

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de la aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, bocashi y compost) y un fertilizante sintético (15-15-15) utilizando dos sistemas de mulching un orgánico y un inorgánico en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniero en Agropecuaria

AUTOR: Jiménez Tepud Willian Javier

TUTOR: Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Jiménez Tepud Willian Javier con el número de cédula 0450494919 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, bocashi y compost) y un fertilizante sintético (15-15-15) utilizando dos sistemas de mulching un orgánico y un inorgánico en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Ortiz Tirado Paúl Santiago, MSc.

TUTOR

Tulcán, enero de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Yo, Jiménez Tepud Willian Javier con cédula de identidad número 0450494919 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Jiménez Tepud Willian Javier

AUTOR

Tulcán, enero de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo Jiménez Tepud Willian Javier declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de la aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, bocashi y compost) y un fertilizante sintético (15-15-15) utilizando dos sistemas de mulching un orgánico y un inorgánico en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*)" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Jiménez Tepud Willian Javier

AUTOR

Tulcán, enero de 2024

AGRADECIMIENTO

Quiero darle gracias a Dios, quien me dio la sabiduría, paciencia y constancia para poder culminar satisfactoriamente mi carrera profesional y seguir impulsando la ambición de obtener más conocimientos.

Agradezco al Ecuador y a la Universidad Politécnica Estatal Del Carchi, quienes me dieron la oportunidad de mi formación profesional y aprendizaje de experiencias que forjaran mi trabajo.

A mis padres, Manuel Jiménez y Martha Flores, quienes me apoyaron en cada etapa de mi vida y siempre dándome consejos de superación, humildad y que la constancia tiene sus recompensas. Les agradezco a mis padres por mi formación y ser la persona quien soy.

A mi hermana, Adriana, quien es mi consejera y apoyo en todo momento.

A mi abuelita, Marina, que siempre con sus consejos y sabiduría me ayuda a mejorar.

Agradezco a mi tía Lidia y a su familia, por darme la oportunidad de ser parte de ellos.

A mi novia Kimberly, quien con amor siempre estuvo a mi lado sin importar la situación.

Agradezco a los docentes de la universidad y a los docentes de la carrera de agropecuaria, en especial a mi tutor MSc. Paul Ortiz, por compartir sus conocimientos con paciencia y sabiduría, dedicar su tiempo a mi investigación y darme críticas constructivas para mejorar.

Jiménez Tepud Willian Javier

DEDICATORIA

El reflejo de mi esfuerzo como estudiante, compañero y amigo está dedicado principalmente a Dios quien con sabiduría y paciencia me guio por un camino de oportunidades y retos.

A mis padres Manuel Jiménez y Martha Flores quienes me dieron su apoyo, sus consejos y me brindaron su mano para levantarme en cada tropiezo de mi vida, fueron, son y serán los que me motiven a seguir creciendo.

De igual manera a mi hermana Adriana, quien es un pilar indispensable en mi vida apoyándome en cada momento de mi vida siendo mi consejera y amiga.

A mi abuelita Marina quien me inspira para nunca darme por vencido.

A mi novia Kimberly por ser la persona que me ayudó en todo momento.

A mis docentes en especial a mi tutor Paul Ortiz, que con esta investigación refleja el cariño de compartir sus conocimientos y anécdotas.

Jiménez Tepud Willian Javier

ÍNDICE

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
I. EL PROBLEMA	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. JUSTIFICACIÓN	16
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	18
1.4.1. Objetivo General	18
1.4.2. Objetivos Específicos	18
1.4.3. Preguntas de Investigación	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.2. MARCO TEÓRICO	22
2.2.1. El cultivo de Lechuga	22
2.2.2. Historia y Origen	22
2.2.3. Importancia económica.....	23
2.2.3.1. Clasificación taxonómica	23
2.2.3.2. Morfología	23
2.2.3.3. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de lechuga	25
2.2.4. Prácticas culturales.....	26
2.2.4.1. Fertilización	28
2.2.5. Cosecha y postcosecha	29
2.2.5.1. Plagas y enfermedades	29
2.2.5.2. Enfermedades	30

2.2.5.3. Abonos orgánicos	32
2.2.5.4. Compost	32
2.2.5.5. Bocashi.....	33
2.2.6. Humus de lombriz liquido.....	34
2.2.6.1. Acolchados o mulch	35
2.2.6.2. Mulching plástico	36
2.2.6.3. Mulching orgánico (cobertura vegetal)	36
III. METODOLOGÍA	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	38
3.1.1. Enfoque.....	38
3.1.2. Tipo de Investigación.....	38
3.2. HIPÓTESIS	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	39
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1. Ubicación del Proyecto.....	41
3.4.2. Superficie de ensayo	41
3.4.3. Distribución de tratamientos	42
3.4.4. Población y muestra de la investigación.....	43
3.4.5. Tratamientos	43
3.4.5.1. Factores en estudio.....	44
3.4.6. Manejo del experimento	45
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADOS.....	48
4.1.1. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta	48
4.1.2. Análisis de la variable número de hojas	50
4.1.3. Análisis de variable diámetro del repollo	52
4.1.4. Análisis de varianza para la variable peso del repollo	54

4.1.5. Análisis de varianza para la variable humedad del suelo	56
4.1.6. Análisis de varianza para la variable temperatura del suelo	57
4.1.7. Análisis de la relación costo beneficio	59
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. CONCLUSIONES	60
5.2. RECOMENDACIONES	60
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
VII. ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la lechuga	23
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de la lechuga	29
Tabla 3. Composición nutricional del compost	33
Tabla 4. Composición nutricional del bocashi	34
Tabla 5. Composición nutricional del humus liquido.....	35
Tabla 6. Operacionalización de variables	39
Tabla 7. Características del diseño experimental	41
Tabla 8. Tratamientos del ensayo	43
Tabla 9. Esquema de ANAVAR	47
Tabla 10. Análisis de varianza altura de la planta ddt hasta los 75 ddt	49
Tabla 11. Prueba de Tukey para la variable altura de la planta a los 60 y 75 ddt.....	49
Tabla 12. Análisis de varianza número de hojas 15 ddt hasta los 75 ddt	50
Tabla 13. Prueba de Tukey número de hojas a los 60 y 75 ddt	51
Tabla 14. Análisis de varianza diámetro del repollo 15 ddt hasta los 75 ddt.	52
Tabla 15. Prueba de Tukey para diámetro del repollo a los 45, 60 y 75ddt.....	53
Tabla 16. Prueba de Tukey para diámetro del repollo a los 45, 60 y 75ddt.....	53
Tabla 17. Análisis de varianza peso del repollo a los 75 ddt.....	54
Tabla 18. Prueba de Tukey peso del repollo a los 75 ddt	55
Tabla 19. Prueba de Tukey diámetro del repollo a los 45, 60 y 75ddt,	55
Tabla 20. Análisis de varianza humedad del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt.....	56
Tabla 21. Prueba de Tukey humedad del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt	57

Tabla 22. Análisis de varianza temperatura del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt	58
Tabla 23. Prueba de Tukey temperatura del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt	58
Tabla 24. Análisis costo beneficio del ensayo proyectado a una hectárea	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de la lechuga	23
Figura 2. Ubicación de la zona del experimento(Google maps, 2022)	41
Figura 3. Distribución de los tratamientos.....	42
Figura 4. Diseño de la unidad experimental y ubicación de las plantas evaluadas ..	43
Figura 5. Preparación del terreno	71
Figura 6. Compra de las plántulas	71
Figura 7. Instalación del mulch.....	71
Figura 8. Cobertura vegetal	71
Figura 9. Trasplante de las plántulas	71
Figura 10. Fertilización con compost.....	71
Figura 11. Tratamiento con cobertura vegetal.....	72
Figura 12. Plantas a los 8 días de ser trasplantadas	72
Figura 13. Fertilización con drench	72
Figura 14. Muestreo de altura.....	72
Figura 15. panorámica del ensayo	72
Figura 16. Plantas a los 45 ddt	72
Figura 17. Plantas a los 75 ddt	73
Figura 18. Peso de las plantas	73
Figura 19. Registro de datos de peso	73
Figura 20. Producto cosechado listo para la comercialización.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	66
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	67
Anexo 3 Costos de producción	69
Anexo 4. Evidencia de recolección de información	71

RESUMEN

En esta investigación se evaluó el efecto de los abonos orgánicos (compost, bocashi y humus de lombriz) en asociación con coberturas (mulching) vegetal y plástico en comparación con un fertilizante sintético. El ensayo se implementó en el municipio de Pupiales, Nariño, a campo abierto, se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 12 tratamientos y 3 repeticiones para un total de 36 unidades experimentales, se evaluaron diferentes variables como: altura de planta, número de hojas, diámetro de repollo, también se evaluó de la humedad y la temperatura del suelo, los datos fueron recolectados cada 15 días, después del trasplante, hasta la finalización del cultivo. Los resultados obtenidos muestran que en la variable altura de la planta los factores con mejor respuesta fueron la cobertura plástica con 19.67 cm y el compost como fertilizante teniendo un valor de 20.64 cm, de igual manera en la variable número de hojas se obtuvo un desempeño destacado del plástico con 13.75 hojas y el compost con 13.96 hojas, asimismo, el diámetro del repollo fue mejor con cobertura plástica teniendo una media de 17.21 cm, para el factor fertilizante el compost con 17.47 cm fue el mejor, en la variable de peso del repollo, la interacción fertilizante y cobertura trabajaron en asociación siendo los mejores tratamientos: T10 (cobertura plástica + compost) con un valor de 1264.3 g, el mulch vegetal fue la cobertura con mejor retención de humedad teniendo un valor de 24.43% y el mulch plástico fue el mejor manteniendo un equilibrio en los cambios de temperatura con una media de 19.15 °C. en conclusión la producción de lechuga bajo los factores cobertura plástica más compost y bocashi generan un ambiente apto para una correcta y destacada productividad del cultivo de lechuga.

Palabras Claves: Mulch, fertilizante sintético, fertilizante orgánico

ABSTRACT

This research evaluated the effect of organic fertilizers (compost, bocashi and worm humus) in association with mulching and plastic mulch in comparison with a synthetic fertilizer. The trial was implemented in the municipality of Pupiales, Nariño, in an open field, a Block Design Completely Randomized (DBCA) was used with 12 treatments and 3 replications for a total of 36 experimental units, different variables were evaluated such as: plant height, number of leaves, diameter of cabbage, humidity and soil temperature, the data were collected every 15 days, after transplanting, until the end of the crop. The results obtained show that in the plant height variable, the factors with the best response were plastic mulch with 19.67 cm and compost as fertilizer with a value of 20.64 cm, likewise in the variable number of leaves, an outstanding performance was obtained for plastic with 13.75 leaves and compost with 13.96 leaves, likewise, the diameter of the cabbage was better with plastic cover having a mean of 17.21 cm, for the fertilizer factor the compost with 17.47 cm was the best, in the variable of cabbage weight, the interaction fertilizer and cover worked in association being the best treatments: T10 (plastic mulch + compost) with a value of 1264.3 g, vegetable mulch was the mulch with the best moisture retention having a value of 24.43% and plastic mulch was the best maintaining a balance in temperature changes with an average of 19.15 °C. in conclusion lettuce production under the factors plastic mulch plus compost and bocashi generate an environment suitable for a correct and outstanding productivity of lettuce crop.

Key words: Mulch, synthetic fertilizer, organic fertilizer.

INTRODUCCIÓN

La producción hortícola en Colombia ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años gracias a la variedad de climas y diversidad topográfica. A nivel nacional, los productores ofrecen diversidad de cultivos con una amplia gama de hortalizas, lo que permite que esta actividad sea productiva y sostenible, generando miles de empleos y siendo muy importante para el sector económico del país, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2020), la producción neta en el año 2020 fue de 4.2 millones de toneladas de hortalizas frescas teniendo un crecimiento anual del 0.5%, "siendo los mayores productores los departamentos de: Antioquia con 20 %; Boyacá con el 19%; Cundinamarca con 18%; Norte de Santander con 9%;y finalmente el departamento de Nariño, con una producción del 8%".

Dentro de la producción hortícola, uno de los principales rubros es la lechuga, ya que su ciclo vegetativo es corto y por ende su manejo es más rápido y eficaz, teniendo, a nivel país, una producción estimada de 359000 toneladas de producto fresco, el cual un porcentaje menor al 30 % se destina a los mercados extranjeros y el restante se comercializa a nivel nacional (DANE, 2020). "Las regiones con mayor producción son los departamentos de Cundinamarca, Antioquia y Nariño, los cuales son capaces de alcanzar una producción estimada de 80000 toneladas anuales" (Troid, 2020). La actividad productiva de lechuga es importante para generar trabajo y siendo la principal fuente de ingresos de muchas familias.

La producción de lechuga como actividad agrícola es llevada a cabo con técnicas tradicionales y a la vez adaptando técnicas modernas que garantizan una mayor y mejor producción lo cual dará un valor agregado al producto, dichas técnicas actuales como: el uso de invernaderos para crear un microclima favorable al cultivo, la preparación del suelo con labranza convencional en conjunto con labranza de tracción animal, obtención de semillas o plántulas que cumplan con las condiciones y características deseadas por los productores, además de hacer uso de tecnologías como sistemas de riego por goteo y aspersion, importantes en épocas de sequía, para el control fitosanitario, aunque poco sostenible y costoso, la metodología más utilizada es el uso plaguicidas químicos, la fertilización llevada a cabo con abonos de

origen químico y por último las labores culturales como deshierbe, aporque y cosecha que se realizan manualmente (Gómez et al. 2019).

Sin embargo, en la actualidad las técnicas de producción de lechuga se han modificado ligeramente debido a la gran demanda del producto orgánico, que en los últimos años es de aproximadamente 1.5 % del total de la producción debido a la preocupación de los consumidores a diferentes circunstancias negativas que acarrearán la producción actual. Las alternativas a la producción convencional se han desarrollado principalmente en los departamentos anteriormente mencionados; las opciones que se implementan son por ejemplo: la rotación de cultivos, la implementación de coberturas mulch con residuos de los cultivos anteriores, reemplazar el monocultivo por el policultivo, el uso de residuos de granja como materia prima del compostaje, residuos de plantas, plantas alelopáticas y con características repelentes además de que reemplazan a los pesticidas y fertilizantes sintéticos (MADR, 2018).

Dentro de las actividades de la agricultura orgánica, los abonos de procesos naturales juegan un papel importante en la producción de lechuga debido a su bajo requerimiento nutricional en comparación con otros cultivos. Los abonos orgánicos se forman a partir de procesos naturales como la descomposición y el reciclaje de los micro y macroorganismos, por tanto, existe una gran variedad de abonos líquidos y sólidos que tienen propiedades como: mejoramiento de la estructura del suelo, promueven la actividad microbiana y la biodiversidad del suelo, lo que contribuye a una mayor resistencia de las plantas frente a enfermedades y plagas. Así mismo, los abonos orgánicos reducen la dependencia de fertilizantes sintéticos, disminuyendo la contaminación del suelo y el agua. En definitiva, el uso de abonos orgánicos es una estrategia clave para una agricultura más sostenible sin residuos tóxicos (FAO, 2020).

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso de fertilizantes químicos es un recurso aún muy utilizado en la producción agrícola, porque los productores solo confían en esta opción, siendo alrededor de un 90% de ellos quienes continúan utilizándolos; sin embargo, con el pasar de los años su valor en el mercado se ha incrementado y teniendo en cuenta que en el costo de producción los fertilizantes son de los egresos más significativos con valor un estimado del 35% no es la alternativa más factible siendo un producto excesivamente costoso y perjudicial para el suelo a largo plazo (FAO, 2018).

La baja productividad de los suelos se ha convertido en el principal elemento que impide un correcto desarrollo del cultivo debido a muchos factores como: la erosión del suelo; producido por la actividad de la agricultura intensiva, el monocultivo, factores como el viento y el agua; que a su vez causa una menor retención de los nutrientes y la humedad limitando el desarrollo vegetativo y una menor producción radicular. Otro tema de importancia es la contaminación originada por la presencia de metales pesados y pesticidas en los suelos, y, por último, la aplicación de fertilizantes químicos o de origen sintético que originan varios efectos negativos en la producción de los cultivos (García, 2023).

