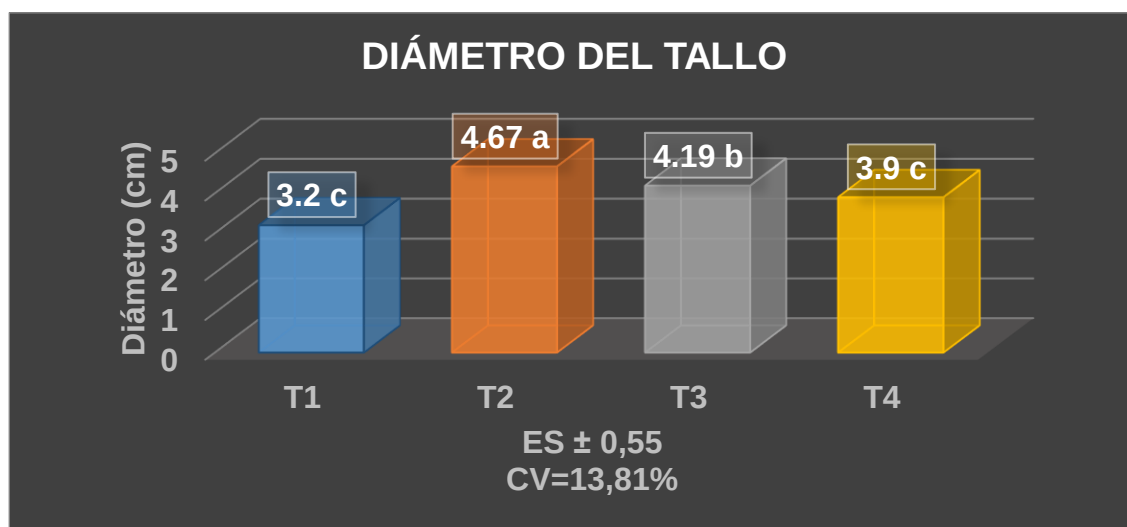
Aguilar (2016), plantea que la dosis alta de abonos foliares con un 75% de nitrógeno obtuvo el mayor promedio con 48,09 cm, seguida por la dosis al 50% con una altura promedio de 46,8 cm, en tercer lugar, la dosis al 25% con una altura promedio de 43,22 cm.

Resultados similares fueron obtenidos por Corrales (2023), quienes observaron que el uso de fertilizantes NPK junto con los biofertilizantes tuvieron un efecto significativo en el crecimiento, el rendimiento y las características cualitativas de la col. Estos autores demostraron que la longitud varió de 13,20 cm en 15 días a 45,47 cm al momento de la cosecha.

Diámetro del tallo

Se observó una diferencia estadísticamente significativa en la variable diámetro del tallo entre los diferentes tratamientos evaluados. El tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) mostró un diámetro del tallo significativamente mayor en comparación con los demás tratamientos. El siguiente tratamiento con un diámetro del tallo más alto fue el T3 (Cachaza más NPK 9-13-17), seguido por los tratamientos T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17) y

T1 (Testigo). Estos resultados respaldan la superioridad del tratamiento T2 en términos de promover un mayor desarrollo del tallo en comparación con los otros tratamientos evaluados.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 3. Diámetro del tallo. **Fuente.** Elaboración propia.

En un estudio realizado por Caicedo (2015), se evaluó el efecto de diferentes tipos de abonos orgánicos en el crecimiento de repollos en la zona de Babahoyo. Uno de los tratamientos consistió en la aplicación de Gallinaza a una tasa de 15 t. ha⁻¹, mientras que otros tratamientos utilizaron Estiércol bovino y Humus como fuentes orgánicas. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento con Gallinaza a 15 t. ha⁻¹ resultó en un mayor diámetro promedio de los tallos, con una medida de 3,75 cm, lo que indica que la Gallinaza tuvo un impacto significativo en el crecimiento en comparación con otras fuentes orgánicas.

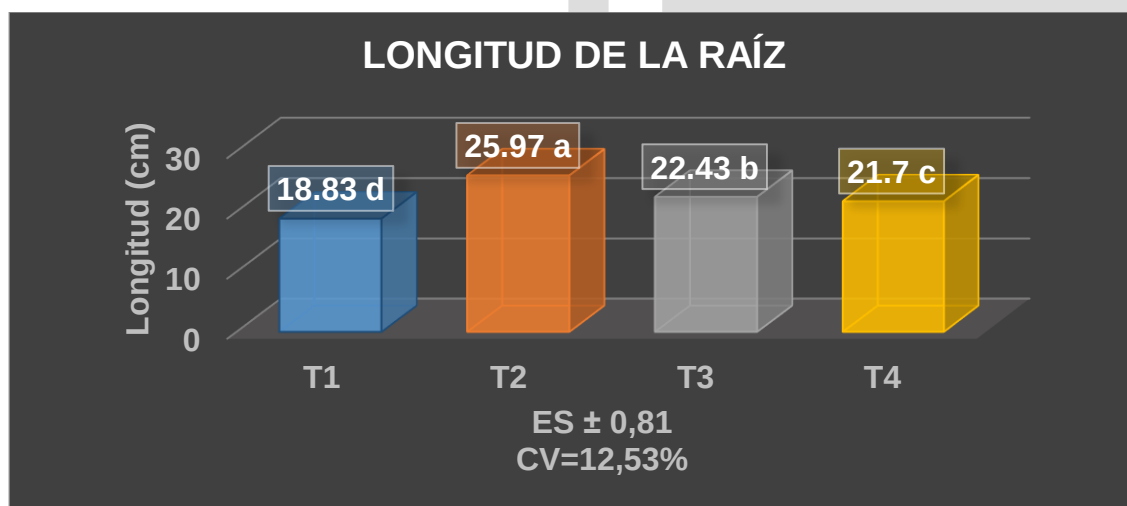
Por otro lado, el testigo sin aplicación de enmiendas mostró un menor valor, con un diámetro promedio de 2,48 cm. Esto sugiere que la falta de abono orgánico tuvo un efecto negativo en el crecimiento. Estos hallazgos respaldan la importancia de utilizar abonos orgánicos en la producción de repollos, especialmente la Gallinaza, debido a su capacidad para mejorar el diámetro y, posiblemente, la calidad de los cultivos (Caicedo, 2015).

