



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Agronomía**

### **Tema:**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y MORFOLÓGICA DE CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN SECTOR DE GRANJA TOTORILLAS, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA CHIMBORAZO

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera de Agronomía**

### **Autora:**

Miryan Lucia Paucar Chafla

### **Director:**

**ING. OLMEDO ZAPATA ILLÁNES. PhD**

**Guaranda – Ecuador**

**2022**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y MORFOLÓGICA DE CULTIVO DE  
LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN  
EN SECTOR DE GRANJA TOTORILLAS, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA  
CHIMBORAZO

**REVISADO Y APROBADO POR:**

  
.....  
**Dr. OLMEDO ZAPATA ILLÁNES. PhD.**  
**DIRECTOR**

  
.....  
**ING. RODRIGO YÁNEZ GARCÍA. MSc.**  
**BIOMETRISTA**

  
.....  
**ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg.**  
**REDACCIÓN TÉCNICA**



## CERTIFICADO DE AUTORÍA

Yo Miryan Lucía Paucar Chafra, con cédula de identidad número 0605168277 declaro que el trabajo y los resultados reportados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultados y citados con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

**Miryan Lucia Paucar Chafra**  
**AUTORA**  
**CI: 0605168277**

**Dr. Olmedo Zapata Illanes PhD.**

**DIRECTOR**  
**CI: 020057451-5**

**Ing. Rodrigo Yáñez García. MSc.**

**ÁREA DE BIOMETRISTA**  
**CI: 020050222-7**

**Ing. Sonia Salazar Ramos. Mg.**  
**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA**  
**CI: 020093306-7**



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*



rio...

N° ESCRITURA: 20220201003P02332

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR: PAUCAR CHAFLA MIRYAN LUCIA

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS H.R. Factura: 001-006-000002242

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día dieciocho de octubre del dos mil veintidós, ante mí Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparece la señorita PAUCAR CHAFLA MIRYAN LUCIA, soltera de ocupación estudiante, domiciliada en la ciudad de Guamote de la provincia Chimborazo y de paso por esta ciudad, celular 0968368463, correo electrónico es [lucy1995chafla@gmail.com](mailto:lucy1995chafla@gmail.com); por sus propios y personales derechos, obligarse a quien de conocerle doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidas de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguiente manifestó que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y MORFOLÓGICA DE CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN SECTOR DE GRANJA TOTORILLAS, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA CHIMBORAZO" es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autora, Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad, la misma que la hago para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquella se ratifica y firma conmigo de todo lo cual doy Fe.

PAUCAR CHAFLA MIRYAN LUCIA

C.C. 0605169277

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



EL NOTA....

D14653899 - Tesis de lechuga Miry X

Documentos

Documento: [Tesis de lechuga Miryan Paucar.pdf](#) [D14653899]

Presentado 2022-10-15 12:28 (-05:00)

Presentado por mipaucar@mailies.ueb.edu.ec

Recibido rmonar.ueb@analysis.urkund.com

Mensaje Tesis de lechuga [Mostrar el mensaje completo](#)

8% de estas 39 páginas, se componen de texto presente en 15 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Enlace/nombre de archivo	Categoría
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D77588985</a>	
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D145746063</a>	
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO / D29557332	
<a href="#">UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / D34995394</a>	
<a href="http://gspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1000/1/UTB-FACIAG-AGR-000196.pdf?seq=...">http://gspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1000/1/UTB-FACIAG-AGR-000196.pdf?seq=...</a>	

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
Carrera de Agronomía Tema: EVALUACIÓN AGRONÓMICA

Y MORFOLÓGICA DE CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN SECTOR DE GRANJA TOTORILLAS,

CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA CHIMBORAZO Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, carrera

de Agronomía Autora: Miryan Lucía Paucar Chafía Director: ING. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD Guaranda - Ecuador 2022

II EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y MORFOLÓGICA DE CULTIVO DE LECHUGA (Lactuca sativa L.) CON CUATRO NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN SECTOR DE GRANJA TOTORILLAS, CANTÓN GUAMOTE, PROVINCIA CHIMBORAZO REVISADO Y APROBADO POR: ..... Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD. DIRECTOR

ING. RODRIGO YÁNEZ GARCÍA. MSc. BIOMETRISTA

ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg. REDACCIÓN TÉCNICA

III CERTIFICADO DE AUTORÍA

Yo Miryan Lucía Paucar Chafía, con cédula de identidad número 0605168277 declaro

Dr. OLMEDO ZAPATA ILLANES. PhD. DIRECTOR

ING. SONIA SALAZAR RAMOS Mg. REDACCIÓN TÉCNICA

Yo Miryan Lucía Paucar Chafía, con cédula de identidad número 0605168277 declaro

Escriba aquí para buscar

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación dedico principalmente a Dios, quien guía mi vida con sabiduría, salud y fuerzas para seguir adelante superando las dificultades, lo que permitió cumplir con mi meta de ser una profesional.