Según González (2019), afirma que: el uso indiscriminado y masivo de los fertilizantes sintéticos ha generado un notable deterioro de los suelos destinados a la agricultura, la frecuente aplicación de los nutrientes químicos ha ocasionado un desequilibrio en la composición estructural del suelo que por ende afecta a la fertilidad debido a la pérdida parcial o completa de la vida microbiana y así también la vida macroscópica importante para un normal desarrollo vegetativo y, por lo tanto, a la disminución de la capacidad de regeneración natural.

Así, el uso de fertilizantes químicos, al ser compuestos salinos, los gránulos necesitan agua para la solubilizarse en el suelo, lo que ocasiona una competitividad hídrica entre los nutrientes sintéticos y los procesos de absorción de las plantas en épocas de sequía. Otro aspecto negativo que resaltar es la contaminación a las fuentes y cuencas hídricas por procesos de lixiviación, es decir, el proceso en el cual se eliminan los nutrientes por lavado a través del suelo hacia las capas freáticas y posteriormente a los cuerpos hídricos, que, por ende, ocasiona un desequilibrio de la cantidad de nutrientes en los ecosistemas acuáticos ocasionando el crecimiento excesivo de

plantas (Tello & Banda, 2018). Por ello, la afección de los fertilizantes químicos no solo se da al suelo y a las plantas, sino también a las personas.

Las sustancias de residuos de estos productos son otro agravante para los consumidores y siendo un impacto trascendente para el sector de la salud, dado que el 22.54 % de la población padece de enfermedades o complicaciones metabólicas como: intoxicación por metales pesados, enfermedades gastrointestinales y afecciones renales a causa de residuales de nitratos y por último, enfermedades que afectan al sistema nervioso como consecuencia de la absorción de mercurio, plomo y cadmio, que son capaces de ocasionar daños neurológicos a niños y padecimientos neurodegenerativos a los adultos mayores (Lavayén, 2016).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La aplicación indiscriminada de fertilizantes sintéticos para mejorar la productividad agrícola ha impactado negativamente las propiedades fisicoquímicas del suelo, la relación con los microorganismos favorables y la salud de las personas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de lechuga es de gran importancia a nivel socio económico y cultural porque es una fuente importante de empleo a nivel nacional, teniendo un aproximado de 5000 unidades productivas de lechuga en sus diferentes variedades, que, a su vez, generan cerca de 20000 fuentes de trabajo". El efecto positivo de este producto también se da por la seguridad alimentaria como una fuente importante de nutrientes esenciales, como: fibra, minerales y vitaminas que mantienen el equilibrio de la dieta y por ende mantiene la correcta salud de las personas, además de ser importante para el desarrollo de la economía del país por su consumo interno y exportación (Dane, 2019). Cabe resaltar que actualmente los productos orgánicos son preferidos por el consumidor, Los abonos orgánicos promueven cultivos con mejor sabor, aroma y valor nutricional. Los nutrientes orgánicos son absorbidos eficientemente, lo que aumenta el contenido de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos en las plantas. Los cultivos orgánicos tienen niveles más bajos de residuos químicos y pesticidas, lo que los hace más seguros para el consumo humano.

Los abonos orgánicos proveen nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas en formas naturalmente equilibradas y biodisponibles. Estos nutrientes están presentes en materiales orgánicos como estiércol, compost y humus, los cuales se descomponen gradualmente por microorganismos en el suelo, liberando los

nutrientes lentamente. Esto evita la sobrealimentación y la lixiviación de nutrientes, promoviendo un crecimiento saludable de las plantas y una mayor sostenibilidad ambiental en comparación con los fertilizantes químicos (Gonzales, 2018)

Según Cunuhay & Vivas (2017), afirma que: el uso de abonos orgánicos como alternativa a los productos químicos tiene como principal ventaja: la reincorporación de los microorganismos benéficos como bacterias, hongos y actinomicetos que se alimentan del material orgánico y que interactúan simbióticamente con las plantas, obteniendo beneficios como la fijación de nitrógeno o fósforo y también sirviendo como agentes de control biológico, que ayudan a combatir enfermedades y plagas causantes de pérdidas económicas (Viera, 2020).

Así también, la producción orgánica, es de gran importancia gracias a que permite reducir costos de producción hasta en un 30 %, debido a que la elaboración de los abonos orgánicos es económica, debido al aprovechamiento de los residuos generados en las unidades productivas como restos de cosechas, podas y excrementos de animales (Sosa, 2019).

Entre muchos otros beneficios de los abonos orgánicos están: el mejoramiento de la composición del suelo al optimizar la estructura, mejorando la retención de agua evitando los altos costos en la implementación de sistemas de riego, estos abonos son ricos en la mayoría de los nutrientes, pero con mayor concentración en nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, los factores como la luz y el viento afectan la productividad del suelo y es por eso por lo que se opta por protegerlo con coberturas denominadas mulch (Cotrina et al., 2020).

La aplicación de las coberturas mulch, consiste en la incorporación de una capa protectora sobre el suelo que optimiza la productividad de los cultivos jugando un papel importante como: disminución en el porcentaje de erosión del suelo, mejorar la retención de humedad, la regulación de la temperatura evitando daños a causa de los cambios bruscos en la misma, evitar el crecimiento de plantas competidoras, frenar el desplazamiento de plagas rastreras e impedir la contaminación del producto a causa de los agentes patógenos del suelo (Caguanta, 2022).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación de fertilizantes orgánicos y un fertilizante sintético utilizando dos tipos de mulching en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en Pupiales, Nariño

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar qué tratamiento estimula un mayor desarrollo vegetativo en el cultivo de lechuga
- Establecer que cobertura promueva mejores condiciones edáficas en el cultivo de lechuga
- Definir si la interacción entre fertilizante orgánico y cobertura, generan un mejor sistema productivo en el cultivo de lechuga
- Realizar un análisis económico de los tratamientos aplicados.

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Pueden los fertilizantes orgánicos igualar la producción del fertilizante químico?
- ¿Qué tratamiento es el mejor para el desarrollo de la planta de lechuga?
- ¿Qué tipo de fertilización (orgánica e inorgánica) tiene mayor rentabilidad?
- ¿Existe una asociación entre las coberturas y los fertilizantes?
- ¿Utilizar coberturas aumenta el rendimiento?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación realizada por Calle Choque Persy Wilter en el año 2018 con el título: Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la zona de achocara baja, municipio de Luribay, con el objetivo de: analizar el efecto de los abonos sobre el cultivo de lechuga, utilizando humus de lombriz, estiércol de ovino y compost. El efecto que alcanzaron los abonos orgánicos fue: Para la variable de altura de la planta, el humus de lombriz mostró una media de 13.1 cm, seguido por el compost con un valor de 12 cm y por último el estiércol de bovino con una media de 12 cm. Para la relación beneficio costo, el mejor fue el estiércol de ovino con un valor de 2.7 unidades, continuando con el compost con 2.6 unidades y por último el humus con 2.5 unidades, Lo que indica que los tres abonos son rentables. En conclusión, el rendimiento de producción de la lechuga, el humus de lombriz tuvo un mayor rendimiento y el compost tuvo un menor rendimiento (Calle, 2018).

Se realizó la investigación de fertilización orgánica denominada: Fertilizantes orgánicos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) Crespa verde, con el objetivo de evaluar su crecimiento y desarrollo, en un ambiente cerrado, en el año 2020, por Brian Jazmín Mendoza y Juan José Vicente Rojas. En donde se utilizó dos fertilizantes orgánicos; T1 (Testigo), T2 (gallinaza) T3 (estiércol de vaca). En el cual se empleó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. El trasplante se realizó a los 15 días después de la siembra, las dosis para los dos abonos orgánicos fueron de 408 g. A los 58 días se procedió a cosechar teniendo en cuenta las variables de tamaño de hojas, número de hojas y peso fresco del producto. Para la obtención de medias se hizo uso de las pruebas de Duncan, en donde se obtuvo diferencia significativa en el peso y la altura de la planta, en el cual el T3 (estiércol de vaca) como el mejor en producción, con un crecimiento de 11.97 cm de sus hojas y una media de 145.92 g de peso a diferencia de los otros tratamientos (Mendoza & Rojas, 2020).

Se realizó la investigación denominada: Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019, con la finalidad de: evaluar el efecto de dos tipos de abonos. Para la elaboración del bocashi se hizo uso con residuos vegetales. Se realizó 4 tratamientos con 5 repeticiones, los tratamientos utilizados fueron: T1 sin abono, T2 con bocashi, T3 con fertilizante foliar nitrogenado, T4 con bocashi (50%) y fertilizante foliar nitrogenado (50%). Los resultados que se obtuvieron para el tratamiento de bocashi, fueron: pH con un valor de 7.3; potasio 1.31 %; fósforo 1.1%; nitrógeno 2.79%; materia orgánica: 33.23%, relación carbono nitrógeno 2.97 %. Estadísticamente, el mejor tratamiento fue el T2 (bocashi) con los indicadores de crecimiento de raíz, tamaño de hoja, altura de la planta, peso de planta. Para la variable número de hojas el mejor tratamiento fue el T2 y T4; para el mejoramiento de calidad el mejor tratamiento fue el bocashi. En pocas palabras, el mejor tratamiento para mejorar la calidad del suelo y la producción de lechuga es el bocashi por encima de los otros (Quintana & Puchoc, 2019).

En la investigación con título: "Evaluación de la producción de lechuga bajo diferentes tratamientos de mulching en un sistema protegido". Se evaluó tres tipos de coberturas para determinar la producción y calidad de las plantas en un sistema protegido. Los tratamientos fueron mulching de polietileno de color negro, mulching de polietileno plateado y por último el control que fue sin mulching. Los resultados dieron como a los mejores tratamientos las dos coberturas de mulching sobre los tratamientos sin cobertura debido a un mejor rendimiento, una mejor protección ante el crecimiento de malezas y mejor conservación de la humedad. En cuanto a la calidad, se determinó que los tratamientos con mulching mejoro la apariencia del producto y el sabor de las hojas (García-Clemente et al., 2018).

Se realizó la investigación por: Leyder Jimma Nuncum en el año 2022, denominada: efecto de tres Abonos Orgánicos en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) - Luya, Amazonas, 2022. Con el objetivo de evaluar el efecto realizado por tres abonos orgánicos en el rendimiento y producción de lechuga, la investigación se realizó con un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos, los cuales son: T0= sin aplicación de fertilizante, el T1=compost, T2=gallinaza y por último el T3=humus; además de 3 bloques y 12 plantas por unidad experimental. Las variables por evaluar fueron altura de la planta, número, hojas, materia seca, área foliar y rendimiento. Los resultados que arrojó la investigación demostraron que el humus fue

favorable para todas las variables, con una diferencia significativa obtenida en la altura de la planta con una media de 29 cm, número de hojas de 27 unidades y un rendimiento que indica un valor de 62.023 kg/ha. Concluyendo que el humus de lombriz fue el mejor tratamiento para el rendimiento del producto (Nuncum, 2022).

Se realizó un ensayo llamado: "Rendimiento de dos variedades de lechuga (Black seeded Simpson y Grand Rapid bajo dos tipos de fertilización orgánica en la comunidad de Sapecho-Palos Blancos" en el cual se propuso el objetivo de determinar el rendimiento de dos variedades de lechuga (Grand Rapid y Black seeded Simpson) con dos tipos de fertilización orgánica, Los factores que se tuvo en cuenta fueron: Factor A: Variedad, V1 (lechuga/Black seeded Simpson) V2 (lechuga/Gran Rapid) y Factor B: Fertilizantes Orgánicos: Humus de Lombriz y Bocashi. Se hizo uso de un diseño completamente al azar con tres repeticiones, con dos factores los cuales son: variedad y fertilizante. Las variables estudiadas fueron: altura, cantidad de hojas y peso de la planta, se obtuvo diferencia significativamente estadística al segundo mes en la variable altura de la planta, se determinó que la variedad black Simpson creció 17.79 cm. Con respecto a los fertilizantes orgánicos, no existió diferencia significativa en las diferentes variables, concluyendo que la fertilización orgánica sí influyo en el rendimiento (Mamani et al, 2021).

Se realizó una investigación denominada "Efecto de dos tipos de compost en el rendimiento de lechuga arropollada (*Lactuca sativa* L.) en el distrito de Marcabalito, provincia de Sánchez Carrión" se realizó la investigación con la variedad great lakes 659, en la cual se evaluó el peso, altura y diámetro de la planta. Para el diseño se realizó 16 parcelas de, clasificadas por 4 bloques, además se utilizó dos tipos de compost, el T1 formado por residuos caseros, mientras que el T2 formado por estiércol de animales y se realizó una mezcla de los 2 denominados T3. Con el tratamiento T3 la media para la variable peso fue de 209.89 g y para el T1: 192.09 g y finalmente para el T2: 160.03 g. Para la siguiente variable, que fue la altura de plantas, el mejor tratamiento fue el T3 con un promedio máximo de 19.4 cm, en cambio, los otros dos tratamientos T1 y T2 obtuvieron valores de 18.8 cm y 16.3 cm respectivamente. De igual manera para la variable diámetro el mejor fue el T3 con 27 cm seguido del T2 con 24.9 cm y por último el T1 con una media de 24 cm. Se concluyo que el compost mezclado de estiércol con residuos caseros fue el más efectivo para mejorar el rendimiento de la lechuga (Castillo et al, 2019).

En la investigación realizada por Flores & Tapullima (2022), con el título denominado: Aplicación de biol orgánico, humus y fertilizantes químicos en las características biométricas del (*Lactuca Sativa L.*), Provincia de Lama, con la finalidad de: evaluar el efecto de los diferentes abonos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*), y su relación entre ellos. La población y muestra se tomó a 60 plantas. Los tratamientos fueron: T0 (sin abono/ testigo), T1 (biol orgánico), T2 (Humus) y T3 (fertilizante químico). Los resultados en la eficiencia sobre las características biométricas de la lechuga por aplicación de biol orgánico a una dosis de 10 ml por 15 L de agua obteniendo en el T1 en el número de hojas fue de 7.5 el diámetro ecuatorial fue de 3.6 cm, el tamaño de las hojas fue de: 8.1 cm, la altura de 10.8 cm y el peso de la planta fue de 158. g. Los resultados más bajos fueron del tratamiento testigo (T0) con un valor de 5 en el número de hojas, 3.2 para el diámetro ecuatorial, 5.4 tamaño de la hoja, altura de 5.9 cm y finalmente un peso de 89 g. En conclusión, los abonos orgánicos y con más eficacia el biol fueron mejor que el fertilizante químico; sin embargo, los cultivos sin fertilización nos serán óptimos y productivos.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. El cultivo de Lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta herbácea anual que pertenece a la familia de las Asteráceas. Es una hortaliza de gran importancia a nivel global debido a su impacto económico y su contribución en la alimentación humana. Debido a la amplia variedad de climas y suelos, la lechuga tiene una buena capacidad de adaptación, siendo los grupos más destacados la lechuga de hoja suelta y la lechuga de cabeza (iceberg) (Mantilla, 2017).

2.2.2. Historia y Origen

Los primeros historiales del cultivo de lechuga datan de su ubicación en el continente africano, específicamente en el país de Egipto, en el cual se encontró información en forma de jeroglíficos grabados en construcciones como tumbas o templos hace aproximadamente 2500 a.C. siendo en esa época una planta con características de hojas alargadas (Velásquez, 2019).

La extensión territorial de la lechuga continuo rumbo al continente europeo, hacia el país griego, esto consta en escritos de los filosofo Sócrates en el 450 a.C., Aristóteles (356 a.C.), Teofrasto (332 a.C.) y Dioscórides (60 a.C.). El cultivo también fue desarrollado por el antiguo imperio romano, quien debido a la expansión territorial lo

difundieron por toda Europa, posteriormente llegó al continente americano en el año de 1494, el registro de los primeros cultivos se encuentra en la isla de Isabela hoy en día parte de las Bahamas (Granval de Millan & Gaviola, 1991).