Díaz (2019), evaluó las características productivas y de desarrollo de varias variedades de col. Se observó que la variedad KK-Cross fue la más destacada en términos de diámetro promedio del tallo, siendo difícil para otras variedades alcanzar los mismos parámetros

productivos y de desarrollo. Sin embargo, se encontró que la variedad Col quintalera presentó un resultado cercano con un promedio de 3,77 cm de diámetro del tallo, superando a las variedades Col crespa y Corazón de buey, que registraron promedios de 3,32 cm y 3,08 cm, respectivamente.

Longitud de la raíz

Se encontraron diferencias significativas en la longitud de la raíz entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) mostró los mejores resultados, con una longitud de raíz significativamente mayor en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) también presentó una longitud de raíz considerablemente alta. Por otro lado, los tratamientos T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17) y T1 (Testigo) obtuvieron resultados inferiores en términos de longitud de raíz. Estos hallazgos sugieren que el uso de Gallinaza junto con el fertilizante NPK 9-13-17 tiene un efecto positivo en el crecimiento de las raíces de las plantas, seguido por el uso de Cachaza con NPK 9-13-17. En contraste, el tratamiento Testigo mostró una menor eficiencia en términos de promover un mayor desarrollo de las raíces.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 4. Longitud de la raíz. **Fuente.** Elaboración propia.

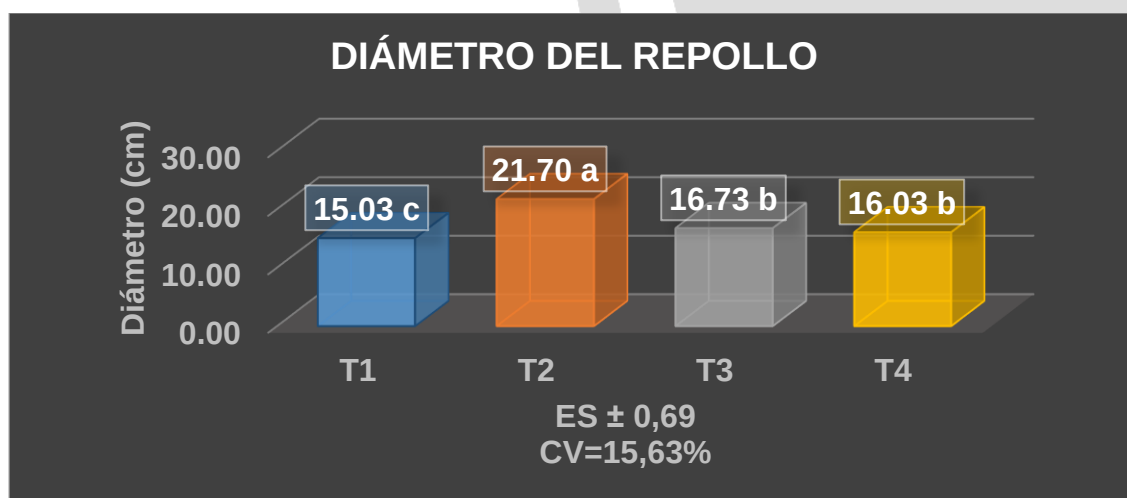
Según lo planteado por Pazmiño (2014), se realizó un estudio en el cual se evaluó el efecto de distintos tipos de abono y estrategias de aplicación en la longitud radicular de cierta planta en el momento de la cosecha. Se encontró que la aplicación de Abono (N-P-K) + Humus con una dosis de 12 t. ha⁻¹, utilizando la estrategia de aplicar el 100% como

abonamiento de fondo, resultó en un aumento significativo en la longitud radicular. Los resultados mostraron medias entre 39,60 cm para esta condición.

Por otro lado, se utilizó el Abono (N-P-K) + Compost también con una dosis de 12 t. ha⁻¹, pero en este caso, se aplicó fraccionando el 50% como abonamiento de fondo y el 50% alrededor del tallo con un ligerísimo aporque. Esta estrategia también demostró un aumento en la longitud radicular, con medias entre 33,65 cm. En contraste, las plantas que no recibieron ningún tipo de abonamiento (grupo control) presentaron las menores longitudes radiculares, con medias entre 15,37 cm y 18,24 cm. Estos resultados indican claramente la influencia positiva de los diferentes tipos de abono y estrategias de aplicación en el desarrollo y crecimiento de las raíces de la planta (Pazmiño, 2014).

Diámetro del repollo

Se observaron diferencias significativas en el diámetro del repollo entre los diferentes tratamientos evaluados. El tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) resultó en los mejores resultados, mostrando un diámetro de repollo significativamente mayor en comparación con los demás tratamientos. Los tratamientos T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) y T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17) también presentaron diámetros de repollo considerablemente altos, aunque no se encontraron diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, el tratamiento T1 (Testigo) mostró una menor eficiencia en términos de promover un mayor diámetro de repollo. Estos hallazgos sugieren que la adición de Gallinaza junto con el fertilizante NPK 9-13-17 tiene un efecto positivo en el crecimiento del diámetro del repollo, seguido por la combinación de Cachaza con NPK 9-13-17. En contraste, el tratamiento Testigo resultó menos beneficioso para el desarrollo del diámetro del repollo.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 5. Diámetro del repollo. **Fuente.** Elaboración propia.