A mis padres con todo mi corazón María Chafra y Miguel Paucar por su apoyo incondicional y el sacrificio en proporcionarme durante todos estos años con los recursos económicos necesarios para estudiar. En definitiva, me han dado todo lo que soy con principios y valores para triunfar en la vida.

A mis hermanos Luis, Rubén y Ramiro, por estar siempre presentes con su apoyo en los buenos y malos momentos y a mi querido hijo Ismael por ser parte fundamental de mi vida.

Finalmente, a mis maestros, amigas y compañeras de estudio, mismos que contribuyeron durante la vida estudiantil para llegar a ser una profesional.

**Miryan**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a Dios por darme salud y vida, bendecirme, guiarme por el buen camino. que gracias a su eterno amor me ha dado la oportunidad de encontrarme en este lugar, de corazón agradezco a mi familia principalmente a mi madre y mi padre, que durante todo este tiempo me han apoyado integralmente.

Agradezco de manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía, a todos los Docentes quienes supieron compartir su conocimiento, siendo la base fundamental para formarme como profesional.

Agradezco profundamente al Tribunal de mi Tesis Dr. Olmedo Zapata Illánes (Director), Ing. Rodrigo Yánez García (Biometrista) e Ing. Sonia Salazar Ramos (Redacción Técnica), por el conocimiento compartido, apoyo y orientación durante la carrera y en la realización de esta investigación como modalidad de titulación.

Finalmente, a todos mis amigos, compañeros y docentes con quienes compartimos estos años de vida universitaria, mismos que con su apoyo y colaboración hicieron posible la culminación de esta noble profesión.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	XII
SUMMARY.....	XIII
CAPÍTULO I.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PROBLEMA.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Origen.....	4
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2 Descripción morfología de la planta.....	4
2.1.3 Raíz.....	5
2.1.4 Tallo.....	5
2.1.5 Hojas.....	5
2.1.6 Flores.....	5
2.1.7 Inflorescencia.....	5
2.1.8 Semillas.....	6
2.1.9 Desarrollo vegetativo de la planta.....	6
2.2 Condiciones edafoclimáticas.....	6
2.2.1 Suelos.....	6
2.2.2 Altitud.....	7
2.2.3 Temperatura.....	7
2.2.4 Luminosidad.....	7
2.2.5 Viento.....	8
2.2.6 Valor nutritivo.....	8
2.2.7 Conceptualización de cultivares e híbridos.....	8
2.2.8 Características agronómicas del híbrido en estudio.....	9
2.2.9 Tipos de híbridos de lechuga que se cultivan.....	9
2.3 Manejo agronómico del cultivo de la lechuga.....	10
2.3.1 Análisis físico y químico de suelo.....	10
2.3.2 Desinfección de suelo.....	10
2.3.3 Preparación del terreno.....	10
2.3.4 Distancias de siembra.....	10
2.3.5 Trasplante.....	11
2.3.6 Abonadora o fertilización de fondo.....	11
2.4 Abono orgánico.....	12
2.4.1 Abono bocashi.....	13
2.4.2 Humus de lombriz.....	15