2.2.3. Importancia económica.

La importancia del cultivo de lechuga está aumentando con el paso del tiempo, gracias a la diversificación de tipos varietales como al aumento de la cuarta gama. En Latinoamérica, México es el país con mayor producción de lechuga con aproximadamente 370000 toneladas, solamente superado por países como: China, Estados Unidos e India con aproximadamente: 14200000, 3900000 y 1200000 respectivamente. La lechuga es importante para la salud de las personas siendo una gran fuente de minerales y vitaminas siendo algunos de ellos: aporte de calcio, hierro, provee de energía en pequeñas cantidades, vitaminas A, C, B1, B2 (Infoagro, 2013).

2.2.3.1. Clasificación taxonómica

De acuerdo con Espinoza. G. (2017) y como se muestra en la tabla 1, afirma que la lechuga se clasifica así:

Tabla 1. Taxonomía de la lechuga

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Cichorioideae
Genero	Lactuca
Especie	<i>Lactuca sativa</i> L.

Fuente: (Espinoza, 2017).

2.2.3.2. Morfología



Figura 1. Morfología de la lechuga

Las estructuras de las plantas varían de tamaño y forma en base a la variedad sin embargo todas poseen iguales partes.

Según Álzate & Loiza (2008), Afirman que:

- Raíz: La planta de lechuga tiene una raíz pivotante y corta, que puede profundizarse hasta aproximadamente 30 cm del suelo, además tiene un crecimiento relativamente rápido siendo capaz de producir un líquido blanquecino denominado látex. La raíz principal se divide en numerosas raíces laterales y que a su vez se derivan en raíces terciarias capaces de absorber las distintas sustancias nutricionales y agua.
- Tallo: El tallo es relativamente corto hasta la etapa de floración, desde ese momento crecerá longitudinalmente hasta un metro de largo, en sus primeras etapas sus tallos son poco visibles al punto de que se cree que las hojas emergen de la raíz, se debe tener en cuenta que cada hoja esta provista de una porción de tallo, tienen forma cilíndrica y son muy ramificados desde su base.
- Hojas: Son de color verde con tonalidades claras, basales, numerosas, grandes en densa roseta, ovales, oblongas y brillantes u opacas dependiendo de la variedad, también cambian su forma del borde que pueden ser lisos, ondulados o aserrados, en la lechuga, esta es la parte de la planta que debe ser mejor cuidada y tratada, debido a que la hoja es la parte comestible (Alvares et al., 2018).
- Flores: Sus flores se agrupan en estructuras denominadas inflorescencias de tipo ramo y son de color amarillo, están compuestas por flores de disco en el centro y flores de tipo margen en el exterior. Las flores del disco son pequeñas y tubulares, mientras que las flores del margen son más grandes y vistosas, con pétalos extendidos. Las flores del disco son perfectas y pueden producir semillas, mientras que las flores del margen suelen ser estériles.
- Frutos: La lechuga pertenece a la familia de las Asteraceae y sus frutos tienen forma de aquenios. Los cuales son estructuras secas y duras que contienen una sola semilla cada una. Estos frutos se desarrollan a partir de las flores de la lechuga, que son flores pequeñas y amarillas agrupadas en inflorescencias en forma de capítulo. Esta estructura tiene forma oblonga o elíptica, con una longitud de 4 mm. Su color depende de la variedad, que va desde amarillo claro hasta marrón oscuro (Cerrillo, 2018).

- Semillas: Las semillas son las responsables de propagar a las nuevas plantas, las semillas de lechuga son de color blanco o negro (según la variedad), son pequeñas, alargadas aproximadamente de 3 a 4 mm de longitud. La semilla está cubierta por una capa externa llamada tegumento, su textura puede ser lisa o rugosa. Esta capa protege la semilla de daños físicos y de la deshidratación (Gaviola & Granval, 1991).

2.2.3.3. Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo de lechuga

- Temperatura: La temperatura requerida para las semillas en el proceso de germinación comprende entre 18 a 20 °C, después de los 30 días o en la fase de crecimiento la temperatura apropiada es de aproximadamente 16° C durante el día y la mitad por la noche, La planta de lechuga tiene mayor resistencia a temperaturas altas que a temperaturas bajas, siendo el pico más alto de 30 °C y el valor menor de -5 °C (Romero & Gonzales, 2014).
- Clima: Según Khan (2005), el clima al que se adapta el cultivo de lechuga comprende zonas con climas frescos y templados, con temperaturas promedió por mes de 15 °C, con un rango comprendido entre 7 y 24 °C.
- Suelo: El cultivo de lechuga prefiere suelos ligeros, arenoso-limoso, que tenga un buen sistema de drenaje, además un pH en un rango entre 6.5 a 7.8. El suelo además debe contar con alrededor de 50% de material orgánico sólido y otro 50% de porosidad para que pueda intercambiar agua, minerales y aire en partes equitativas. Además de ello este cultivo cuenta con buena resistencia a suelos de tipo alcalino, sin embargo, los mejores resultados se obtienen en suelos francos poco ácidos (Duran, 2007).
- Humedad: La sección radicular de la lechuga es de menor tamaño en comparación con la parte foliar, debido a esto es sensible a periodos de sequía y por ende a la de falta de humedad, sea lo anterior dicho en un periodo de tiempo corto o largo. La humedad relativa apropiada para el cultivo de lechuga es de un aproximado de 70%, sin embargo, algunos productores deciden producir la lechuga en invernaderos en donde la humedad no es la apropiada y por ello se recomienda incorporar un sistema de riego (Maroto, 2002).
- Agua: El cultivo de lechuga es sensible al déficit hídrico debido a que la raíz se profundiza muy poco, el efecto se ve reflejado en el desarrollo de la parte

aérea y así también la materia verde. Exigiendo niveles hídricos en el suelo cercanos a capacidad de campo (Bouzo et al, 2006).

La importancia del agua según Saavedra (2017), afirma que: la calidad del producto se verá directamente afectado por un mal manejo de riego (exceso o déficit de agua) o si la cantidad de humedad tiene un valor bajo. Las principales consecuencias en la planta son: un bajo crecimiento y engrosamiento de las hojas y el tallo por ende una obtención de un mal producto y baja comercialización. Es recomendable regar cerca de 2.5 a 3.8 cm de agua semanalmente, pero la cantidad exacta puede variar según las condiciones específicas del cultivo. Es importante mantener el suelo constantemente húmedo, pero evitando el encharcamiento y el exceso de humedad.

- Fotoperiodo: En condiciones de fototropismo de larga duración es decir mayor a las 12 horas de luz junto a temperaturas altas es decir más de 25 °C provoca el crecimiento rápido del tallo floral, En el caso las lechugas de tipo repollo (iceberg) tienen mayor resistencia que las lechugas tipo oreja. En conclusión, La planta de lechuga tiene un mejor desarrollo cuando hay menos de 14 horas de luz solar (Lesur, 2007).
- pH: Para el óptimo desarrollo de lechuga, se debe cultivar en suelos con el pH preferiblemente neutros entre 6.7 y 7, aunque otros autores afirman que entre 5 a 7.5 siempre y cuando el suelo tenga buen drenaje y bastante contenido de materia orgánica.
- Luz: Las plantas de lechuga necesitan gran cantidad de luz solar por día ya que gracias a ello promueve el desarrollo foliar y el crecimiento oportuno, Se recomienda una intensidad de luz de al menos 10,000 a 15,000 lux. En términos generales, se recomienda que niveles elevados de luz promuevan un mayor desarrollo de follaje en términos de volumen, peso y calidad

2.2.4. Prácticas culturales

Consiste en las practicas que se desarrollan a lo largo de la vida fenológica del cultivo.

- Preparación del suelo: Es una actividad importante para que las plantas tengan un buen desarrollo radicular, esta actividad se debe realizar teniendo en cuenta el nivel de compactación del suelo (Arias, 2009).
- Se debe preparar el suelo con maquinaria o con mano de obra para soltar y aflojar la estructura del suelo, posteriormente se debe trazar surcos o camas

esto teniendo en cuenta el tipo de manejo del cultivo a desarrollar. Preferiblemente se debe cultivar en suelos con antecedentes de cultivos de leguminosas o cereales.

- Preparación de camas: Para la elaboración de las se debe considerar una altura de 15 a 20 cm debido a que permiten un buen sistema de drenaje evitando encharcamiento, mejor intercambio gaseoso, además de que el suelo suelto permite una mejor exploración radicular, un mejor control de plagas y enfermedades y para finalizar las actividades de mantenimiento y cosecha haciéndolas más rápidas y fáciles. Los caminos entre camas deben ser de 50 cm. (Arias, 2009).
- La siembra: se realiza de dos maneras, siendo la siembra directa y por trasplante, sin embargo, se debe tener en cuenta que es más recomendable el sistema de trasplante, debido a que al germinar y posterior crecimiento y desarrollo de la planta es muy débil y puede morir a causa de plantas arvenses. La siembra directa se utiliza en sistemas extensivos, consiste en la incorporación de las semillas directamente al suelo, con uniformidad, evitando la acumulación excesiva de las semillas, además con un distanciamiento y profundidad apropiados.

Para ello, es recomendable un distanciamiento de 25 a 30 cm entre plantas y aproximadamente 35 cm entre filas, la profundidad debe ser de 3 a 5 cm del suelo. En el sistema por trasplante, se debe realizar semilleros en el suelo o también se puede emplear bandejas de germinación de poliestireno a una profundidad de 5 mm, aproximadamente 30 días después de la siembra se procederá a trasplantar, procedimiento que consiste en mover las plántulas del semillero o las bandejas al sitio del terreno donde se llevará a cabo el proceso de desarrollo del cultivo en su totalidad (Cardeña, 2012).

- El control de malezas: se hace de forma manual o química es importante previo a la siembra o el trasplante, se debe realizar actividades de deshierbe con ingredientes activos en el control químico o de manera manual con azadón, dichas actividades se deben desarrollar en distintas etapas del cultivo principalmente en sus primeros días, con el fin de evitar la competencia de luz solar, agua y nutrientes por parte de plantas competidoras. Se debe realizar con las herramientas apropiadas evitando dañar las raíces y por ende creando puertas de entrada de patógenos (Montesdeoca Pacheco, 2008).

Control fitosanitario :Existen varios métodos para mantener un control de plagas y enfermedades, a continuación, algunas prácticas recomendadas:

- Rotación de cultivo: se debe cambiar los cultivos tras su cosecha para evitar la resistencia y la descendencia de las plagas en el terreno.
- Cultivar lechuga bajo condiciones de control.
- Aplicaciones quincenales preventivas por vía foliar con abonos orgánicos y evitar el uso excesivo de plaguicidas para no afectar con tóxicos el producto y también la resistencia de las plagas.

El control de plagas y enfermedades: en el cultivo de lechuga es esencial para mantener un correcto desarrollo de las plantas y garantizar una buena producción. Para lograrlo, es importante realizar un monitoreo regular de las plantas, implementar la rotación de cultivos, mantener una buena higiene en el área de cultivo, utilizar variedades resistentes, recurrir al control biológico con insectos benéficos, utilizar productos químicos de manera responsable, instalar trampas y barreras físicas.

- Riego: El cultivo de lechuga requiere de dos riegos cada 8 días como mínimo. Los riegos ligeros frecuentes causan que las hojas se desarrollen rápidamente. El exceso de riego y por ende de humedad, especialmente en suelos pesados, puede producir enfermedades, crecimiento lento y escaldaduras o quemaduras de los bordes de las hojas, afectando negativamente el producto (Martínez, 2019).

Para el sistema de riego en el cultivo de lechuga el más recomendable es el sistema a través de goteo, principalmente en lugares como invernaderos y cintas de exudación en cultivos al aire libre; otras opciones factibles son el sistema por gravedad y por aspersión, por otro lado, el sistema por surcos incrementa el aporte de nitrógeno hasta en un 20% (infoagro, 2021).

2.2.4.1. Fertilización

Una correcta fertilización garantizara una producción y rendimiento óptimos, sin embargo, los requerimientos nutricionales de una planta varían en función de la etapa fenológica en la que se encuentra. Por tanto, la necesidad dependerá de la etapa de vida y la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.

Como ya se mencionó anteriormente cada etapa debe tener una necesidad nutricional diferente. Aproximadamente el 95% del nitrógeno se encuentra en el suelo, no obstante, no es directamente asimilable y el 5% si lo es, por lo que la planta lo debe asimilar en forma de ion de nitrato y ion de amonio. Este nutriente es asimilado por la

planta desde el momento del trasplante de manera ascendente, el fósforo es asimilable en forma de fosfato monovalente (PO_4H_2), como en la mayoría de las plantas la lechuga lo necesita principalmente en periodos de enraizamiento y germinación. El potasio se asimila en forma de ion K^+ y directamente de la materia orgánica cuando se mineraliza, la planta requiere grandes cantidades durante todo el proceso vegetativo por ende se debe aplicar con mayor frecuencia. El calcio se absorbe en forma de ion específicamente como (Ca^{2+}), su principal función es mantener el equilibrio entre el magnesio, el sodio y el potasio, además de regular el pH. (PROAIN, 2020), una idea en general de la necesidad nutricional en el cultivo de lechuga es como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2: Requerimientos nutricionales de la lechuga

Elemento	Dosis
Nitrógeno	100 kg/ha
Fósforo (P_2O_5)	50 kg/ha
Potasio (K_2O)	250 kg/ha
Calcio (CaO)	51 kg/ha
Magnesio (MgO)	22 kg/ha

Fuente: (PROAIN, 2020).

2.2.5. Cosecha y postcosecha

El proceso de cosecha se realiza entre los dos y los tres meses después del trasplante, sin embargo, varía el periodo de tiempo entre las diferentes variedades. Para el proceso de cosecha se debe considerar varios aspectos como: la altura que en promedio debe ser de 20 a 30 cm, no debe tener daños provocados por plagas o enfermedades y no debe tener florescencias. Otro parámetro importante es que la cabeza debe estar compactada y rígida (Chiesa, 2010).

2.2.5.1. Plagas y enfermedades

Nematodos (*Meloidogyne sp.*): Son gusanos parásitos, microscópicos causantes de heridas y daños al alimentarse, forman nódulos en las raíces que pueden generar puertas de entradas para otros microorganismos patógenos como hongos, bacterias y virus. Para combatirlos se recomienda solarizar el suelo y el material orgánico. Si la población aumenta se recomienda aplicar productos alelopáticos o productos químicos por lo general insecticidas como benfuracarb (Mahgoob & El-Tayeb, 2010).

Gusano Alambre (*Agrotis lineatus*): Es un insecto cuyo ciclo comienza, cuando la hembra escarabajo deposita los huevos en el suelo junto a las raíces de las plantas, posteriormente emerge una larva de que se alimenta de las raíces haciendo que la

planta pierda vigor y resistencia haciendo que muera. Como en la mayoría de los casos las plántulas recién trasplantadas son más susceptibles a la mortalidad.

Áfidos: Constituyen el grupo con la mayor cantidad de especies que afectan al cultivo de lechuga, siendo las partes más afectadas: las hojas y el tallo.

Algunas características de estas plagas son: que las ninfas no poseen alas, poseen polimorfismo en hembras aladas y ápteras, son insectos de comportamiento migratorio. Por lo general estos insectos viven en grandes colonias específicamente en el envés de las hojas. Otro daño indirectamente provocado por los áfidos es el crecimiento de una variedad de hongo (fumagina) que causa la incapacidad de absorción de luz, debido a los residuos de secreciones azucaradas que deja en las hojas (Arias, 2009).

Minador (*Liriomyza huidobrensis*): Atacan principalmente a las hojas cuando las hembras perforan las mismas para depositar sus huevos, posteriormente las larvas crecen y se desarrollan alimentándose de los diferentes tejidos de las plantas creando galerías o túneles afectando negativamente la capacidad fotosintética de las plantas, luego de dos semanas caen al suelo a empupar encontrándose en algunas partes en las bases de las hojas, para combatir esta plaga se debe realizar un correcto manejo integrado de plagas, con monitoreos y uso de trampas, también se debe realizar un control químico con insecticidas (Téllez, s.f).

Trozador (*Spodoptera sp*): Comúnmente conocido como gusano trozador, esta plaga ataca al cultivo en etapas de larva, ataca principalmente a plantas pequeñas y es fácil su identificación debido a que las plántulas afectadas son cortadas desde la base. Para combatir esta plaga es recomendable aplicar *bacillus thuringiensis* como control biológico y también aplicación de insecticidas (Chango, 2018).