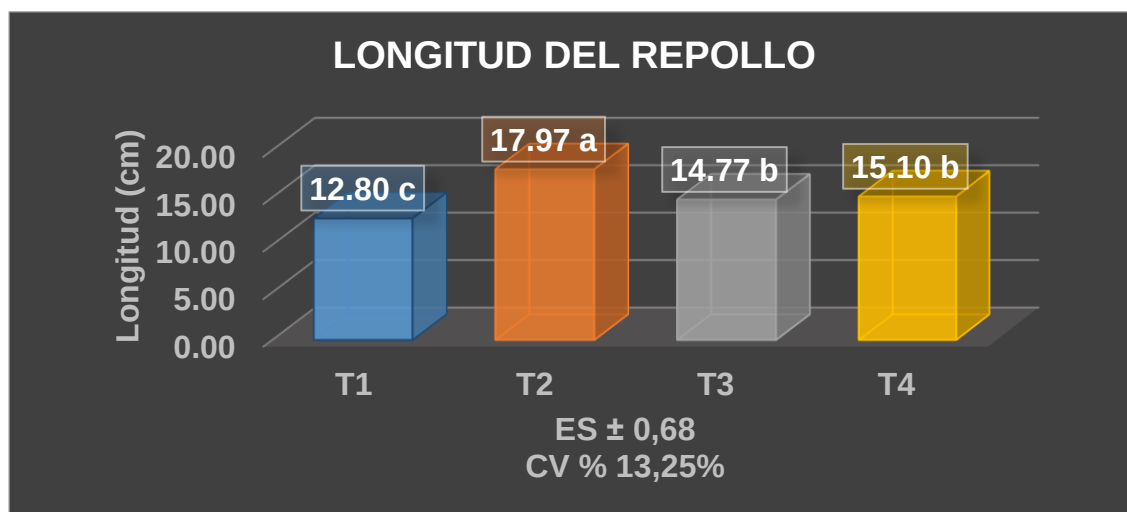
Díaz (2019), asegura que para promedios del diámetro de la cabeza (cm) por tratamiento, se observó que la variedad KK-Cross fue la más destacada (26,1 cm), siendo difícil para otras variedades alcanzar los mismos parámetros productivos y de desarrollo, se muestra que la Col quintalera obtuvo resultados similares con 19.73 cm de diámetro de la cabeza y la cual superó la variedad Corazón de buey y Col crespita quienes arrojaron promedios de 18.33 y 19.55 cm de diámetro respectivamente. Los resultados de esta investigación muestran que la variedad KK-Cross tiene un diámetro de cabeza significativamente mayor que las otras dos variedades evaluadas. Esta diferencia es notable, ya que representa un aumento de casi 2 cm en el diámetro de la cabeza.

Según lo señalado por Cabrera (2010), donde se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de distintos tratamientos en el diámetro del repollo; muestra que, de los tratamientos evaluados, la aplicación de Gallinaza con una dosis de 12 t. ha⁻¹ resultó en el mayor valor de diámetro del repollo, alcanzando los 25.58 cm. Por otro lado, el tratamiento Testigo, donde no se realizó ninguna aplicación, presentó el menor valor de diámetro, siendo de 21.30 cm.

Estos resultados indican que la aplicación de gallinaza en la dosis mencionada tuvo un impacto significativo en el desarrollo y crecimiento de las plantas, específicamente en el aumento del diámetro del repollo. El diámetro es una medida importante en la producción agrícola, ya que está relacionado con el rendimiento y la calidad del producto (Cabrera, 2010).

Longitud del repollo

En este estudio se evaluó el efecto de diferentes tratamientos en la altura del repollo. Se encontró que el tratamiento T2 (Gallinaza más NPK 9-13-17) resultó en la mayor altura, seguido por los tratamientos T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) y T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17). Estos tres tratamientos mostraron resultados significativamente mejores que el tratamiento T1 (testigo sin adiciones de nutrientes). Estos hallazgos resaltan la importancia de agregar nutrientes adecuados para promover un crecimiento óptimo en el cultivo de repollo.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 6. Longitud del repollo. **Fuente.** Elaboración propia.

Según Aviles (2022), en un estudio sobre el efecto de diferentes tratamientos de fertilización en el cultivo de pepino, se encontró que la combinación de fertilización química (NPK 60-40-120) junto con la aplicación de gallinaza, resultó en frutos de mayor longitud, con un promedio de 23.63 cm. Este tratamiento se diferenció significativamente del resto de los tratamientos evaluados. En segundo lugar, se observó que la aplicación de fertilización química (NPK 60-40-120) y la combinación con gallinaza-compost generaron longitudes promedio de 21.63 cm y 21.03 cm, respectivamente, lo cual representó una disminución en la longitud del fruto de aproximadamente un 10% a un 15% en comparación con el tratamiento destacado previamente.