2.4.3 Fertilización inorgánica .....	16
2.4.4 Muriato de potasio .....	16
2.4.5 Riego.....	17
2.4.6 Deshierbes y aporcado.....	18
2.5 Plagas.....	18
2.5.1 Pulgones ( <i>Aphis fabae</i> , <i>Myzus persicae</i> ).....	18
2.5.2 Trips ( <i>Thrips tabaci</i> ).....	18
2.5.3 Minadores ( <i>Liriomyza trifolii</i> ) .....	18
2.5.4 Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....	19
2.6 Enfermedades.....	19
2.6.1 Rhizoctonia ( <i>Rhizoctonia solani</i> ).....	19
2.6.2 Mildiu lanoso ( <i>Bremia lactucae</i> ) .....	19
2.6.3 Esclerotinia ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ).....	19
2.6.4 Podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ).....	20
2.6.5 Cosecha y Recolección .....	20
2.7 Productividad y rendimiento.....	20
CAPÍTULO III.....	21
3 MARCO METODOLÓGICO .....	21
3.1 Materiales .....	21
3.1.1 Localización de la investigación.....	21
3.1.2 Zona de vida .....	21
3.1.3 Materiales experimentales .....	21
3.1.4 Materiales de campo.....	22
3.1.5 Materiales de oficina.....	22
3.2 Métodos .....	23
3.2.1 Factor en estudio.....	23
3.2.2 Tipo de diseño.....	23
3.2.3 Tipos de análisis .....	24
3.3 Métodos de evaluación y datos tomados .....	25
3.3.1 Porcentaje de prendimiento (PP) .....	25
3.3.2 Altura de planta (AP).....	25
3.3.3 Vigor de planta (VP).....	25
3.3.4 Días a la formación del repollo (DFR) .....	25
3.3.5 Días a la cosecha (DC) .....	26
3.3.6 Forma de la cabeza o repollo (FR).....	26
3.3.7 Superficie de la hoja (SH).....	26
3.3.8 Tipo de borde de la hoja (TBH).....	26
3.3.9 Protección del cogollo o repollo (PR).....	26

3.3.10 Color del repollo (CR) .....	27
3.3.11 Diámetro ecuatorial del repollo (DER).....	27
3.3.12 Número de plantas o repollos por parcela (NPP).....	27
3.3.13 Peso en kilogramos por parcela (PKP) .....	27
3.3.14 Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH) .....	27
3.3.15 Categorización o clasificación comercial de la lechuga (CR) .....	28
3.3.16 Porcentaje de sobrevivencia (PS) .....	28
3.3.17 Análisis económico.....	28
3.4 Manejo agronómico del ensayo .....	28
3.4.1 Análisis químico del suelo y abonos orgánicos .....	28
3.4.2 Preparación del suelo .....	29
3.4.3 Distribución de unidades experimentales .....	29
3.4.4 Surcado .....	29
3.4.5 Trasplante .....	29
3.4.6 Aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos .....	29
3.4.7 Deshierbas y aporques .....	30
3.4.8 Riego.....	30
3.4.9 Controles fitosanitarios .....	30
3.4.10 Cosecha.....	30
CAPÍTULO IV.....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1 Variables agronómicas.....	31
4.2. Coeficiente de variación (CV). .....	40
4.3. Variables morfológicas.....	40
4.4 Correlación y regresión lineal.....	41
4.4.1 Correlación (r) .....	42
4.4.2 Regresión (b) .....	42
4.4.3 Coeficiente de determinación (R <sup>2</sup> ).....	42
4.5. Análisis económico.....	44
4.6. Comprobación de hipótesis.....	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 Conclusiones.....	49
5.2 Recomendaciones .....	50
6. BIBLIOGRAFÍA .....	51
A N E X O S	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Resultados de la prueba de Tukey al 5%. .....	31
<b>Cuadro 2.</b> Resultados de las variables morfológicas .....	40
<b>Cuadro 3.</b> Resultados del análisis de correlación y regresión lineal.....	41
<b>Cuadro 4.</b> Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP). 2.....	45
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de dominancia. ....	45
<b>Cuadro 6.</b> Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%). .....	45
<b>Cuadro 7.</b> Estimación de la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR %). .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Resultados promedios de la variable altura de plantas a los 30; 45 y 60 días después del trasplante.....	34
<b>Figura 2.</b> Resultados promedios de las variables días a la formación del repollo y días a la cosecha.....	35
<b>Figura 3.</b> Resultados promedios de la variable diámetro ecuatorial del repollo. .	36
<b>Figura 4.</b> Resultados promedios de la variable peso del repollo en kg. ....	37
<b>Figura 5.</b> Resultados promedios de la variable rendimiento de lechuga en kg/ha.....	39
<b>Figura 6.</b> Regresión lineal entre la variable Días a la formación del repollo versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.....	43
<b>Figura 7.</b> Regresión lineal entre la variable Altura de planta a los 60 días después del trasplante versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.....	43
<b>Figura 8.</b> Regresión lineal entre la variable Diámetro ecuatorial del repollo versus el rendimiento de lechuga en kg/ha. ....	44
<b>Figura 9.</b> Regresión lineal entre la variable peso en kg por repollo versus el rendimiento de lechuga en kg/ha. ....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Mapa físico de la ubicación geográfica del ensayo (GPS)
<b>2</b>	Base de datos
<b>3</b>	Resultados del análisis de varianza
<b>4</b>	Resultados del análisis físico y químico del suelo y abonos orgánicos
<b>5</b>	Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo
<b>6</b>	Glosario de términos técnicos