Babosas (*Milax gagates*): Son animales de comportamiento nocturno, por lo general en el día se esconde bajo malezas o terrones, prefieren suelos en donde exista mucha humedad, en la planta atacan a las hojas devorando con mayor frecuencia a las más jóvenes. Las hembras pueden llegar a depositar desde 20 a 100 huevos. Para controlar esta plaga se debe realizar trampas o aplicar molusquicidas (Saavedra, Corradini, & Antúnez, 2017).

2.2.5.2. Enfermedades

Antracnosis (*Marssonina panattoniana*): La antracnosis es una enfermedad que ocasiona daños en la parte foliar de la planta, por lo general en sus primeras etapas

comienzan con lesiones pequeñas que posteriormente irán creciendo, las manchas son de color rojizo claro u oscuro, el diámetro de las manchas es de aproximadamente 4 cm. Para poder evitar el ataque de este patógeno se recomienda la desinfección de la semilla y la correcta desinfección del suelo previo a la siembra (Saavedra, Corradini, & Antúnez, 2017).

Botritis (Botrytis cinerea): Los síntomas de esta enfermedad se detectan principalmente en las hojas más viejas, este patógeno, ocasiona manchas de aspecto húmedo que posteriormente se vuelven de color amarillento, después se desarrollan colonias de mohos de color gris. Si la época es de invierno y la humedad es alta puede producir mucilgos de color blanco sobre la superficie de la hoja, sin embargo, si hay poca humedad es baja se producirá una putrefacción de color oscuro (Barrientos & Carrasco, 2000).

Oídio (Erysiphe cichoracearum): Es una enfermedad de origen fúngico en el cual forma manchas pulverulentas que se componen por colonias de micelios, las manchas que produce son de color blanco cubriendo ambos lados de la hoja. Es una de las principales enfermedades que causa pérdidas hasta del 100% de la producción.

Mildiu (Bremia lactucae): Esta enfermedad es más frecuente en plantas pequeñas, sin embargo, también existe incidencia en otras etapas vegetativas, las principales consecuencias que causa esta enfermedad son: la generación de manchas cloróticas que se limitan gracias a las nervaduras de las hojas, posteriormente se propaga por todas las secciones de las hojas cambiando a un color café y que finalmente se vuelve de color oscuro, otro problema que causa es el marchitamiento del follaje. Su crecimiento y desarrollo se lleva a cabo en el envés de las hojas esto debido a un exceso de humedad (Paredes, 2014).

Pudrición blanca (Sclerotinia sclerotiorum): Es una de las enfermedades que causan mayor afección en la producción debido a que causa la muerte de las plantas especialmente en las variedades: Escarolas, milanesas, francesas y otras, por lo contrario, las menos susceptibles son las variedades costinas. Un aspecto para tener en cuenta es que la enfermedad se desarrolla con mayor frecuencia en épocas entre febrero y marzo ya que se cosechan en invierno u otoño, o en resumen en meses donde el invierno es más frecuente. Las principales consecuencias de esta enfermedad es que forma manchas de pudrición acuosas que va desde la raíz hasta el área foliar (Godoy, Zolezzi, & Sepúlveda, 2018).

2.2.5.3. Abonos orgánicos

Son fertilizantes que resultan del proceso natural de descomposición de la materia orgánica, principalmente de los residuos vegetales y animales, cuyo fin es de aportar nutrientes al suelo y que sean aprovechados por otros organismos.

La aplicación de materia orgánica humificada, aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos capaces de mantener viva la actividad microbiana como lo son: las huminas, los ácidos húmicos y fúlvicos. Los cuales cumplen con funciones como: mejoramiento de la estructura del suelo, que facilitan la formación de agregados con los que se adecua la permeabilidad, aumenta la fuerza de cohesión a los suelos arenosos y la minimiza a los suelos de tipo arcillosos.

Los componentes que se agregan en conjunto con los abonos orgánicos también son fundamentales para mejorar la retención de la humedad del suelo, así pues, también estimula el desarrollo vegetativo, reduce y mejora la velocidad y capacidad de filtración del agua, lo cual disminuye la erosión que se produce por el escurrimiento superficial. Los abonos orgánicos tienen propiedades quelantes que son capaces de minimizar los riesgos carenciales de los nutrientes, lo que favorece a la disponibilidad y asimilación de los mismos.

Los ácidos húmicos tienen potenciales capaces para controlar la cantidad de poblaciones de patógenos del suelo. Las capacidades de la materia orgánica y la densidad de inóculo del patógeno que existe en los suelos son elementos que pueden influir sobre el nivel de control de las enfermedades de alcance por parte de la composta por otro lado, los microorganismos de biocontrol atacan a los patógenos en el compostaje maduro por lo que induce a la supresión de enfermedades. Estos organismos presentes del biocontrol en la composta ayudan a la resistencia sistémica adquirida a los patógenos.

2.2.5.4. Compost

Es un proceso biológico aeróbico, que, con ayuda de las condiciones ambientales favorables, como aireación, humedad y temperaturas controladas junto a la fase mesófilas y termófilas, ayudan a la transformación de los residuos orgánicos degradables, para obtener un producto final estable e higienizado, capaz de aportar nutrientes a las plantas.

El proceso de compostaje permite estabilizar y mantener un reciclaje de los residuos orgánicos biodegradables. El calor que resulta del proceso del compost tiene como

propiedad la de atacar a los patógenos como: huevos de parásitos, hongos dañinos y bacterias, además de acabar con semillas de plantas competidoras.

El compost se puede definir como un método natural con el cual se recicla la materia orgánica, que finalmente se convierte en humus, el cual es un elemento indispensable para la estabilidad y la fertilidad del suelo. Finalmente, el compostaje no es un solo proceso, sino un conjunto de procesos de actividad biológica, siendo que las especies de microorganismos que se desarrollan, va a depender de la materia de compost utilizada (Santana, 2019).

Tabla 3. Composición nutricional del compost

Parámetro	Contenido (%)
Materia orgánica	50
Humedad	60
Ph	7.2
Nitrógeno	4
Fósforo	8
Potasio	5
Calcio	8
Magnesio	2.5
Carbono orgánico	20
Ácidos fúlvicos	2.8
Ácidos húmicos	3
Fúlvicos	0.02
Sodio	0.05
Cobre	0.02
Hierro	0.006

Fuente: (Compost, 2022).

2.2.5.5. Bocashi

Es un fertilizante orgánico de tipo fermentado, que es capaz de incorporar materia orgánica y micro y macronutrientes al suelo, entre ellos se destacan el nitrógeno, fosforo, potasio, etc. También se destaca la importancia que tiene para mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, su principal finalidad es la de incrementar y mejorar la vida microbiana del suelo y por ende mejorar la productividad de las plantas, su valor nutricional dependerá de factores como: la duración del proceso de elaboración, la actividad biológica y finalmente los componentes y materiales utilizados (Agüero et al., 2014).

El bocashi se realiza a partir de la fermentación de diversos componentes en donde al mezclarlos, los materiales o residuos orgánicos, se les añade algunos aditivos que son capaces de agilizar el proceso de descomposición. Su elaboración es relativamente fácil, siendo que los materiales a utilizar no son complejos, y va de acuerdo con la zona en donde se lo realice. Pero en general algunos de ellos son: estiércol de animales de granja, restos de podas o residuos vegetales, carbón de

origen vegetal, harina de roca, tierra de zonas poco utilizadas para la agricultura, levadura, melaza y agua lluvia.

Tabla 4. Composición nutricional del bocashi

Parámetro	Contenido (%)
Materia orgánica	45
Nitrógeno total	3.5
Fosforo asimilable (P205)	4
Potasio soluble en agua (K20)	3.5
Calcio (Ca0)	10
Magnesio total (Mg)	1.3
Carbono orgánico oxidable	19
Relación carbonato nitrógeno	16
Cenizas	29
Humedad	20
pH	8.2
Densidad	0.56 g/cm ³
Capacidad de intercambio catiónico	47.7 meq/100g
Capacidad de retención de agua	148

Fuente: (GEP, 2022)

2.2.6. Humus de lombriz líquido

El humus de lombriz líquido, también conocido como "lixiviado de lombriz", es un producto altamente beneficioso para la agricultura y la jardinería que se obtiene a través del proceso de vermi compostaje. Este proceso involucra la acción de lombrices, específicamente lombrices rojas californianas, que descomponen materiales orgánicos como restos de alimentos, papel, cartón y hojas. Durante este proceso, las lombrices consumen y digieren estos materiales, excretando el humus en forma de un líquido rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos. El líquido recolectado se diluye en agua antes de su aplicación en el suelo o las plantas. La importancia del humus de lombriz radica en su capacidad para enriquecer el suelo con nutrientes esenciales, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio, así como para estimular la actividad microbiana en el suelo, lo que mejora la salud del mismo.

Además, el humus de lombriz líquido es conocido por mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de agua y reducir la erosión, lo que resulta en un crecimiento más saludable y vigoroso de las plantas. Además, su aplicación puede ser tanto al suelo como foliar, lo que lo convierte en una opción versátil para el enriquecimiento nutricional en la agricultura y ser una alternativa sostenible a los fertilizantes químicos al reciclar residuos orgánicos y reducir la dependencia de productos químicos en la producción de alimentos y cultivos (Velasco & Ortuño, 2016).

Tabla 5. Composición nutricional del humus líquido

Parámetro	Contenido
Nitrógeno total (N)	37.5 g/L
Nitrógeno ureico (N)	25.1 g/L
Nitrógeno amoniacal (N)	12.4 g/L
Fosforo total (P205)	59.3 g/L
Potasio soluble (k20)	17.1 g/L
Carbono orgánico oxidable	20.1 g/L
pH	5.72 g/L
Densidad	1.10 g/cc
Conductividad eléctrica	82 ds/m
Sólidos suspendidos	14.8 g/L

Fuente: (Organic, 2022).

2.2.6.1. Acolchados o mulch

Es una técnica ampliamente utilizada por parte de los agricultores para beneficiar y mejorar la rentabilidad en su productividad. El cual consiste en tender un acolchado o mantillo junto con el cultivo, este puede estar constituido por material orgánico como lo es: los restos de viruta, aserrín, hojarasca, residuos de podas y cosechas, incluso en algunas regiones se opta por manejar cultivos hasta un tercio de su vida fenológica, posteriormente cortar y dejar la cobertura para que sea aprovechada por otro cultivo. Por otro lado, existe una alternativa más duradera y resistente a los factores ambientales el cual es el plástico echo a base de polímeros o mulch plástico. El efecto del mulch sobre los cultivos tiene muchas ventajas entre las cuales están: control de la humedad, el cual es un factor importante en el desarrollo y crecimiento de la planta, esta técnica actúa como regulador térmico o como primera línea, el cual soporta las altas temperaturas principalmente en periodos de deficiencia hídrica, siendo capaz de minimizar la evaporación del agua y mejorando la retención de humedad del suelo.

Los mulching evitan el crecimiento y proliferación de malezas, las cuales son competidoras naturales del cultivo aprovechando la luz solar, el agua y los nutrientes del suelo. Para el caso de la aplicación de coberturas orgánicas el espesor de la misma debe ser de 5 a 10 cm. Sin embargo, con productos como las mallas anti-malezas y las capas de plástico los resultados serán más favorables.

Uno de los factores más importantes para un cultivo y por ende las plantas es la temperatura, el mulch puede ofrecer una protección, evitando la salida de la radiación infrarroja de la superficie del suelo, la cual es importante al mantener una temperatura más calidad en épocas de invierno y más fresco en épocas de verano, lo propio sucede en con los cambios de temperatura entre la fase diurna y la fase

nocturna. Es importante la regulación de la temperatura para una mayor proccidad del cultivo.

La mantención de los nutrientes es otra ventaja por parte de las coberturas que a la vez evita la degradación de los suelos, favoreciendo a su estructura. El aporte de material orgánico es indispensable, debido a que el nitrógeno disponible se ve reducido al bloquear su paso, ocasionando una competitividad entre plantas y los microorganismos del suelo.

2.2.6.2. Mulching plástico

Según Mafuta & Zeto (2019), afirma que: El mulch plástico es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura y la jardinería que implica la aplicación de una capa de material plástico, generalmente fabricado con polietileno o polipropileno, sobre el suelo circundante a las plantas. Su principal objetivo es crear un entorno favorable para el crecimiento de cultivos al proporcionar numerosos beneficios. Esta práctica beneficia a los agricultores y jardineros al conservar la humedad del suelo, favoreciendo a la evaporación, lo que resulta en un uso más eficiente del agua y, por lo tanto, ahorros en riego.

Además, actúa como una barrera efectiva contra las malas hierbas, minimizando la competencia por nutrientes y espacio con los cultivos deseables. El mulch plástico también juega un papel en la regulación de la temperatura del suelo, manteniéndolo más constante y protegiéndolo de las fluctuaciones climáticas extremas. Esta técnica también contribuye a la reducción de la erosión del suelo, al evitar que la lluvia y el viento erosionen la capa superior, mejora la calidad del producto al evitar el contacto directo de las estructuras vegetales que pueden ser infectadas por patógenos. En última instancia, todas estas ventajas se traducen en un rendimiento de cultivos mejorado, tanto en términos de cantidad como de calidad de los productos cosechados, haciendo que el mulch plástico sea una herramienta valiosa en la agricultura moderna y la horticultura.

2.2.6.3. Mulching orgánico (cobertura vegetal)

El mulch vegetal es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura, que implica la fijación de una capa de material orgánico, como paja, hojas, heno, corteza de árbol o residuos vegetales, sobre el suelo circundante a las plantas. Su propósito principal es crear un entorno propicio para el crecimiento de las plantas al proporcionar una serie de beneficios notables. Uno de los beneficios clave del mulch

vegetal es su capacidad para conservar la humedad del suelo al actuar como una barrera que reduce la evaporación, asegurando que las raíces de las plantas tengan un suministro constante de agua. Además, esta práctica contribuye significativamente al control de la temperatura del suelo, protegiendo las raíces de las plantas de las fluctuaciones extremas en las condiciones climáticas.

El mulch vegetal también desempeña un papel crucial en el control de malas hierbas al bloquear la luz solar y reducir la competencia por nutrientes en el suelo, lo que facilita el crecimiento de los cultivos deseados. A lo largo del tiempo, este material orgánico se descompone y se convierte en materia orgánica enriquecedora del suelo, liberando nutrientes esenciales que benefician el crecimiento de las plantas. Además de estos beneficios, el mulch vegetal ayuda a prevenir la erosión del suelo al actuar como una barrera física contra la lluvia y el viento que pueden llevarse la capa superior del suelo.

Esta práctica también mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y promoviendo una mejor aireación. En términos de estética, el mulch vegetal puede mejorar la apariencia de un jardín al proporcionar una superficie uniforme y atractiva, lo que es particularmente valioso en el paisajismo. En conjunto, el mulch vegetal es una herramienta valiosa para optimizar las condiciones del suelo, promover el crecimiento saludable de las plantas y mejorar la calidad de los cultivos en la jardinería y la agricultura. (Rodríguez et al. 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se realizará la recolección de datos de las distintas variables a evaluar, para que así se pueda determinar que hipótesis es la correcta con ayuda de pruebas estadísticas y así desarrollar mejores alternativas al experimento.

3.1.2. Tipo de Investigación

Bibliográfica: El tipo de investigación realizada fue de carácter bibliográfico, debido a que se hizo uso de antecedentes e información de varios autores con el objetivo de comparar resultados que podrán enriquecer la investigación realizada.

Experimental: se realiza toma de muestras para previamente ser analizadas estadísticamente a través de un modelo experimental en el cual se aplicará distintas metodologías.

3.2. HIPÓTESIS

H1: Los fertilizantes orgánicos en asociación con mulch orgánico e inorgánico si mejoran los rendimientos en la producción de lechuga.