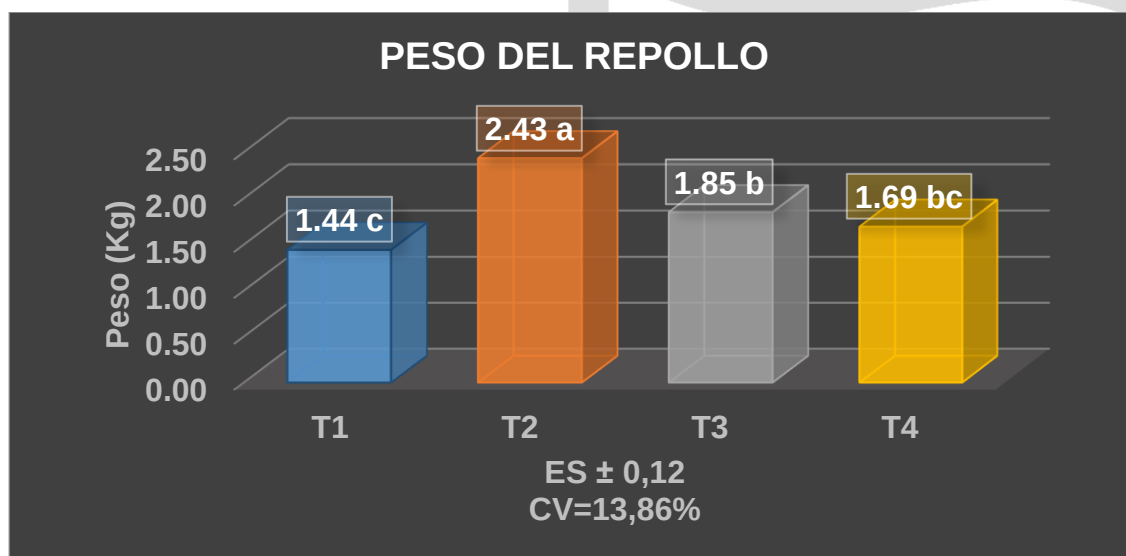
Este hallazgo resalta la importancia de considerar la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos en los cultivos, en particular la utilización de gallinaza. La gallinaza, es una fuente rica en nutrientes, estos nutrientes son esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas. Además, puede mejorar la estructura del suelo y promover la retención de humedad. En cuanto a la fertilización química, el uso de un fertilizante NPK con una proporción de 60-40-120 proporciona una combinación equilibrada de nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales son elementos clave para el crecimiento y rendimiento de todos los cultivos (Aviles, 2022).

Díaz (2019), explica que los resultados obtenidos en su investigación relacionados con la longitud del repollo se debe a la aplicación de materia orgánica (gallinaza), esto debido al mejoramiento de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo, la textura y estructura,

la retención y disponibilidad del agua disponible, entre otros beneficios, ya que existen dos fases la humidificación y la mineralización durante la cual los microorganismos del suelo actúan sobre la materia orgánica desde el momento en que se la entierra, razones que sustentan sus efectos en la longitud.

Peso del repollo

En este estudio, se evaluaron diferentes tratamientos nutricionales para determinar su impacto en el peso del cultivo. Los resultados revelaron que el tratamiento T2, que consistió en la aplicación de gallinaza junto con un fertilizante NPK de composición 9-13-17, obtuvo los mejores resultados en términos de peso. Los tratamientos T3 (Cachaza más NPK 9-13-17) y T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17) también produjeron mejoras significativas en el peso, sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. Por otro lado, los tratamientos T1 (testigo) y T4 (Estiércol vacuno más NPK 9-13-17) mostraron resultados comparables.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 7. Peso del repollo. **Fuente.** Elaboración propia.

Hernández (2017), plantea que en el maíz el mayor peso de los frutos se obtuvo una de variación del 25% a 45% en comparación con las otras dos alternativas, por lo que indica que el mejor tratamiento fue el Fertilizante Mineral + Humus con un peso promedio de 323.19 g, seguido por otra parte el Fertilizante mineral arrojó un valor de 242.37 g y el Humus de lombriz tuvo un promedio muy bajo de 188.13 g.

Caicedo (2015), afirma que el mayor peso de los repollos se reportó en con la aplicación de Gallinaza en dosis de 15 t. ha⁻¹ (0,64 Kg) y Humus de lombriz 15 t. ha⁻¹ (0,57 Kg), los cuales

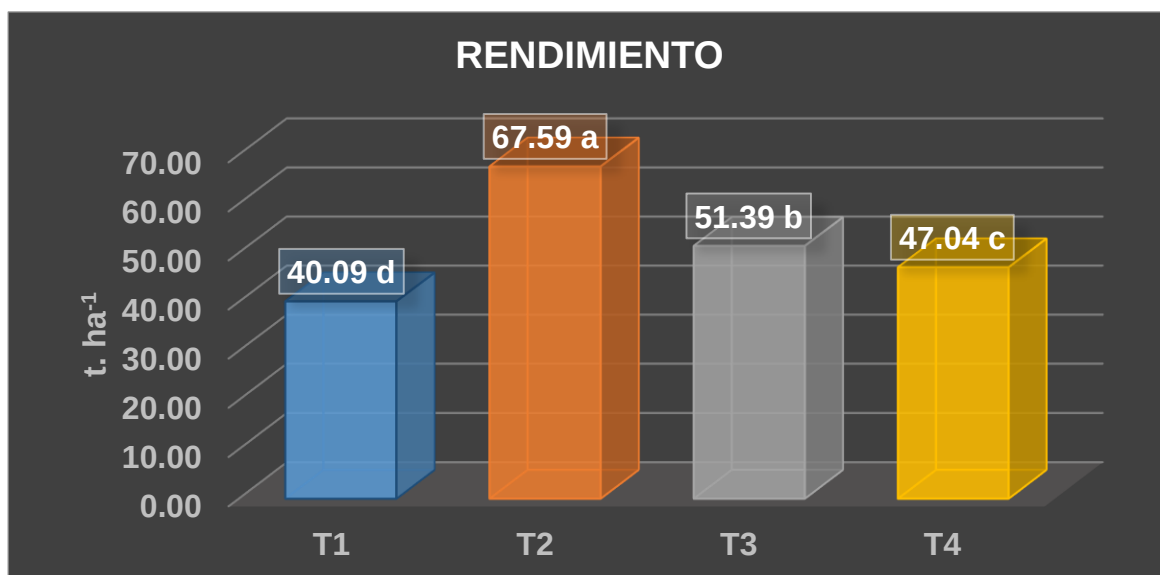
fueron superiores estadísticamente a los otros tratamientos. El testigo sin tratamiento (0,31 Kg), presentó el promedio más bajo.