## **RESUMEN Y SUMMARY**

### **RESUMEN**

El cultivo de lechuga, forma parte del grupo de hortalizas y ocupa a nivel mundial un lugar preferente, siendo un importante componente de las dietas por su alto valor nutritivo e ingresos económicos. Esta investigación, se realizó en la Granja Totorillas del cantón Guamote a una altitud de 3230m. Los objetivos fueron: Determinar las principales características agronómicas del Híbrido Alpina RZ; medir el efecto de cuatro tipos de fertilizantes sobre los componentes del rendimiento y realizar el análisis económico de presupuesto parcial (AEPP) y la tasa marginal de retorno (TMR). Se aplicó el diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: 10 30 10; T2: muriato de potasio; T3: humus de lombriz; T4: bocashi y T5: Testigo. Se evaluaron los componentes agronómicos del rendimiento. Se hicieron análisis de varianza, prueba de Tukey correlación, regresión, el AEPP y la TMR. Existió un efecto altamente significativo de los fertilizantes químicos y orgánicos sobre los componentes del rendimiento como el ciclo de cultivo, calidad y tamaño del repollo y el rendimiento. Los promedios superiores correspondieron a los fertilizantes químicos con un incremento promedio del rendimiento del 27.3 % sobre los abonos orgánicos y el 48.2% del muriato de potasio sobre el testigo. Económicamente la mejor opción tecnológica fue el tratamiento T2: muriato de potasio con un rendimiento de 71347 kg/ha, un beneficio neto de \$7627.8/ha y un valor de la TMR de 443%. Finalmente, este estudio, contribuyó a mejorar la producción y productividad del cultivo de lechuga.

**Palabras claves:** Fertilizante, híbrido, lechuga, rendimiento, repollo.

## **SUMMARY**

The cultivation of lettuce, is part of the group of vegetables and occupies a preferential place worldwide, being an important component of diets for its high nutritional value and economic income. This research was carried out at the Totorillas Farm in the Guamote canton at an altitude of 3230 m. The objectives were: To determine the main agronomic characteristics of the Alpine Hybrid RZ; measure the effect of four types of fertilizers on the components of the yield and perform the economic analysis of partial budget (AEPP) and the marginal rate of return (TMR). Random complete block design was applied with five treatments and three repetitions. The treatments were: T1: 10 30 10; T2: potassium muriate; T3: worm humus; T4: bocashi and T5: Control. Agronomic components of yield were evaluated. Analysis of variance, Tukey correlation test, regression, AEPP and TMR were performed. There was a highly significant effect of chemical and organic fertilizers on yield components such as crop cycle, cabbage quality and size, and yield. The upper averages corresponded to chemical fertilizers with an average yield increase of 27.3% on organic fertilizers and 48.2% of potassium muriate on the control. Economically the best technological option was the treatment T2: potassium muriate with a yield of 71347 kg / ha, a net profit of \$ 7627.8 / ha and a TMR value of 443%. Finally, this study contributed to improving the production and productivity of the lettuce crop.

**Key words:** Fertilizer, hybrid, lettuce, yield, cabbage.

# CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*), está considerado como uno de los más importantes del grupo de las hortalizas de hoja y se produce en todas las regiones bajo diferentes condiciones climáticas y ocupa a nivel mundial un lugar preferente, siendo en algunos países un importante componente de las dietas por su alto valor nutritivo y además de constituir en un margen de notables ingresos para el sector agrícola (Olmo, 2018)

La producción mundial de lechuga en el 2018 fue de 27.5 millones de toneladas. China produjo el 57% y EE. UU., el 13.5%, seguido por India 4.5%, España 3.4% e Italia 2.8%. Sin embargo, los países con mayor rendimiento (t/ha) se ubican en el siguiente orden: Bulgaria (98.8), Kuwait (46.8), Noruega (41.4), República Democrática (41.1), Bélgica (40.8), Jordania (39.8) y entre otros. En Sudamérica, Colombia obtiene los mejores rendimientos por hectárea con (22.2) seguido de Venezuela (19.8), Chile (13.4), Perú (10.9) y Ecuador (7.4) (FAO, 2021).