H0: Los fertilizantes orgánicos en asociación con mulch orgánico e inorgánico no mejoran los rendimientos en la producción de lechuga.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 6: Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Independientes se define los factores abonos orgánicos y el mulch	Bocashi	Aplicaciones de 50 g de bocashi por planta, al momento del trasplante y 80 los 30 ddt,	Medición de las dosis y posterior fertilización edáfica.	Azadón, balanza, dosificador plástico
	Compost	Aplicaciones de 50 g de compost por planta, al momento del trasplante y a los 80 ddt,	Medición de las dosis y posterior fertilización edáfica.	Azadón, balanza, dosificador plástico
	Humus	Aplicaciones al 5% y al 10% de humus al momento de trasplantar y a los 30 ddt respectivamente.	Medición de las dosis y posterior fertilización edáfica (drench).	Bomba de fumigar,
	Mulching orgánico	Adecuación de las camas con cobertura vegetal	Instalación del mulch vegetal	Mulch vegetal
	Mulching inorgánico	Adecuación de las camas con cobertura plástica, se realizó hoyos para ubicar cada planta.	Instalación del mulch plástico	Hilo, tijeras, machete, estacas y Plástico
Dependientes Variables en estudio	Altura de la planta	Se midió la altura de 8 plantas por cada tratamiento con ayuda de una regla desde los 15 ddt hasta los 75 ddt y se expresa el dato en cm.	Manual y registro de datos	Regla, lápiz y agenda de apuntes
	Numero de hojas de la planta	Se contabilizo el número de hojas de 8 plantas de cada	Manual, observación y registro de datos	Lápiz y agenda de apuntes

Diámetro del repollo	<p>tratamiento desde los 15 ddt hasta los 75 ddt.</p> <p>Se tomo la medida del diámetro del repollo de 8 plantas por cada tratamiento con ayuda de una cinta métrica desde los 15 ddt hasta los 75 ddt, el valor se expresa en cm.</p>	Manual y registro de datos	Cinta métrica, lápiz y agenda de apuntes
Peso del repollo	<p>Peso del repollo al finalizar el cultivo, se realizó a los 75 ddt, el valor se expresa en gramos.</p>	Manual y registro de diferencia de pesos	Balanza, lápiz y agenda de apuntes
Humedad del suelo	<p>Se recolectaron muestras de suelo por cada unidad experimental, cada 15 ddt. Cada muestra se toma con una profundidad de 5 cm, la humedad se expresa en % de humedad.</p>	Recolección de muestras para posteriormente ser pesadas y secadas.	Muestras de suelo, agenda de apuntes, lapicero, recipientes de porcelana, balanza y microondas.
Temperatura del suelo	<p>Se tomo la temperatura de cada unidad experimental cada 15 ddt. La temperatura se tomó con un termómetro, que se expresa en °C.</p>	Toma de dato de temperatura a cada unidad experimental	Termómetro de mercurio, agenda de apuntes y lapicero.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Ubicación del Proyecto

La presente investigación fue desarrollada en un terreno ubicado en el sector de La Vereda La Concordia del municipio de Pupiales, Nariño - Colombia. Las coordenadas de la ubicación son las siguientes: 0.860908 latitud norte y 77°35'04.81 longitud occidental y por último la zona cuenta con una altitud de 2907 m.s.n.m. La temperatura promedio es de 12°C, precipitaciones de alrededor de 2000 mm/año y una humedad relativa que oscila entre los 70 a 90 % (Dateandtime, 2022).

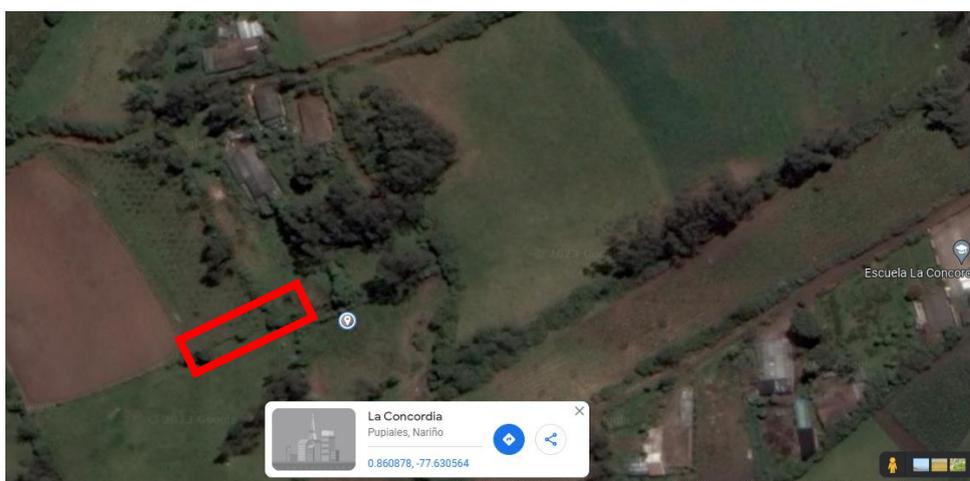


Figura 2. (Google maps, 2022)

3.4.2. Superficie de ensayo

La superficie que se utilizó en el estudio fue de: 245.5 m², las parcelas tuvieron las siguientes dimensiones de 0.85 m de ancho por 4 m de largo. Se dividió en tres bloques, los caminos entre parcelas fueron de 0.5 m.

En la tabla 5 se detalla la descripción del diseño experimental aplicada a campo abierto.

Tabla 7. Características del diseño experimental

Diseño de bloques completamente al azar	Dimensiones
Número de tratamientos	12
Número de repeticiones	3
Área total del experimento	245.5 m ²
Número de plantas a analizar/ parcela neta	8 plantas /UE a evaluar 45 plantas /UE a evaluar
Número unidades experimentales	36
Número total de plantas en el ensayo	1620

3.4.3. Distribución de los tratamientos

El ensayo Consta de doce tratamientos y tres repeticiones, la distribución de los tratamientos fue completamente al azar en cada uno de los tres bloques para un total de 36 unidades experimentales, como se puede observar en la figura.

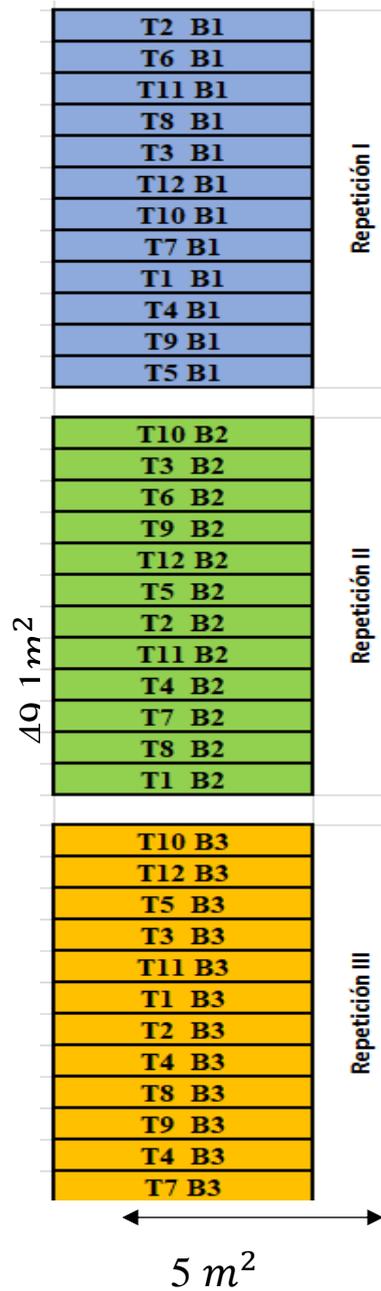


Figura 3. Distribución de los tratamientos

3.4.4. Población y muestra de la investigación

La población del presente ensayo está conformada por un total de 36 unidades experimentales, y un total de 45 plantas por parcela, para un total neto de 1620 plantas.

Para la evaluación de las plantas se tomó en cuenta 8 plantas por cada unidad experimental, lo que es un total de 288 plantas a evaluar del total del ensayo. Para determinar el crecimiento y desarrollo de las plantas se realizó mediciones de altura, número de hojas y diámetro de cada planta.

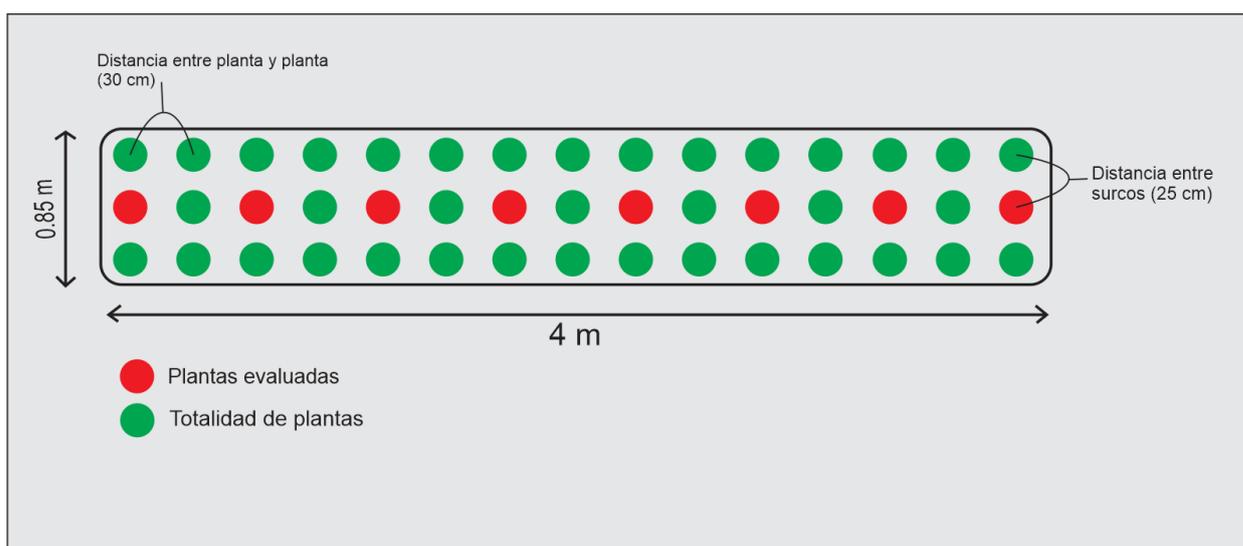


Figura 4. Diseño de la unidad experimental y ubicación de las plantas evaluadas

3.4.5. Tratamientos

La descripción sobre los tratamientos se indica en la tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos del ensayo

TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
T1	Sin cobertura + compost
T2	Sin cobertura + Bocashi
T3	Sin cobertura + fertilizante triple 15
T4	Sin cobertura + humus
T5	Cobertura vegetal (aserrín) + compost
T6	Cobertura vegetal (aserrín) + humus
T7	Cobertura vegetal (aserrín) + fertilizante triple 15
T8	Cobertura vegetal (aserrín) + Bocashi
T9	Cobertura plástica + fertilizante triple 15
T10	Cobertura plástica + compost
T11	Cobertura plástica + humus
T12	Cobertura plástica + Bocashi

3.4.5.1. Factores en estudio

- Fertilizantes orgánicos (Compost, bocashi, humus líquido y abono triple 15): Se utilizaron 52.65 kg de bocashi y compost en donde se hizo dos aplicaciones a cada planta con 50g al momento del trasplante y 80g a los 30 ddt. Para el caso del fertilizante triple 15 se aplicó un total de 11 kg con dos fertilizaciones, la primera al momento del trasplante y una dosis de 12 g y la segunda a los 30 ddt, con una dosis de 15 g. finalmente para el humus de lombriz se utilizó 6 litros en donde se aplicó al 5% y 10%
- Acolchados (polietileno y aserrín): Se utilizó dos tipos de coberturas de acolchados uno orgánico (aserrín) y un sintético (plástico polietileno). para el cubrimiento del mulch de aserrín se adquirió 6 quintales y para el caso de los tratamientos con mulch de plástico se compró 66 metros de largo por 1.5 m de ancho para cubrir las unidades experimentales que corresponden a los tratamientos con mulch sintético.
- Para los tratamientos testigos la interacción utilizada fue suelo sin cobertura y el fertilizante sintético.
- Altura de la planta: Se refiere al crecimiento apical, se realizó la medición de 8 plantas por cada unidad experimental (camas) después de 15 días de trasplante y luego cada 15 días desde la primera toma de datos hasta que el cultivo finalizó. se realizó con ayuda de una regla, se midió desde la base del tallo hasta la punta de las hojas, teniendo en cuenta la hoja más alta, el valor se mide en centímetros.
- Número de hojas : Se contabilizó la cantidad de hojas de cada planta, al igual que el anterior caso se realizó cada 15 días y se tomó 8 plantas como referencia.
- Diámetro del repollo: Se refiere a la longitud de la anchura del repollo en su punto más ancho, cuando la planta estuvo en su fase inicial se optó por la medición con una regla y posteriormente en las últimas etapas con cinta métrica, el cual está dado en centímetros.
- Peso de la planta al cosechar : Posterior a la cosecha con ayuda de una balanza se procedió a tomar los datos de pesaje de cada planta, el cual está dado en gramos.

- **Humedad del suelo:** Para la determinación de la humedad del suelo se utilizó un horno microondas, teniendo en cuenta la normativa ASTM -D 4643, en donde se recolectaron muestras de suelo por cada tratamiento, se pesaron cada una de las muestras, posteriormente se debe realizar periódicos secados hasta obtener un peso final. El cálculo para la humedad del suelo se define con ayuda de la siguiente fórmula.

$$\%W = \frac{Psh - Pss}{Pss} * 100$$

- **Temperatura del suelo :** Se recolecto los datos de temperatura de cada tratamiento, con la ayuda de un termómetro, la primera toma de datos fue a los 15 días del trasplante, consecutivamente se realizó cada quince días después de la primera recolección de datos. Para la temperatura se tomó tres muestras en diferentes horas del día por cada unidad experimental, la primera a las 7:00 am, la segunda a las 12:00 pm y por último la tercera a las 5:00 pm. Finalmente se promedió los valores para obtener un solo dato por día y por unidad experimenta.

3.4.6. Manejo del experimento

- **Preparación del terreno:** para la preparación del suelo se hizo uso de labranza manual en el cual se removió las malezas y se aflojo el terreno con una pala o azadón, posteriormente se llevó a cabo la realización de camas con ayuda de cordel, para ello se hizo uso de azadón y rastrillo.
- **Elaboración de las camas :** Se construyo las camas o parcelas con las siguientes dimensiones: altura de 20 cm, 1.5 m de ancho y 6.5 m de largo, a la vez se realizó los caminos entre camas con una dimensión de 0.5 m de ancho.
- **Aplicación de las coberturas :** Posterior a la realización de camas, se las cubrió con el mulch plástico fijando un extremo con tierra para facilitar el templado, luego se cubrió con más tierra los lados faltantes, finalmente con ayuda de una tijera se realizó las perforaciones para cada planta. Para el caso de la cobertura orgánica se utilizó la mitad de quintal por cama, ubicando el contenido de manera uniforme y evitando cúmulos altos.
- **Trasplante:** El trasplante de lechuga en la variedad coolguard, se llevó a cabo después de 30 días de siembra en las bandejas de germinación, para

trasplantar se utilizó una densidad de siembra de 0.25 m entre plantas y 0.30 m entre hileras.

- Fertilización orgánica: La aplicación de los diferentes abonos orgánicos se llevó a cabo en dos etapas del cultivo siendo la primera al momento del trasplante y la segunda a los 30 días desde la primera aplicación, en el caso de los abonos del compost y el bocashi se utilizó 50g y 80g por planta en las dos aplicaciones, para los tratamiento de humus líquido se utilizó una dosis al 5% en la primera aplicación y 10% en la segunda aplicación, finalmente para el testigo (fertilizante químico) se hizo uso de 10g por planta en la primera aplicación y 15 g en la segunda aplicación.
- Deshierbe: Esta actividad es importante para evitar la proliferación de patógenos y plagas que afecten de manera negativa el cultivo, se llevó a cabo a los 30 días de la siembra, sin embargo, los tratamientos que incluían los dos tipos de coberturas no tuvieron gran influencia de malezas.
- Riego: El riego utilizado fue por aspersión, esta actividad se realizó periódicamente en épocas de sequía con una frecuencia de dos días por semana y con una duración de una hora y media por riego.
- Control fitosanitario :A lo largo del ensayo se realizó el control de plagas y enfermedades, siendo la primera aplicación antes del trasplante utilizando: alisin (extracto de ají con ajo), metomyl y clorpirifós, se aplicó un molusquicida (metaldehído) a los dos días después del trasplante y posteriormente se realizó una vez por mes. Finalmente se realizó una sola aplicación fúngica de metalaxyl y captan al segundo mes después del trasplante.
- Cosecha: Consistió en la obtención del producto final en el cual se corta el repollo con una pequeña sección del tronco, la cosecha se realizó a los 90 días teniendo en cuenta el tamaño de las hojas, el color, que debe ser, un verde pálido y su repollo se torna firme y compacto.