En el estudio realizado por Díaz (2019), se investigó el efecto de la fertilización química y orgánica en la respuesta del repollo, específicamente en términos de peso y perímetro. La investigación se centró en la incorporación de elementos mayores, como nitrógeno, fósforo y potasio (N.P.K), así como en fertilizantes foliares. Estas elecciones se realizaron teniendo en cuenta la adaptabilidad de la zona de estudio, que presentaba un clima caluroso. Los resultados obtenidos en este estudio indican que la fertilización orgánica y química tuvo un impacto significativo en las variables de morfológicas del repollo, resultando en un aumento notable en el peso y el perímetro de las plantas.

La importancia de la identificación de los mejores métodos de fertilización para la producción de repollo en zonas con un clima caluroso, la elección de los elementos y la forma de aplicación de los fertilizantes pueden marcar una diferencia significativa en el rendimiento de los cultivos. A pesar de los resultados prometedores obtenidos en este estudio, es importante tener en cuenta que otras variables, como el tipo de suelo y las condiciones específicas de cultivo, pueden influir en la respuesta del repollo a la fertilización. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo investigaciones adicionales con el fin de obtener una visión más completa y precisa de los efectos de la fertilización en este cultivo y su adaptabilidad en diferentes contextos (Díaz, 2019)

Rendimiento

Los resultados obtenidos revelaron que el tratamiento T2, que consistió en la aplicación de gallinaza más NPK 9-13-17, mostró los mejores resultados en términos de rendimiento del cultivo de repollo. Este hallazgo sugiere que la combinación de gallinaza y un fertilizante NPK puede promover un aumento significativo en la producción de repollo. Por otro lado, los tratamientos T3 (cachaza más NPK 9-13-17) y T4 (estiércol vacuno más NPK 9-13-17) siguen como resultados más prometedores después de T2. En contraste, el tratamiento T1 (grupo de control sin aplicación adicional de nutrientes) exhibió el menor valor en cuanto al rendimiento del cultivo de repollo, lo que sugiere que la nutrición adecuada es fundamental para maximizar la productividad de este cultivo.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 8. Rendimiento. **Fuente.** Elaboración propia.

Caicedo (2015), asegura que la aplicación de Humus de lombriz con la dosis de 15 t. ha⁻¹ obtuvo el mayor rendimiento, siendo superior a los demás tratamientos estudiados. Se tuvo menor rendimiento de repollos cuando no se aplicó ningún producto en el testigo absoluto (7,67 t. ha⁻¹).

En un estudio realizado por Aviles (2022), se investigó la importancia de los nutrientes nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento de hortalizas. La variable de interés fue el rendimiento expresado en t. ha⁻¹ y la cosecha se llevó a cabo 70 días después del trasplante de los cultivos. Los resultados revelaron que la aplicación de nitrógeno, fósforo, y las interacciones nitrógeno más fósforo, nitrógeno más potasio y fósforo más potasio tuvieron un efecto significativo en el rendimiento de las hortalizas. Específicamente, la asimilación de estos nutrientes por parte del cultivo tuvo un impacto positivo en el crecimiento del repollo.

De manera más detallada, se observó que la aplicación individual de nitrógeno y fósforo contribuyó al aumento de la producción, pero se alcanzó un mayor rendimiento cuando ambos nutrientes interactuaron. Concretamente, la interacción nitrógeno más fósforo y fósforo más potasio demostraron los mayores incrementos en rendimiento, alcanzando valores de 37,42 t. ha⁻¹ y 33,65 t. ha⁻¹, respectivamente. Estos hallazgos sugieren que el aporte de fósforo es fundamental para obtener mejores resultados en el rendimiento de las hortalizas. La interacción entre el nitrógeno y el fósforo parece potenciar el efecto de ambos

nutrientes, lo que podría atribuirse a una mayor asimilación y utilización de los mismos por parte del cultivo (Aviles, 2022).

Según el estudio realizado por Díaz (2019), se ha identificado que la variedad KK-Cross ha obtenido el mejor rendimiento en este estudio científico, registrando una producción promedio de 74,8 t. ha⁻¹. Los resultados han revelado además que la Col crespa ha alcanzado un promedio de rendimiento de 58,87 t. ha⁻¹, superando significativamente a otras variedades, como Corazón de buey y Col quintalera, las cuales presentaron promedios de 49,82 t. ha⁻¹ y 47,54 t. ha⁻¹ de rendimiento, respectivamente. Es importante tener en cuenta que cada variedad puede presentar características distintas, por lo que es necesario considerar factores como el clima, la disponibilidad de recursos y las prácticas de manejo agrícola para lograr un óptimo rendimiento.

3.3. Evaluación económica

La evaluación económica de la combinación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la col se realizó mediante la recolección de datos en campo y análisis detallados, se pretende determinar si la adopción de esta práctica de fertilización resulta rentable y viable desde una perspectiva económica para los agricultores.

Además de los aspectos relacionados con la productividad y la calidad de los cultivos, es esencial considerar los costos asociados a la aplicación de diferentes fertilizantes. La combinación de abonos orgánicos y químicos puede presentar ventajas económicas al aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes, reducir la dependencia de fertilizantes de síntesis y mejorar la salud del suelo a largo plazo.

El propósito final de este estudio es proporcionar información relevante y fundamentada para respaldar la adopción de prácticas de fertilización sostenibles desde una perspectiva económica. Se espera que los hallazgos presentados en este capítulo sean de utilidad para los agricultores, asesores agrícolas y otros actores involucrados en la cadena de producción, contribuyendo a la mejora de la rentabilidad y sostenibilidad de este cultivo.