En Ecuador existen 1145 ha cultivadas de lechuga con un rendimiento promedio de 7.9 t/ha, de las cuales el 70% es lechuga de la variedad Criolla y el 30% es de variedades como la Roja, Roma o Salad. Las provincias de mayor producción son: Cotopaxi con 481 ha, Chimborazo con una extensión de 366 ha, Tungurahua con 325 ha y Carchi con 96 ha y la lechuga Repollo o “Criolla” es la de mayor preferencia por los ecuatorianos (Solagro, 2016).

La Agricultura Orgánica (AO), al no utilizar insumos químicos sintéticos en los procesos productivos, garantiza la obtención de productos limpios y aptos para el consumo humano, al mismo tiempo ofrece ventajas económicas a los agricultores, dado que tiene mejores precios en nichos de mercado con respecto a los productos obtenidos en forma convencional. El hecho de que el consumo de la lechuga orgánica se vaya popularizado en el país y esté siendo demandada en el extranjero, se debe a sus bondades nutricionales pues es fuente de vitaminas y minerales, teniendo un bajo contenido de azúcares, por lo que es el ingrediente básico de las dietas bajas en calorías (Wikifarmer, 2019).



En la provincia de Chimborazo se cultivan anualmente 366 ha y con una producción total de 2560 t. La lechuga Regular o de Repollo, es una hortaliza que se ha cultivado ancestralmente en el Ecuador, y en las zonas agroecológicas altas de la serranía en los últimos años se está cultivando bajo condiciones de invernaderos especialmente para nichos de mercado de exportación y se han abierto mercados para la lechuga orgánica, con buen potencial en las épocas de ventana comercial (Martínez, 2019).

El manejo racional de los recursos naturales, en especial del suelo, asegura más y mejores rendimientos de los cultivos, pues es conocido que la restitución de nutrientes al suelo, mediante la adecuada fertilización y nutrición con abonos orgánicos, permite que éste recurso natural renovable se mejore desde el punto de vista físico, se reactive biológicamente y se provea así mismo de los elementos nutritivos que ayudan al normal crecimiento de las plantas, a diferencia de los fertilizantes químicos sintéticos y además usados irracionalmente, provocan la mineralización y una baja actividad microbiológica, reduciendo significativamente la producción y la productividad de los sistemas de producción de la lechuga a mediano y largo plazo.

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

- Determinar las principales características agronómicas y morfológicas de lechuga Híbrido Alpina RZ en la granja Totorillas, cantón Guamote.
- Medir el efecto de cuatro tipos de fertilizantes (químicos y orgánicos) sobre los principales componentes del rendimiento de lechuga Híbrido Alpina RZ.
- Realizar el análisis económico de presupuesto parcial (AEPP) y la tasa marginal de retorno (TMR).

## **1.2 PROBLEMA**

El desconocimiento de los agricultores de alternativas tecnológicas sostenibles que incluyen las buenas prácticas agrícolas (BPA) desde la siembra, cosecha y postcosecha, inciden en una baja producción y productividad del cultivo de la lechuga dentro de la zona agroecológica de estudio. La producción convencional de la lechuga, incluyen sistemas de producción altamente dependientes de insumos externos y mal utilizados como son los fertilizantes químicos y plaguicidas, causando un gran impacto negativo en la calidad del producto y la contaminación del medio ambiente y de los acuíferos por la lixiviación especialmente de los nitratos y metales pesados que contienen los plaguicidas.

En el cantón Guamote, la principal actividad económica es la Agricultura Familiar (AF). Los cultivos tradicionales son: papa, cebada, haba, quinua y un bajo porcentaje se dedica a la ganadería. En algunas zonas agroecológicas de este territorio, se cultiva a pequeña escala las hortalizas y entre ellas la lechuga variedad Criolla, pero debido a la falta de procesos de investigación y validación, transferencia de tecnologías, y capacitación, la horticultura es poco rentable y es básicamente para el autoconsumo y pequeños excedentes hacia el mercado local.

La producción limpia de lechuga es un rubro con un gran potencial dentro de la zona agroecológica en estudio y que podría contribuir significativamente a la economía familiar, mejorando los diferentes componentes tecnológicos como son la validación de variedades e híbridos apropiados, la calidad de plantas, nutrición del cultivo, el manejo integrado de las plagas y enfermedades, y el mejoramiento del proceso de postcosecha en cuanto al almacenamiento, clasificación, embalaje y comercialización, dentro de nichos de mercado local y regional, mismos que contribuyan en el corto y mediano plazo a mejorar la cadena de valor de la lechuga (CVL).