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño de tratamientos es de tipo factorial siendo los factores de estudio: el fertilizante orgánico y los acolchados. El diseño del experimento fue de bloques completamente al azar, el diseño es de tipo $4 \times 3 = 12$ tratamientos, tal y como se muestra en la tabla 6. Para la parte estadística se utilizó el software Statistix en su versión 8. Para el grado de diferencia significativa para el análisis de varianza y las

pruebas de medias con el método de Tukey se realizó con un valor de 5 %.

Tabla 9. Esquema de ANAVAR

Fuente de Variación	Operación	Grados de Libertad
REP/BLOQ	R-1	2
COBERTURA	COBERTURA-1	2
FERTILIZANTE	FERTILIZANTE-1	3
COBER*FERT	(COBER-1)*(FERT1)	6
Error		22
Total		35

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

En los casos en donde no existió diferencia estadística significativa de la interacción cobertura*fertilizante, se hace un análisis individual por parte de cada factor en estudio. Si los valores en el análisis de varianza no son significativos estadísticamente ($p > 0.05$) se lo acompaña con las letras *ns*. Sin embargo, si tienen diferencia estadística ($p < 0.05$) se pospone el valor con un *. Las pruebas de medias de Tukey se realizan para los valores $p < 0.05$ si hay interacción entre las coberturas y los fertilizantes, dado el caso que no exista interacción, las pruebas de medias se realizan por factor de estudio individualmente.

4.1.1. Análisis de la varianza para la variable altura de la planta

En el análisis de varianza para la variable altura de la planta (tabla 10) muestra que no hubo diferencias estadística significativa en los 15, 30 y 45 ddt para los factores Cobertura y fertilizante, tampoco se observa diferencias para la interacción cobertura*fertilizante en ningún día evaluado, debido a lo anterior, se procedió a realizar un análisis aislado de cada factor de estudio a los 60 y 75 ddt, la cobertura y fertilizante tuvieron un valor de $p < 0.01$, por lo que indica que hay diferencia significativa de los factores empleados en el ensayo. Los resultados de medias en la altura de crecimiento fueron óptimos en ese periodo de tiempo, pasando de tener 6.6cm a los 15 ddt, 9.91 cm a los 30 ddt, 13.08 cm a los 45 ddt, 14.53 cm a los 60 ddt y finalmente tener 18.6 cm a los 75 ddt; con coeficientes de variación de: 10.45%, 11.92%, 7.16%, 4.36% y 7.90% desde los 15 hasta los 75 ddt indicando que se realizó adecuadamente el presente experimento.

Tabla 10. Análisis de varianza altura de la planta ddt hasta los 75 ddt

FV	GL	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
		P(valor)				
REP/BLOQ	2	0.13	0.00	0.00	0.11	0.29
COBERTURA	2	0.50ns	0.39ns	0.33ns	0.00**	0.01*
FERTILIZANTE	3	0.06ns	0.20ns	0.49ns	0.00**	0.00*
COBER*FERT	6	0.64ns	0.97ns	0.37ns	0.13ns	0.19ns
ERROR	22					
TOTAL	35					
Media cm		6.66	9.91	13.08	14.53	18.60
CV (%)		10.45	11.92	7.16	4.36	7.90

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= GOrados de libertad; CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, COBERTURA=Cobertura, FERTILIZANTE= Fertilizante, *diferencia significativa, **= alta diferencia significativa, ns = no significativo; ddt = días después del trasplante.

La prueba de Tukey al 5% para la variable altura de la planta, se realizó a los 60 y 75 ddt, presentada en la tabla 11, se logra identificar que a los 60 ddt para el factor cobertura la de mejor respuesta fue la cobertura plástica con 15.12cm, de igual manera a los 75 ddt la cobertura de plástico tuvo los mejores resultados con un valor de 19.67 cm. Para el factor fertilizante a los 60 ddt, existieron tres grupos estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes, siendo el mejor el compost con una media de 15.18 cm, el bocashi con 14.82 cm y finalmente el fertilizante químico con 14.75 cm, así también a los 75 ddt el fertilizante con mayor resultado fue el compost y un valor de 20.64cm.

Tabla 11. Prueba de Tukey para la variable altura de la planta a los 60 y 75 ddt.

COBERTURA	60 ddt	75 ddt
	Medias	
C. plástico	15.12 A	19.67 A
C. vegetal	14.37 B	17.85 B
Sin cobertura	14.10 B	18.27AB
FERTILIZANTE		
Compost	15.18 A	20.64 A
Bocashi	14.82 A	18.09 B
Químico	14.75 A	18.50 B
Humus	13.37 B	17.16 B

Leyenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

Para la variable altura de la planta, existió diferencia significativa para cobertura y fertilizante de manera independiente a los 60 y 75 ddt, obteniendo los valores más altos de: 19.67cm con cobertura plástica y 20.64cm con compost, esto quizá se produjo debido a que el compost brinda los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, además de que los abonos orgánicos sólidos mejoran las condiciones productivas del suelo con mayor eficiencia y por mucho más tiempo. Se demostró que el uso de abonos orgánicos tiene un efecto positivo en el crecimiento de las plantas de lechuga. Además, se observó que las plantas fertilizadas con fuentes orgánicas presentan niveles más altos de fósforo, un elemento esencial para diversas

funciones vitales en las plantas, como la fosforilación, la fotosíntesis, la respiración, así como en la síntesis y descomposición de glúcidos, proteínas y ácidos grasos (Pantoja, 2020), dicha afirmación se ratifica por: Castillo (2020), en donde los resultados de su investigación testifican que desechos caseros y desechos de animales fue favorable al crecimiento de las plantas con 19.4 cm.

Los abonos sólidos, tal y como se mostró en la presente investigación, resaltan una mejor producción, al igual que en la investigación realizada por Nuncum (2022), en donde el humus de lombriz (tratamiento 3) utilizado, tuvo un rendimiento relativamente bajo de 17.16 cm en comparación con los 29 cm alcanzados por el compost, sin embargo, los resultados obtenidos por: Calle (2018), son diferentes, siendo mejor el tratamiento con humus de lombriz líquido con una media favorable de 13.1 cm, siendo muy inferior a los resultados obtenidos en la presente investigación, factiblemente debido a una posible mayor composición nutricional.

4.1.2. Análisis de la variable número de hojas

En el análisis de varianza para la variable número de hojas indicada en la tabla 12, muestra que no hubo interacción cobertura*fertilizante en ninguno de los días evaluados, ni tampoco hubo diferencia significativa de los factores por separado a los 15, 30 y 45 ddt. Sin embargo, se observa que solo hubo diferencia estadística ($p < 0.01$) a los 60 y 75 ddt, por lo que se tuvo que hacer un análisis de forma aislada de los dos factores en estudio.

Se obtuvo CV de: 10.45% a los 15 ddt, 9% a los 30 ddt, 9.6% a los 45 ddt, 8.43% a los 60 ddt y finalmente 6.34% a los 75 ddt, y una media de 6.66, 5.86, 10.35, 11.64 y 13.15 desde los 15 hasta los 75 ddt, indicando que se realizó adecuadamente el presente experimento.

Tabla 12. Análisis de varianza número de hojas 15 ddt hasta los 75 ddt

FV	GL	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
		P(valor)				
REP/BLOQ	2	0.13	0.00	0.04	0.37	0.00
COBERTURA	2	0.50ns	0.54ns	0.10ns	0.00**	0.00**
FERTILIZANTE	3	0.06ns	0.46ns	0.61ns	0.00**	0.00**
COBER*FERT	6	0.64ns	0.31ns	0.63ns	0.25ns	0.10ns
ERROR	22					
TOTAL	35					
Media		6.66	5.86	10.35	11.64	13.15
CV (%)		10.45	9	9.61	8.43	6.34

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, COBERTURA=Cobertura, FERTILIZANTE= Fertilizante, *diferencia significativa, **= alta diferencia significativa, ns = no significativo; ddt = días después del trasplante.

En la tabla 13, La prueba de Tukey al 5% para la variable número de hojas, se realizó a los 60 y 75 ddt, para el factor cobertura a los 60 ddt, la cobertura plástica tuvo un mejor desempeño con una media de 12.61 hojas, igualmente a los 75 ddt el mulch plástico fue superior con 13.7 hojas. Para el factor fertilizante, el mejor abono fue el compost con un valor de 13.28 hojas, seguido del fertilizante químico con una media de 12.27 hojas a los 60 ddt, mientras que a los 75 ddt, existió tres grupos homogéneos, pero con valores diferentes siendo los mejores el compost, el bocashi y el químico con valores de 13.96, 13.28 y 13.44 hojas, respectivamente.

Tabla 13. Prueba de Tukey número de hojas a los 60 y 75 ddt

COBERTURA	60 ddt	75 ddt
	Medias	
C. plástico	12.61 A	13.75 A
C. vegetal	10.96 B	12.50 B
Sin cobertura	11.35 B	13.21 AB
FERTILIZANTE		
Compost	13.28 A	13.96 A
Bocashi	11.24 AB	13.28 A
Químico	12.27 A	13.44 A
Humus	10.77 B	11.92 B

Leyenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

Para la variable número de hojas, hubo diferencia significativa por factor de estudio individualmente a los 60 y 75 ddt. Siendo los mejores el compost y la cobertura plástica con valores de 13.96 hojas y 13.75 hojas, respectivamente, es importante recordar que una de las principales estructuras de las plantas son las hojas, que presentan una gran inversión de recursos nutricionales en procesos fisiológicos ligados directamente a la tasa de intercambio gaseoso o la asimilación fotosintética del CO₂ y transpiración (UCR, 2022), Los nutrientes proporcionados por los abonos orgánicos son fundamentales para el proceso de fotosíntesis, que es esencial para la producción de energía y la síntesis de compuestos orgánicos en las hojas. Valores muy similares obtuvo Sepúlveda (2021), en donde las medias de los fertilizantes orgánicos como compost y bocashi son de 13 y 15 hojas, Sin embargo, los valores, fueron inferiores a los obtenidos por Vásquez (2016), en donde las lechugas de variedad tipo crespas, fertilizadas con compost, tuvieron resultados de 16.86 hojas, teniendo en cuenta que las variedades crespas, no compactan sus hojas a diferencia de las variedades tipo iceberg.

Rivera (2023), determinó en su investigación que el número de hojas fue mejor con los tratamientos T3 (humus) con una cantidad de 27 unidades, seguido del T2 (compost) con 24 unidades, siendo valores mayores a los mostrados en la presente investigación. Caso contrario fue en la investigación realizada por González et al. (2017), en donde

en un cultivo de lechuga hidropónica, se dejó un grupo testigo sin fertilizar y otro grupo se fertilizó con humus, en distintas dosis, dando un resultado decepcionante por parte del fertilizante orgánico, ya que fue igual en números al otro grupo.

4.1.3. Análisis de variable diámetro del repollo

En el análisis de varianza para el diámetro del repollo, (tabla 14) se puede apreciar que no existió diferencia significativa ($p > 0.05$) a los 15 y 30 ddt, pero si existió interacción entre los dos factores cobertura*fertilizante ($p < 0.01$) a los 45 y 60 ddt; sin embargo, a los 75 ddt no hubo interacción de los factores, por lo que se evaluó a cada uno independientemente.

Los datos de medias del diámetro del repollo durante este periodo fueron favorables, pasando de 4.41cm a los 15ddt, 7.92cm a los 30ddt, 13.09cm a los 45ddt, 14.62cm a los 60ddt y finalmente 16.70cm a los 75ddt, con CV de: 7.43%, 2.97%, 4.03%, 3.35% y 3.85% desde los 15 hasta los 75 ddt, indicando que se realizó adecuadamente el presente experimento.

Tabla 14. Análisis de varianza diámetro del repollo 15 ddt hasta los 75 ddt.

FV	GL	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
		P (valor)				
REP/BLOQ	2	0.60	0.20	0.00	0.92	0.19
COBERTURA	2	0.31ns	0.53ns	0.31ns	0.00**	0.00**
FERTILIZANTE	3	0.69ns	0.11ns	0.00**	0.00**	0.00**
COBER*FERT	6	0.76ns	0.71ns	0.00**	0.03*	0.20ns
ERROR	22					
TOTAL	35					
Media cm		4.41	7.92	13.09	14.62	16.70
CV (%)		7.43	2.97	4.03	3.35	3.85

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, COBERTURA=Cobertura, FERTILIZANTE= Fertilizante, *diferencia significativa, **= alta diferencia significativa, ns = no significativo; ddt = días después del trasplante.

La tabla 15, muestra la prueba de Tukey a los 45, 60 y 75 ddt, para el factor cobertura a los 45 ddt, todos los grupos son estadísticamente iguales y numéricamente diferentes, siendo el mejor el mulch plástico, seguido del mulch vegetal y por último el testigo con medias respectivas de 13.28, 13.05 y 12.95cm, a los 60 y 75 la cobertura plástica tuvo un mejor desempeño con valores de 15.18 y 17.21 cm, correspondientemente. Para el factor fertilizante a los 45 ddt el mejor abono fue el compost con una media de 13.84 cm, a los 60 ddt existieron tres grupos estadísticamente iguales pero numéricamente distintos, siendo el mejor el compost con un valor de 15.29cm, seguido del bocashi con un promedio de 14.9cm y finalmente el fertilizante químico con una media 14.22 cm, a los 75 ddt existieron tres grupos estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes, siendo el mejor el

compost con un valor de 17.47cm, seguido del fertilizante químico con una media de 17.15 cm y finalmente el bocashi con un promedio de 17.11cm,

Tabla 15. Prueba de Tukey para diámetro del repollo a los 45, 60 y 75ddt

COBERTURA	45 ddt	60 ddt	75 ddt
	Medias		
C. plástico	13.28 A	15.18 A	17.21 A
C. vegetal	13.05 A	14.17 B	16.30 AB
Sin cobertura	12.95 A	14.52 B	16.60 B
FERTILIZANTE			
Compost	13.84 A	15.29 A	17.47 A
Químico	13.67 AB	14.22 A	17.15 A
Bocashi	13.11 B	14.90 A	17.11 A
Humus	11.75 C	13.08 B	15.07 B

Leyenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

La tabla 16, presenta la prueba de Tukey al 5% para la interacción cobertura*fertilizante para variable la variable diámetro del repollo a los 45 y 60 ddt, a los 45ddt, se muestra que hay un rango desde A hasta E, en donde los mejores tratamientos fueron T10, T3 y T12, son estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes con cifras de: 14.49cm, 14cm y 13.9cm, respectivamente. A los 60ddt, se muestra que hay un rango desde A hasta D, en donde los mejores tratamientos fueron T10 y T12 que son estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes con cifras de: 16cm y 16.01cm respectivamente.

Tabla 16. Prueba de Tukey para diámetro del repollo a los 45, 60 y 75ddt.

TRATAMIENTO	45 ddt		60 ddt	
	Medias			
T1 Sin cobertura + compost	13.69	AB	14.71	ABC
T2 Sin cobertura + Bocashi	12.36	BCDE	14.61	ABC
T3 Sin cobertura + fertilizante triple 15	14	A	15.31	AB
T4 Sin cobertura + humus	11.77	DE	13.45	CD
T5 Cobertura vegetal + compost	13.35	ABC	15.14	AB
T6 Cobertura vegetal + humus	12.06	CDE	12.5	D
T7 Cobertura vegetal + fertilizante triple 15	13.76	AB	14.94	AB
T8 Cobertura vegetal + Bocashi	13.03	ABCD	14.09	BC
T9 Cobertura plástica + fertilizante triple 15	13.27	ABCD	15.41	AB
T10 Cobertura plástica + compost	14.49	A	16.01	A
T11 Cobertura plástica + humus	11.41	E	13.31	CD
T12 Cobertura plástica + Bocashi	13.96	A	16	A

Leyenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

Para la variable diámetro del repollo, los mejores resultados fueron para el factor cobertura el plástico con una media de 17.21cm y para el factor fertilizante el compost con un valor de: 17.47cm, siendo importante según Barnola et al. (2018) quien sostiene que el potasio, presente en los abonos de residuos orgánicos, desempeñan un papel crucial en el crecimiento de las plantas, ya que activa las enzimas que catalizan varias reacciones químicas. Además, el potasio es necesario para la absorción de agua por las raíces y la transpiración de las plantas. Por otro

lado, el calcio actúa como cofactor en numerosas reacciones enzimáticas, lo cual favorece el crecimiento de los tejidos meristemáticos de las raíces y los tallos. Esto se debe a su importante función en la formación de la membrana de las células vegetales y en la regulación de la absorción de nutrientes en forma de iones.