En la tabla 1, se presentarán en detalle los resultados de la evaluación económica de la combinación de abonos orgánicos y químicos en el cultivo de la col, seguidos de una discusión exhaustiva sobre los aspectos económicos y las implicaciones prácticas que se derivan de estos hallazgos.

Tabla 1. Valoración económica del experimento del cultivo col (*Brassica oleracea* cv. KK Cross). **Fuente.** Elaboración propia.

Trat.	Rend. (t. ha ⁻¹)	Vp. (cup. ha ⁻¹)	Cp. (cup. ha ⁻¹)	In. (cup. ha ⁻¹)	Costo Beneficio	Rent. (%)
T1	40,09	1 250 000	87 900	1 162 100	13,22	93,0
T2	67,59	1 250 000	107 900	1 142 100	10,58	91,4
T3	51,39	1 250 000	110 900	1 139 100	10,27	91,1
T4	47,04	1 250 000	105 900	1 144 100	10,80	91,5

**Vp. Valor de la producción, Cp. Costos de producción, In. Ingreso neto.

Es importante destacar que el organismo que regula los precios de los productos agrícolas en Cuba es el Ministerio de Finanzas y Precios. Basado en la Resolución No. 348/2021 establece que los precios y tarifas de los productos y servicios que comercializan del sector agropecuario no se determinan según la oferta y demanda; es necesario regular los precios fijos o máximos sobre los productos y servicios que estas prestan (Cubadebate, 2021).

El Ministerio ha adoptado nuevas medidas para estimular la producción y comercialización de productos agrícolas, incluyendo la adopción de precios que reconocen los valores actuales de los productos del campo. La Resolución 320 del Ministerio tiene como objetivo reconocer los costos actuales de los productores agropecuarios y estimular el incremento de la producción. La medida permite crear mejores condiciones para la concertación de precios y contratación que se realiza a los productores, tanto para el consumo social como para su venta en el mercado minorista (Cubadebate, 2021).

Este conocimiento sitúa el precio de la col en el mercado actual a un costo de 39 cup. Kg⁻¹ del producto (18 cup. Lb⁻¹) incluso llegando alcanzar un valor máximo topado de 54,25 cup. Kg⁻¹ (25 cup. Lb⁻¹) (Díaz, 2023), por lo que se decide en la mayor parte del país por los Consejos de Administración Provincial topar el precio del producto a un costo unitario de 50 cup, por lo que hace que todos los ingresos netos sean iguales dado al valor del producto en el mercado. Esto arroja como resultado que no es eficiente técnica ni económicamente aplicar ninguna forma de fertilización en el cultivo de la col. Lográndose mayor relación costo beneficio (1:13,22) y rentabilidad (93%) en el tratamiento sin norma de fertilización.

Conclusiones.

- ✓ La combinación de tres fuentes orgánicas con fertilizante químico tiene un efecto significativo en las variables morfológicas de la col, la gallinaza junto al NPK (9-13-17), brindan los resultados más destacados.
- ✓ La mezcla de tres fuentes orgánicas junto con un fertilizante químico ejerce un impacto positivo en el rendimiento, llegando alcanzar valores de 67,59 t. ha⁻¹ para la combinación de gallinaza y NPK (9-13-17).
- ✓ La combinación de tres fuentes orgánicas con fertilizante químico no ofrece una ventaja económica significativa en comparación con las prácticas convencionales, los costos de producción no se reducen y la mayor rentabilidad se alcanza sin usar combinación alguna, alcanzando un 93%.

Recomendaciones.

- ✓ Realizar mediciones en otros periodos de tiempo del cultivo, con la utilización de otras fuentes orgánicas.
- ✓ Sugerir la realización de estudios adicionales para evaluar el efecto a largo plazo de las enmiendas de fertilización en el contenido de nutrientes y propiedades físicas y químicas del suelo, así como su impacto en el cultivo y calidad de la cosecha.



Bibliografía.

- Acosta, B. (2019). Abono orgánico: Qué es, tipos, beneficios y cómo hacerlo. *Ecología Verde*. <https://acortar.link/9lwXGn>
- Aguilar, A. M. (2016). *Efecto de té de humus y biol como fertilizante foliar en el cultivo de col de bruselas (Brassica oleracea var. Gemmifera) en ambiente controlado en el Centro Experimental de Cota*. (Tesis de Grado). Universidad Mayor de San Andrés.
- Atlas Big. (2020). Producción mundial de col por país. Atlas Big. <https://acortar.link/eRQJb3>
- Aviles, J. J. (2022). *Análisis económico de diferentes tipos de fertilización en la producción de cultivo de pepino (Cucumis sativus) en El Cantón Milagro*. (Tesis de Grado). Universidad Agraria del Ecuador.
- Baquero, E. A., & Tausa, K. (2018). *Plan de negocio para la creación de una empresa de producción de abono a través de desechos orgánicos* (Tesis de Grado). Universidad Católica de Colombia.
- Bernal, J., & Gómez, J. (2015). Evaluación de la eficacia de productos fitosanitarios en el control de plagas en el cultivo de la col. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1).
- Bravo, A., Medina, K., Garruña, R., & Latournerie, L. (2020). *Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (Physalis ixocarpa)*. 30.
- Cabrera, P. F. (2010). *Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de la col morada (Brassica oleracea Var. Capitata)* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chiborazo.
- Caicedo, D. A. (2015). *Respuesta del cultivo de col morada (Brassica oleracea) a la aplicación de abonos orgánicos en la zona de Babahoyo*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Babahoyo.
- Casanova, E. (2022). Valoración de la seguridad alimentaria cubana a partir de la superficie agrícola explotada y los rendimientos agrícolas. *Universidad y Sociedad*, 14(5).
- Corrales, P. A. (2023). *Efecto del uso de biofertilizantes sobre los parámetros productivos y rendimiento de col (Brassica oleracea var. Capitata L.)* (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Ambato.

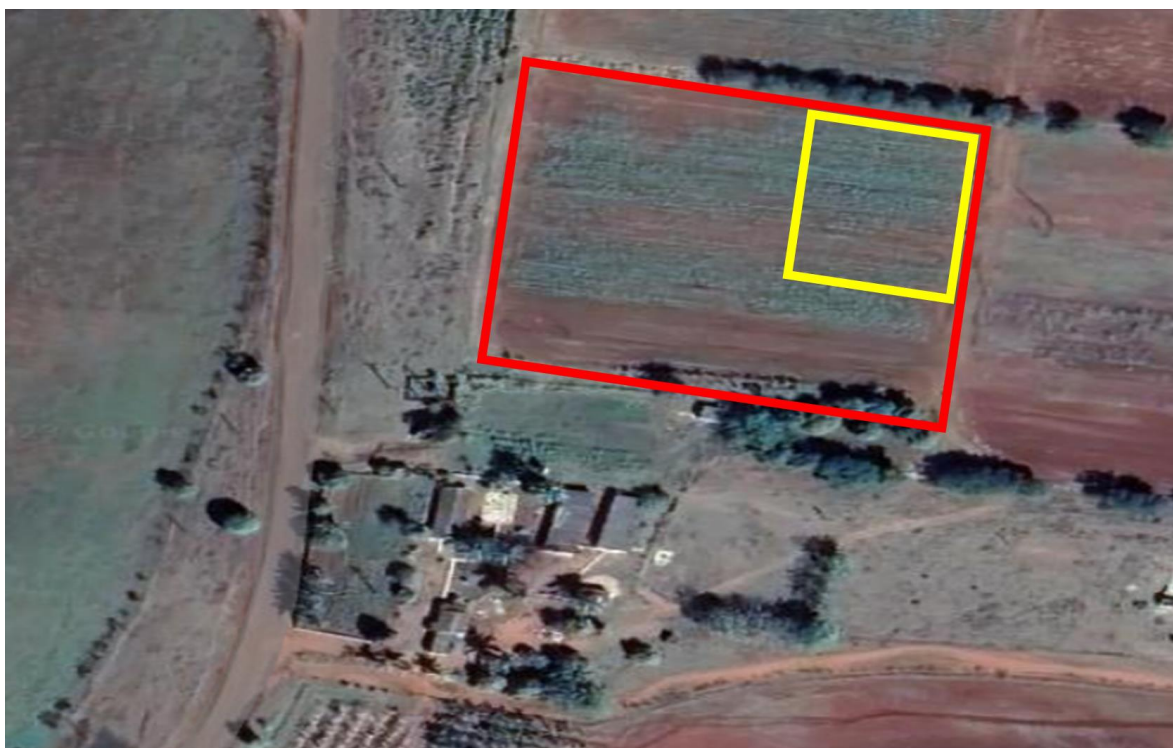
- Cruz, M., & García, R. (2016). Manejo integrado de plagas en el cultivo de la col. *Protección Vegetal*, 31(2).
- Cubadebate. (2021). *Cuba establecerá nuevos precios de productos*. Portal Cuba.cu. <http://cuba.cu/economia/2021-08-02/cuba-establecera-nuevos-precios-de-productos-agricolas/56916>
- Cuba. MINAG, (Ministerio de Agricultura). (2008). *Informe Anual. Ministerio de Agricultura*. MINAG
- Damián, L. (2018). *Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del Mercado Los Cedros*. (Tesis Doctoral). Universidad César Vallejo.
- Díaz, A. (2023). *Listado de los precios topados de productos agrícolas en Cuba (Cuba a pulso)*. *Cuba a pulso*. <https://cubapulso.com/listado-de-los-precios-topados-de-productos-agricolas-en-cuba/>
- Díaz, H. (2019). *Evaluación de la adaptabilidad de tres variedades de cultivo de col (Brassica sp.), en el distrito de Lamas*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de San Martín Tarapoto.
- Forero, F. E., Fernández, P. J., & Álvarez, H. J. (2010). Efecto de diferentes dosis de cachaza en el cultivo de maíz (*Zea mays*). 13(2), 77-86.
- Fornaris, G. J. (2014). Conjunto Tecnológico para la Producción de Repollo. *Estación Experimental Agrícola*, 25(1).
- González, E. E. (2010). *Evaluación de la productividad de tres cultivares de repollo (Brassica oleracea L. var. Capitata) al aire libre, en Valdivia*. (Tesis de Grado). Universidad Austral de Chile.
- Hernández, A., & González, R. (2018). Manejo integrado de plagas en el cultivo de la col. *Protección Vegetal*, 33(2).
- Hernández, A., Pérez, J., Infante, D., & Castro, N. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: Énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1).
- Hernández, J. J. (2017). *Efecto del compost y vermicompost de estiércol pecuario, en el suelo y en la producción de jitomate y maíz*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma del Estado de México.