Posiblemente, los abonos orgánicos que utilizaron tuvieron un mejor proceso de descomposición con mayor cantidad de vida microbiana que garantizó un mejor desarrollo del cultivo.

Valores similares se obtuvieron por Zúñiga (2020), en donde los mejores resultados fueron de 18 cm, sin embargo, la fertilización se realizó con gallinaza, en cambio, el segundo lugar lo obtuvo el tratamiento de bocashi con un valor de 17,1 cm. El compost no fue favorable con un resultado de 12.5 cm, por el contrario, en la investigación realizada por Quinatoa (2021), afirma que: el tratamiento con humus fue el mejor con un valor de 17.41 cm de diámetro. Sin embargo, los abonos orgánicos como el compost obtuvieron resultados bajos en comparación con el testigo (fertilizante químico) que tuvo una media de 29 cm (Prieto, 2021).

4.1.4. Análisis de varianza para la variable peso del repollo

En la tabla 17. El análisis de varianza para la variable peso del repollo, se muestra que hubo alta diferencia significativa en la interacción cobertura*fertilizante, obteniendo un valor $p < 0.01$, con un coeficiente de variación de 4.66% y una media de 1219.9 g, indicando que se realizó adecuadamente el presente experimento.

Tabla 17. Análisis de varianza peso del repollo a los 75 ddt

FV	GL	Peso del repollo
		P (valor)
REP/BLOQ	2	0.55
COBERTURA	2	0.00**
FERTILIZANTE	3	0.00**
COBER*FERT	6	0.00**
ERROR	22	
TOTAL	35	
Media g		1022.4
CV (%)		6.69

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, COBERTURA=Cobertura, FERTILIZANTE= Fertilizante, *diferencia significativa, **= alta diferencia significativa, ns = no significativo

Para la prueba de Tukey al 5%, para la variable peso del repollo (tabla 18), se realizó un estudio de los factores cobertura y fertilizante individualmente, en donde el factor cobertura obtuvo grupos heterogéneos, la mejor cobertura fue la plástica con una media de 1073.8 g, para el factor fertilizante se obtuvo valores estadísticamente

iguales pero numéricamente diferentes, siendo el mejor el compost, el fertilizante químico y el bocashi con valores de 1144.1, 1106.4 y 1095.6 g, respectivamente.

Tabla 18. Prueba de Tukey peso del repollo a los 75 ddt

COBERTURA	Peso del repollo		GH
		Media	
C. plástico	1073.8		A
Sin cobertura	1018.7		AB
C, vegetal	974.8		B
FERTILIZANTE			
Compost	1144.1		A
Químico	1106.4		A
Bocashi	1095.6		A
Humus	743.6		B

Legenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

En la tabla 19, La prueba de Tukey al 5%, para la variable peso del repollo, se realizó la interacción de los dos factores, para determinar que estadísticamente los resultados son heterogéneos mostrando un rango desde A hasta D, en lo numérico los resultados muestran que el mejor tratamiento fue el T10 con una media de 1264.3g; seguido de los tratamientos T3 y T12 con valores de: 1226.8 g y 1209.6 g comparativamente, sin embargo, el tratamiento con menor respuesta fue el T4 con 719.2g

Tabla 19. Prueba de Tukey diámetro del repollo a los 45, 60 y 75ddt,

TRATAMIENTO	Media	G.H
T10 Cobertura plástica + compost	1264.3	A
T3 Sin cobertura + fertilizante triple 15	1226.8	AB
T12 Cobertura plástica + Bocashi	1209.6	AB
T1 Sin cobertura + compost	1143.8	ABC
T8 Cobertura vegetal + Bocashi	1092.1	ABC
T5 Cobertura vegetal + compost	1024.4	BC
T7 Cobertura vegetal + fertilizante triple 15	1048.3	BC
T9 Cobertura plástica + fertilizante triple 15	1044.1	BC
T2 Sin cobertura + Bocashi	985	C
T11 Cobertura plástica + humus	777.3	D
T4 Sin cobertura + humus	719.2	D
T6 Cobertura vegetal + humus	734.5	D

Legenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

En la variable del peso del repollo al cosechar existió diferencia significativa, por lo que dio como a los mejores tratamientos: el T10 con 1264.3 g, el T3 con 1226.8 g y el T12 con 1209.6 g. Posiblemente, fue favorable el calcio presente en los abonos orgánicos, que pueden contribuir al fortalecimiento de las estructuras celulares de las plantas, promoviendo así su crecimiento y normal desarrollo, el calcio desempeña un papel fundamental en el aumento de la firmeza de los repollos. Además, este elemento retrasa el envejecimiento en hojas duraderas, lo que les permite continuar con el proceso de la fotosíntesis (Delete, 2023)

Valores muy parecidos se obtuvieron por: Villas et al.,(2016), ya que encontró que el peso fresco de la lechuga, utilizando compost de restos de frijol, mejoró el aporte nutricional de N, K, B y Zn a las plantas de lechuga, corroborado por Hernández, 2018, quien afirma que el humus es importante para el aporte de microorganismos benéficos como bacterias fijadoras de nitrógeno solubilizadoras de fosfato y hormonas de crecimiento.

Zúñiga (2020), afirma que el uso de abonos orgánicos de origen vegetal tuvo un excepcional rendimiento en peso, siendo su mejor tratamiento la variedad coolguard + erthige con una media de 1917 g y su tratamiento con peor resultado fue de la variedad mirella + químico con una media de 484 g, valor coincido por Cevallos (2016), en donde el compost alcanzo un valor de 1140 g. Sin embargo, difiere de los datos obtenidos por parte de: Martínez (2022), el cual el de mejor resultado es el tratamiento humus de lombriz, cuyo valor fue de: 448.35 g. Deduciendo que su investigación se realizó con una variedad de lechuga crespita, las cuales son más pequeñas, su ciclo vegetativo es más corto y por último son variedades que no forman repollo o no compactan sus hojas, por ende, disminuye su masa vegetal y a la vez su peso.

4.1.5. Análisis de varianza para la variable humedad del suelo

En la tabla 20, el análisis de varianza para la variable humedad del suelo se muestra que no existo diferencia significativa ($p > 0.05$) entre la interacción cobertura*fertilizante, debido a lo anterior se realizó un análisis de forma aislada del factor cobertura en donde fue el único factor con diferencia estadística significativa, teniendo un valor $p < 0.01$. dando como resultado un valor de media de 19.66% y un coeficiente de variación de 3.14%

Tabla 20. Análisis de varianza humedad del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt

FV	GL	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
		P (valor)				
REP/BLOQ	2	0.62	0.99	0.87	0.76	0.77
COBERTURA	2	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**
FERTILIZANTE	3	0.69ns	0.92ns	0.35ns	0.82ns	0.80ns
COBER*FERT	6	0.93ns	0.87ns	0.18ns	0.66ns	0.66ns
ERROR	22					
TOTAL	35					
Media cm		16.29	18.02	19.6	20.47	19.68
CV (%)		5.5	4.37	4.6	3.61	3.77

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, COBERTURA=Cobertura, FERTILIZANTE= Fertilizante, *diferencia significativa, **= alta

Tabla 21, en la prueba de Tukey al 5% para la variable humedad del suelo, se puede apreciar que, para todos los días evaluados, existieron grupos estadísticamente diferentes, siendo el de menor desempeño el testigo, sin embargo, la cobertura vegetal mejoró la retención de humedad con valores de: 20.86% a los 15 ddt; 22.40% a los 30 ddt, 23.63% a los 45 ddt; 25.23% a los 60 ddt y finalmente 24.43% a los 75 ddt.

Tabla 21. Prueba de Tukey humedad del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt

COBERTURA	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
	Medias				
C. vegetal	20.86 A	22.40 A	23.63 A	25.23 A	24.43 A
C. plástico	16.78 B	18.68 B	19.39 B	20.47 B	19.72 B
Sin cobertura	11.25 C	12.98 C	15.8 C	15.70 C	14.90 C

Leyenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

En la variable de humedad del suelo existió diferencia significativa solo para el factor cobertura siendo la mejor la cobertura vegetal, con una media de 24.07% de humedad y sin cobertura tuvo un resultado bajo con un valor 15.36% de humedad, siendo los mulching favorables para la capacidad de retención de agua y por ende mejoran la filtración y distribución hídrica, los valores se reafirman en la investigación realizada por Villar (2016), en donde los datos con tratamientos de corteza de pino y plástico obtuvieron valores de: 23.4% y 22.8% de humedad respectivamente, así mismo Sáenz (2022), el tratamiento con cobertura vegetal (T3 cascarilla de arroz) obtuvo un valor de 20.4 % gracias a que el material es liviano, mejora la capacidad de drenaje, buena aireación y obviamente la retención de la humedad del suelo, para el tratamiento T5 (testigo) el valor de la humedad fue de 12.7%, lo que revela que una de las causas de la falta de humedad, es la directa radicación solar al suelo, lo a que a su vez produce mayor transpiración, que afecta a la cantidad de materia seca y biomasa sintetizada y acumulada en la planta.

Sin embargo, los datos dados en la presente investigación fueron muy inferiores a la presentada por: Shtefani (2017), en donde resalta que utilizando mulch plástico el mejor tratamiento tuvo un valor de 31% de humedad y para los tratamientos testigos (sin cobertura) la media fue de un valor de 20.3% de humedad. Posiblemente, existió mayor cantidad de precipitación durante esa época del año.

4.1.6. Análisis de varianza para la variable temperatura del suelo

En el análisis de varianza para la variable temperatura del suelo (Tabla 22) se muestra que no hubo diferencia significativa en la interacción cobertura*fertilizante, debido a lo anterior se tuvo que hacer un análisis de forma aislada del factor cobertura, en

donde fue el único factor con diferencia estadística teniendo un valor $p < 0.01$. Obteniendo una media general de 17.73°C y un coeficiente de variación de 5.12%

Tabla 22. Análisis de varianza temperatura del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt

FV	GL	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
		P (valor)				
REP/BLOQ	2	0.51	0.03	0.67	0.10	0.82
COBERTURA	2	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**	0.00**
FERTILIZANTE	3	0.59ns	0.16ns	0.84ns	0.74ns	0.96ns
COBER*FERT	6	0.25ns	0.08ns	0.89ns	0.23ns	0.40ns
ERROR	22					
TOTAL	35					
Media $^{\circ}\text{C}$		19.89	18.72	17.48	17.18	16.42
CV (%)		5.08	4.31	4.77	6.75	8.29

Leyenda: FV= Fuente de variación; GL= Grados de libertad; CV= Coeficiente de variación; REP/BLOQ= Repeticiones, COBERTURA=Cobertura, FERTILIZANTE= Fertilizante, *diferencia significativa, **= alta diferencia significativa, ns = no significativo; ddt = días después del trasplante.

La tabla 23, en la prueba de Tukey al 5% para la variable temperatura del suelo, se puede apreciar, que, para todos los días evaluados, existieron grupos estadísticamente diferentes, siendo la cobertura vegetal la de menor concentración de temperatura y la cobertura plástica la de mayor temperatura con valores de: 20.8°C a los 15 ddt; 21.65°C a los 30 ddt, 19.61°C a los 45 ddt; 20.45°C a los 60 ddt y finalmente 19.15°C a los 75 ddt.

Tabla 23. Prueba de Tukey temperatura del suelo 15 ddt hasta los 75 ddt

COBERTURA	15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt	75 ddt
	Medias				
C. plástico	22.80 A	21.65 A	19.61 A	20.45 A	19.15 A
Sin cobertura	18.70 B	18.20 B	17.46 B	17.16 B	16.10 B
C. vegetal	18.18 B	16.32 C	15.38 C	13.94 C	14.06 C

Leyenda: G.H= Grupos homogéneos, ddt= días después del trasplante

Para la variable de temperatura del suelo, no hubo diferencia significativa de los tratamientos, sin embargo si fue significativamente diferente para el factor cobertura, teniendo la mejor media la cobertura de plástica de 20.45°C , siendo que una de las principales ventajas del uso de acolchados es: la disminución en las fluctuaciones de la variabilidad de la temperatura del suelo, que se mitiga en los picos más altos y los picos más bajos, esto con mayor intensidad en los primeros 15 cm de profundidad del suelo, cuya amortiguación de la temperatura promueve un mayor crecimiento y desarrollo radicular (Leal, 2017).., así también como lo explica Walsh et al., (2016) afirmando: que el suelo con cobertura vegetal mantiene temperaturas más constantes a lo largo del día, a diferencia de un suelo sin ningún tipo de cobertura.

Los datos obtenidos en la presente investigación son similares en el uso de cobertura de polietileno con una media general de 20.35°C , de igual manera el tratamiento

con el segundo mejor resultado fue la cobertura vegetal (cascarilla de arroz) con una media de 19.9 °C (León, 2016), y aun siendo inferiores a los realizados por Stefani (2017), afirmando que obtuvo los mejores resultados con el uso de mulch plástico con una temperatura media de: 25.45°C, posiblemente porque el estudio se realizó en un lugar mucho más cálido y además de utilizarse un polietileno oscuro, teniendo la capacidad de mayor retención de calor.

4.1.7. Análisis de la relación costo beneficio

Al evaluar la relación costo-beneficio de la implementación del ensayo, se consideran los gastos que difieren en cada tratamiento y el rendimiento obtenido por cada unidad experimental enfocado en la extensión de una hectárea (tabla 24), los costos de producción se expresaron en dólares al ser convertidos a partir del peso colombiano, que para ese momento tenía un valor de 4200 pesos por dólar. La comercialización de la lechuga, para el departamento de Nariño, se da a través de cajas en donde cada una de ellas contiene de 12 a 18 unidades dependiendo de su tamaño, el precio de cada caja fue de 3.5 USD con relación al peso colombiano. El tratamiento con mayor rentabilidad fue el testigo (sin cobertura + fertilizante químico) con un valor de 1.54 es decir por cada dólar invertido se obtiene 1.54 dólares de ganancia, contiguamente el tratamiento de plástico + compost también fue rentable con un valor de 1.52 USD, sin embargo, el tratamiento con menor rentabilidad fue la interacción de cobertura vegetal + humus de lombriz con un valor de 0.56 USD de ganancia neta por cada dólar invertido.

Se obtuvo una pérdida del 5% de plantas en el cultivo de lechuga, proyectado a una hectárea debido a factores ambientales y fitopatógenos.