- Hunt, A., & Teixeira, G. (2020). El mejoramiento de cultivos y la gestión del suelo deben ir de la mano. CIMMYT. <https://acortar.link/7Mmyzf>
- Info Agrónomo. (2021). *Guía Técnica del Cultivo de Repollo o Col*. <https://acortar.link/jURsW6>
- InfoAgro. (2018). Abonos orgánicos. *Revista InfoAgro México*.
- InfoAgro. (2019). Efecto de los abonos orgánicos en la agricultura ecológica. *Revista InfoAgro*. <https://acortar.link/PE8ILN>
- INISAV, (Instituto de Sanidad Vegetal). (2011). Metodología de señalización y pronóstico de las plagas y enfermedades. *Instituto de Sanidad Vegetal*, 2(5).
- Intagri S.C. (2021). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. Intagri S.C. <https://acortar.link/e628Cu>
- Martínez, L. (2005). *El estiércol y las prácticas agrarias respetuosas con el medio ambiente*. Hojas Divulgadoras.
- Minagtech, A. D. (2019). La mejora de los suelos como prioridad para la producción agrícola. *Agtech América*. <https://acortar.link/OTRs5w>
- Morocho, H. M. (2018). *Efecto de biofertilizante de preparación artesanal en el rendimiento de ají pimiento morrón (capsicum annuum) en el distrito de Monsefu*. (Tesis de Grado). Universidad César Vallejo.
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Fondo para la Protección del Agua-FONAG.
- Osorio, J. (2022). *Los suelos y su importancia en la producción de cultivos*. Semilla Valles S.A.
- Pazmiño, J. A. (2014). *Evaluación de tres métodos de fertilización orgánica para el mejoramiento de la producción en el cultivo de col (Brassica oleracea var. Capitata) en la granja del Colegio Técnico Agropecuario Chunchi*. (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Ambato.
- Pérez, A. (2011). *Fertilización y requerimientos de nitrógeno para plantaciones de Coffea canephora Pierre ex Froehner var. Robusta cultivada en suelos Pardos de la región oriental premontañosa de Cuba*. (Tesis Doctoral). Universidad de Guantánamo.

- Pérez, J., & García, A. (2019). Manejo integrado de enfermedades en el cultivo de la col. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(1).
- Piña, H. J. (2017). *Evaluación del efecto de extractos vegetales en el control de trips (Trips spp.) en el cultivo de pimiento (Capsicum annum L.) variedad Marth*. (Tesis de Grado). Universidad Técnica de Ambato.
- Quinchiguango, M. V. (2014). Evaluación del efecto de abono orgánico en el cultivo de col, (*Brassica oleracea* L. Var. Capitata) en el Barrio Rosalía, de la Parroquia Santa Rosa de Cuzubamba, Cantón. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Loja.
- Ramírez, A. R. (2011). *Respuesta del repollo (Brassica oleracea var. Capitata) a la fertilización química y orgánica*. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Rocchia, C. (2020). *La Cachaza De Caña Es Un Gran Fertilizante Para El Campo*. Mercado azúcar. <https://acortar.link/tHxZL4>
- Rodrigues, N. (2023). *Cómo realizar un análisis de costo-beneficio*. HubSpot. <https://acortar.link/NBpUYO>
- Rodríguez, P., Gavi, R., Torres, B., & Hernández, A. E. (2012). Lixiviación de potasio y contenidos nutritivos en suelo y alfalfa en respuesta a dosis de vinaza. *Revista Mexicana de Ciencia Agrícola*, 833-846.
- Sánchez, L., & Rodríguez, M. (2020). Manejo integrado de plagas en el cultivo de la col. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1).
- Sandoval, U. E. (2020). *Evaluación de cuatro enmiendas de fertilización en dos híbridos de repollo (Brassica oleracea var. Capitata) en la comarca Tecolostote, municipio de San Lorenzo*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional Agraria Sede Regional Comoapa.
- Sepúlveda, G. (2021). *Evaluación de la respuesta de lechuga (Lactuca sativa) cv. Crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral*. (Tesis de Maestría). Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas Bogotá.
- Simón, D. (2019a). *Influencia del policultivo sobre las plagas e indicadores productivos en Brassica oleracea L.* (Tesis de Grado). Universidad Central de Las Villas.
- Simón, D. (2019b). *Influencia del policultivo sobre las plagas e indicadores productivos en Brassica oleracea L.* (Tesis de Grado). Universidad Central de Las Villas.

- Terry, E., Leyva, A., & Días, M. M. (2006). Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas para la asociación maíz tomate en el período temprano de siembra. *Cultivos Tropicales*, 27(2), 5-11.
- Terry, I. I., & Mesa, J. R. (2022). *Efecto de la aplicación de abono orgánico y microorganismos eficientes, en el cultivo del boniato (Ipomea batatas, (L.) Lam), en suelo pardo con carbonato típico*. Revista Científica Agroecosistemas, 10(2).
- Torres, C., & González, R. (2021). Evaluación de la eficacia de productos fitosanitarios en el control de enfermedades en el cultivo de la col. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(1).
- Torres, D. (2022). *Rentabilidad de una empresa: Qué es, cómo calcularla y ejemplos*. HubSpot. <https://acortar.link/V1wpR4>
- Tortosa, G. (2013). *GEOTEA, un interesante sistema para obtener «Té de Composts»*. Compostando Ciencia. <https://acortar.link/n7Zsib>
- Tortosa, G. (2014). *Uso del estiércol como fertilizante*. <https://acortar.link/qoBAzy>
- Vargas, D., & Hernández, A. (2021). Manejo integrado de enfermedades en el cultivo de la col. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(1).
- Velasco, J. M. (2010). Efecto de diferentes dosis de estiércol de aves de postura (gallinaza) con incorporación de mulch, sobre el rendimiento en el cultivo de brocoli (Brassica oleracea L. Var. Green jade). (Tesis de Grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Zamora, M., & Torres, C. (2022). Evaluación de la eficacia de productos fitosanitarios en el control de plagas en el cultivo de la col. *Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 16(1).

Anexos.



Anexo 1. Banco de semilla gámica y botánica de la Agricultura Urbana y Suburbana, Rodas.

Fuente. Google maps.



Anexo 2. Área de experimentación. **Fuente.** Google maps.



Anexo 3. Sistema de plantación. **Fuente.** Elaboración propia



Anexo 4. Medición de variables productivas. **Fuente.** Elaboración propia



Anexo 5. Afectaciones por *Ascia monuste*. **Fuente.** Elaboración propia



Anexo 6. Afectaciones por *Atta insularis*. **Fuente.** Elaboración propia.