Tabla 24. Análisis costo beneficio del ensayo proyectado a una hectárea

TRATAMIENTOS	COSTO SIN TRATAMIENTOS Hd.	COSTO DEL TRATAMIENTO Hd.	COSTO TOTAL	RENDIMIENTO CAJAS/HA	PRECIO \$/caja	VENTA \$/HA	UTILIDAD \$/HA	INDICE	BENEFICIO DIRECTO
T1	5565,80	1637,00	7202,80	4665,45	3,50	16329,08	9126,28	2,27	1,27
T2	5565,80	2018,97	7584,77	4665,45	3,50	16329,08	8744,31	2,15	1,15
T3	5565,80	2455,50	8021,30	5827,72	3,50	20397,02	12375,72	2,54	1,54
T4	5565,80	3110,30	8676,10	4370,79	3,50	15297,77	6621,67	1,76	0,76
T5	5565,80	2750,16	8315,96	4992,85	3,50	17474,98	9159,02	2,10	1,10
T6	5565,80	4223,46	9789,26	4370,79	3,50	15297,77	5508,51	1,56	0,56
T7	5565,80	3568,66	9134,46	4992,85	3,50	17474,98	8340,52	1,91	0,91
T8	5565,80	3132,13	8697,93	4992,85	3,50	17474,98	8777,05	2,01	1,01
T9	5565,80	3350,39	8916,19	4665,45	3,50	16329,08	7412,88	1,83	0,83
T10	5565,80	2531,89	8097,69	5827,72	3,50	20397,02	12299,33	2,52	1,52
T11	5565,80	4005,19	9570,99	4370,79	3,50	15297,77	5726,77	1,60	0,60
T12	5565,80	2913,86	8479,66	5827,72	3,50	20397,02	11917,36	2,41	1,41

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos y evaluados se concluye que:

- Las plantas de lechuga tuvieron una mayor altura únicamente con la implementación de cobertura con un valor de 19,67 cm, además con el factor compost como fertilizante se obtuvo un valor de 20.64 cm para la misma variable.
- Con relación a la variable número de hojas, con la cobertura plástica proporcionó mejor desempeño con un valor de 13.75 unidades y para el factor fertilizante el compost fue el mejor con un valor de 13.96 hojas.
- El diámetro del repollo con los factores mulch plástico y compost resultaron superiores con valores de 17.21 y 17.47 cm, respectivamente.
- La mejor respuesta para el peso del repollo fue el tratamiento 10 (cobertura plástica* compost) con un valor medio de 1264.3 g/planta.
- El mulch vegetal brindó mayor retención en la humedad del suelo con un valor de 24.43 %, sin embargo, para la temperatura del suelo la cobertura plástica registro valores mayores con 19.15° C

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con sistemas de mulch en interacción con abonos orgánicos en otros cultivos para evaluar la efectividad del sistema.
- Cultivar diferentes variedades de lechuga con compost en asociación con una cobertura plástica.
- Incorporar diferentes técnicas de mulch con coberturas vegetales como residuos de cosecha y evaluar la eficiencia de este sistema.
- Realizar control fitosanitario con productos orgánicos y reducir el uso excesivo de pesticidas químicos.
- Instalar coberturas vegetales con el fin de mejorar la retención de agua, por lo tanto, tener suelos húmedos por periodos de tiempo más prolongados y con mayor eficiencia en zonas de bajas precipitaciones.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate JF, Loaliza LF. 2008. Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro, 37 p
- Arias, S. (2009). Manual de Producción de lechuga. Cuenta del Desafío del Milenio de Honduras.
- Bohórquez Santana, W. (2019). *El proceso de compostaje* (Vol. 1). Universidad de la Salle.
- Caguana Baño, J. M. (2022). *Evaluación de cuatro tipos de mulch orgánico para recuperar suelos erosionados en el cultivo de remolacha (Beta vulgaris L.) en el sector Salache, cantón Latacunga, provincia Cotopaxi 2021* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Calle, P. (2018). Evaluación de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) en zona de achocara baja, municipio de Luribay: universidad mayor de san Andrés facultad de agronomía carrera de ingeniería en producción y comercialización agropecuaria.
- Castillo, P., Ademir, W., Quispe, B., Damian, E. (2019). Efecto de dos tipos de compost en el rendimiento de lechuga arrepollada (*Lactuca sativa L.*) en el distrito de Marcabalito, provincia de Sánchez Carrión: Universidad Nacional de Trujillo Efecto de dos tipos de compost en el rendimiento de lechuga arrepollada (*Lactuca sativa L.*) en el distrito de Marcabalito, provincia de Sánchez Carrión. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13707>
- Chango, C. A. (2018). Manejo de gusano trozador (*Agrotis ipsilon*) en lechuga (*Lactuca sativa L.*), a partir de extractos de dos variedades de ají (*Capsicum annum*) (Bachelor's thesis).
- Chango, W. (2020). *Efecto de un abono organomineral en el rendimiento del cultivo de lechuga (lactuca sativa l.)*. Universidad técnica de Ambat
- Chiesa, A. (2010). Factores precosecha y postcosecha que inciden en la calidad de la lechuga. *Horticultura Argentina*, 29(68), 28-32.

- Cotrina-Cabello, V. R., Alejos-Patiño, I. W., Cotrina-Cabello, G. G., Córdova-Mendoza, P., & Córdova-Barrios, I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Cotrina-Cabello, V. R., Alejos-Patiño, I. W., Cotrina-Cabello, G. G., Córdova-Mendoza, P., & Córdova-Barrios, I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Cunuhay, K. E., & Vivas, M. M. (2017). Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*) con fertilizantes orgánicos. *UTCiencia*, 2(1), 29-34.
- Dateandtime. (2019). Ubicación geografica del municipio de Ipiales Vereda Guacuan. Obtenido de <http://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3680539>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2020) Producción Estadística PES. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/fichas/DSO-SIPSA_A-MET-001.pdf
- Espinoza, G. (2017). *Lechuga, Lactuca sativa, características, cultivo, beneficios y propiedades.* Animales y biología. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/verduras/lechuga-lactuca-sativa>
- Flores, R. & Tapullima, W. (2022) *Aplicación de biol orgánico, humus y fertilizantes químicos en las características biométricas del (Lactuca Sativa L.), Provincia de Lamas, 2022*, Universidad Cesar Vallejo
- García-Clemente, D., Fernández-García, Á., López-López, A., & Aleixos-Noguera, A. (2018). Evaluación de la producción de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo diferentes tratamientos de mulching en un sistema de cultivo protegido. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 18-31
- Gómez, J. F., Giraldo, L., & Ramírez, J. C. (2019). Evaluación agronómica y económica de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) en dos sistemas de producción en el municipio de El Santuario-Antioquia. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 15(1), 109-122.
- Gonzalez Barrientos, V., & Carrasco Silva, G. (2000). *Evaluacion de la capacidad de biocontrol de una cepa nativa de Trichoderma spp. contra Botrytis cinerea en*

lechugas cultivadas en mesas flotantes (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía).

González-Mendoza, D., Álvarez-Hernández, C., & Sánchez-Cruz, E. (2015). Efecto del extracto de lombriz en el crecimiento y desarrollo de lechuga (*Lactuca sativa*) en hidroponía. *Agrociencia*, 49(4), 429-439.

Granval de Millán, N.; Gaviola, J.C. (1991) Manual de Producción de Semillas Hortícolas/ Producción de semilla de Lechuga. 1ª. ed. – Buenos Aires : Ediciones INTA, 2020. 98 p.

Infoagro, (2013). EL CULTIVO DE LA LECHUGA. <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

Lavayén Sancán, O. J. (2016). Programa de prevención-control para una adecuada manipulación de químicos por el uso de fertilizantes y pesticidas, por parte del personal de planta que labora en Reybanpac (Master's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Maestría en Seguridad, Higiene Industrial y Salud Ocupacional.).

Lesur L. 2007. Una guía paso a paso. Manual de horticultura. Ed. Trillas. 28 – 32 libro verde Ed. Limusa. Pag. 30 – 38

Lima, D. P. D., Fregonezi, G. A. D. F., Hata, F. T., Ventura, M. U., Resende, J. T. V. D., Wanderley, C. D. S., & Figueiredo, A. (2022). Use of reduced Bokashi doses is similar to NPK fertilization in iceberg lettuce production. *Agronomía Colombiana*, 40(2), 293-299.

Mafuta, P. & Zeto, R. (2019). Evaluación del uso del mulch plástico en la producción de pepino (*cucumis sativus* L.) en condiciones de invernadero. *Revista ACTA agronómica*, 68(1)147-155. Doi: 10.15446/acag.v68n171627

Mamani, E., Molle, L. & Rojas, J. (2021). Rendimiento de dos variedades de lechuga (*Black seeded Simpson* y *Grand Rapid*) bajo dos tipos de fertilización orgánica en la comunidad de Sapecho-Palos Blancos: Emily Abigail Mamani

Maroto, B. 2002. Horticultura. Herbácea especial. 5ta ed. México. Edición mundo prensa. Pag 240-259, Hewd, Cd,

Martínez, A. (2019). Manejo del riego en el cultivo de lechuga. *Revista Latinoamericana de Horticultura*, 8(3), 50-60.

Mendoza, B. & Rojas, J. (2020). Fertilizantes orgánicos en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) Cropa verde: Revista Estudiantil AGRO –VET 4(2):499-503.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018). Diagnóstico y Potencial de la producción y comercialización de productos orgánicos en Colombia. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Documents/DIAGNOSTICO-ORGANICOS-2018.pdf>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2020) Cadena de las Hortalizas, Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales I Trimestre 2020. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Hortalizas/Documentos/2020-03-30%20Cifras%20sectoriales.pdf>

Montesdeoca Pacheco, N. (2008). Caracterización física, química y funcional de la Lechuga rizada, para la creación de una norma técnica ecuatoriana, por parte del instituto ecuatoriano de normalización. Quito: Universidad tecnológica equinoccial.

Navarro García, G. (2023). Fertilizantes. Química y acción. Ediciones Mundi-Prensa.

Nuncum, J. (2023) Efecto de tres Abonos Orgánicos en el rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) - Luya, Amazonas, 2022. Facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería agronómica tesis

Puchoc Terrel, E. C., & Quintana Garay, R. N. (2019). Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero, El Agustino 2019. Referencia actual:

Quispe, Luz Marina Molle Mamani, Juan José Vicente Rojas . Revista Estudiantil AGRO-VET, 5(1), 13–18. Recuperado a partir de <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/46>

Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez, J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97.

Rodríguez, J. A. (2019). El uso del humus de lombriz en la agricultura. *Revista de Agricultura Sostenible*, 10(2), 30-40.

- Rodríguez, M., González, E., & García, A. (2021). Uso de mulch vegetal en jardinería y agricultura. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 47(2), 143-158. Recuperado de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-15972021000200143
- Romero, G., & González, C. (2014). Cultivo de Lechugas (*Lactuca sativa* L.) en Menorca. Gabinete de Recursos Naturales de Menorca.
- Saavedra, G. (2017) Manual de producción de lechuga, INIA. Santiago de Chile, Chile
- Sepulveda, G. (2021). Evaluación de la respuesta de lechuga (*Lactuca sativa*) cv. crespa verde a diferentes fuentes de fertilización mineral, orgánica y organomineral. Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas
- Smith, J., Johnson, M., & Rodriguez, A. (2015). Evaluating the effectiveness of liquid humus fertilization on tomato plants. *Journal of Agriculture and Crop Science*, 42(3), 123-130.11:28 PM
- Sosa Arango, A. G. (2019). Prácticas de medidas preventivas contra los efectos de los rayos ultravioleta en los agricultores de la empresa Acelim del Perú-Piura febrero 2019.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

		UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI			
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA ACTA DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR					
ESTUDIANTE:		JIMÉNEZ TEPIJ WILLIAN JAVIER		CÉDULA DE IDENTIDAD: 0450494919	
PERIODO ACADÉMICO:		2023B			
PRESIDENTE TRIBUNAL:		MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER		DOCENTE TUTOR: MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO	
DOCENTE:		MSC. PAEZ VALLES ERICK PATRICIO			
TEMA DEL TIC:		"Evaluación de la aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, bocashi y compost) y un fertilizante sintético (15-15-15) utilizando dos sistemas de mulching un orgánico y un inorgánico en un cultivo de lechuga (Lactuca sativa)"			
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES		
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,67	Argumentar la justificación con los abonos y mulch empleados		
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8,67	Detallar la composición de los abonos orgánicos empleados / Revisar redacción		
3	METODOLOGÍA	8,67	Detallar en los tratamientos las cantidades de abonos empleados		
4	RESULTADOS	8,67			
5	DISCUSIÓN	8,67			
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,67			
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	8,67			
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,67			

Obteniendo una nota de: **8,67** Por lo tanto, **APRUEBA** debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **viernes, 19 de enero de 2024**

MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE TUTOR

MSC. PAEZ VALLES ERICK PATRICIO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Willian Javier Jiménez Tepud				
DATE: 25 de enero de 2024				
"Evaluación de la aplicación de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz, bocashi y compost) y un fertilizante sintético (15-15-15) utilizando dos sistemas de mulching un orgánico y un inorgánico en un cultivo de lechuga (Lactuca sativa)"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1 Vera Játiva, 5 Edwin Andrés, 5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Willian Javier Jiménez Tepud

Fecha de recepción del abstract: 25 de enero de 2024

Fecha de entrega del informe: 25 de enero de 2024

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se validó dicho trabajo.

Atentamente



Escaneo digitalizado con
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3 Costos de producción

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio U.	Total
Preparación del suelo:				
Labranza manual	2	Jornales	7.143	14.29
Subtotal				14.29
Mano de obra:				
Elaboración de camas.	1.5	Jornales	7.143	10.71
Instalación del mulch	1.5	Jornales	7.143	10.71
Trasplante	2	Jornales	7.143	14.29
Fertilización (2 veces)	2	Jornales	7.143	14.29
Deshierbe (2 veces)	1.5	Jornales	7.143	10.71
Control de fitosanitario	1.5	Jornales	7.143	10.71
Cosecha	3	Jornales	7.143	21.43
Subtotal				96.4
Plántulas:				
Plántulas de lechuga V. coolguard	1620	Plántulas	0.006	9.64
Subtotal				9.64
Fertilizantes				
Bocashi:	52.6	Kilogramos	0.226	11.28
Compost:	52.6	Kilogramos	0.214	10.03
Humus de lombriz:	6	Litros	2.857	17.14
Fertilizante 15-15-15	11	Kilogramos	1.238	13.62
Subtotal				52.07
Fitosanitarios				
Alisin	1	500 cc	2.381	2.38
Metomyl	1	sobre	2.143	2.14
Metaldehído	1	sobre	2.619	2.62
Metalaxyl	1	sobre	3.571	3.57
Clorpirifos	1	250 cc	5.952	5.95
Subtotal				16.67
Materiales:				
Mulch	54	metros	0.310	16.71
Aserrín	4	quintales	1.190	4.76
Subtotal				21.47
Total				207

A continuación, se muestra los costos de producción en peso colombiano (COP)

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Precio U.	Total
Preparación del suelo:				
Labranza manual	2	Jornales	30000	60000
Subtotal				60000
Mano de obra:				
Elaboración de camas.	1.5	Jornales	30000	45000
Instalación del mulch	1.5	Jornales	30000	45000
Trasplante	2	Jornales	30000	60000
Fertilización (2 veces)	2	Jornales	30000	60000
Deshierbe (2 veces)	1.5	Jornales	30000	45000
Control de fitosanitario	1.5	Jornales	30000	45000
Cosecha	3	Jornales	30000	90000
Subtotal				390000
Plántulas:				
Plántulas de lechuga	1620	Plántulas	25	40500
V. coolguard				
Subtotal				40500
Fertilizantes				
Bocashi:	52.6	Kilogramos		
Compost:	52.6	Kilogramos	900	47385
Humus de lombriz:	6	Litros	800	42120
Fertilizante 15-15-15	11	Kilogramos	12000	72000
Subtotal			5200	56836
Fitosanitarios				
Alisin	1	500 cc		218341
Metomyl	1	sobre	10000	10000
Metaldehído	1	sobre	9000	9000
Metalaxyl	1	sobre	11000	11000
Clorpirifos	1	250 cc	15000	15000
Subtotal			25000	25000
Materiales:				
Mulch	54	Metros	1300	70200
Aserrín	4	quintales	5000	20000
Subtotal				90200
Total				869041

Anexo 4. Evidencia de recolección de información .



Figura 5. Preparación del terreno



Figura 6. Compra de las plántulas



Figura 7. Instalación del mulch



Figura 8. Cobertura vegetal



Figura 9. Trasplante de las plántulas



Figura 10. Fertilización con compost



Figura 11. Tratamiento con cobertura vegetal



Figura 12. Plantas a los 8 días de ser trasplantadas



Figura 13. Fertilización con drench



Figura 14. Muestreo de altura



Figura 15. Panorámica del ensayo



Figura 16. Plantas a los 45 ddt



Figura 17. Plantas a los 75 ddt



Figura 18. Peso de las plantas



Figura 19. Registro de datos de peso



Figura 20. Producto cosechado listo para la comercialización