Por lo tanto, es fundamental, mejorar la cadena de valor de la lechuga, con alternativas tecnológicas sostenibles que contribuyan a mejorar los ingresos económicos de los productores para mitigar la Desnutrición Crónica Infantil, del cantón Guamote misma que es la más alta del país.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Origen

La lechuga es originaria de la India en el Asia Central. Es mencionada a menudo en la antigua mitología y es muy probable que tuvo sus inicios entre Asia menor y la cuenca del mediterráneo. Hipócrates menciona que en el 430 ac., la lechuga fue cultivada en Egipto y tuvo su expansión a Grecia, Roma y en toda la región mediterránea. Su cultivo se realiza en prácticamente todo el mundo su comercialización se divide según el tipo, en romanas, acogolladas y de hojas sueltas se han obtenido resultados satisfactorios en su cultivo (Olmo, 2018)

##### 2.1.1 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Asteraceae

Subfamilia: Cichorioideae

Tribu: Lactuca

Especie: *Lactuca sativa* L.

(Sanchez, 2019).

##### 2.1.2 Descripción morfológica de la planta

La lechuga es una planta herbácea y anual su órgano comestible son sus hojas, brillantes de color verde o rojo, aspecto fundamental en la preferencia de los consumidores es de consumo en fresco ya sea entera presenta diferentes tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas (Wikifarmer, 2019) .

Es una hortaliza que se produce en todas las regiones bajo diferentes condiciones climáticas, siendo en algunos países un importante componente de las dietas por su alto valor nutritivo, además de constituir en un margen de notables ingresos para el sector agrícola (Sanchez, 2019).

### **2.1.3 Raíz**

Es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto (Martínez, 2019).

### **2.1.4 Tallo**

Es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capítulo de 15 a 25 flores de color amarillo pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas y con numerosas bractéolas. En todas las especies de lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo, que da el nombre al género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga (Martínez, 2019).

### **2.1.5 Hojas**

Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas) y en otros se acogollan más tarde el borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado (Salinas, 2017).

### **2.1.6 Flores**

Son hermafroditas y están reunidas en capítulos de color blanco-amarillento, con cinco estambres soldados y un ovario bicarpelar con un sólo óvulo que dará origen, a la semilla, la fecundación es autógena al aire libre su fecundación cruzada es del 1 al 2% (Montalban, 2018).

### **2.1.7 Inflorescencia**

Los capítulos se hallan agrupados en inflorescencias compuestas constituyendo florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos de capítulos. El androceo está formado por cinco estambres adheridos a la base de la corola, con presencia de cinco anteras soldadas que forman un tubo polínico, que rodea el estilo. El cáliz es filamentosos y al madurar, la semilla forma el papus o vilano, que actúa como órgano de diseminación anemófila (Martínez, 2019).

### 2.1.8 Semillas

Son alargadas de 4-5 mm de diámetro y su color generalmente es blanco crema, aunque también tienen coloración parda y castaña dependiendo de la variedad (Salinas, 2017).

### 2.1.9 Desarrollo vegetativo de la planta

Existen tres períodos en el desarrollo de la lechuga:

- **Etapa de plántula:** Es la aparición de la radícula, emergencia de los cotiledones y su crecimiento radicular va en profundidad, presentando de 3 a 4 hojas verdaderas (Salvador, 2017).
- **Etapa de roseta:** Aparición de nuevas hojas, disminuye relación largo ancho de los folíolos presentando acortamiento de los peciolo, con una formación de roseta con 12 a 14 hojas esta etapa tiene de 3 a 4 semanas de duración (Salvador, 2017).
- **Formación de la cabeza o repollo:** Las hojas son más anchas que largas y curvadas por el eje de la nervadura central en posición erecta como consecuencia, las nuevas hojas quedan envueltas por las hojas formadas anteriormente este proceso dura de 2 a 3 semanas (Fajardo, 2018).

El acogollado es un carácter genético de algunas variedades de lechuga, que tienen hojas con elevado índice foliar (anchura/longitud). Se inicia entre 35 y 55 días después del trasplante según el ciclo de cultivo, cuando la planta tiene un número de hojas de 20 aproximadamente posee una baja eficiencia en la utilización del nitrógeno, por lo que para producir cogollos de calidad y de gran tamaño es necesario asegurar un buen suministro nitrogenado (Martínez, 2019).

## 2.2 Condiciones edafoclimáticas

### 2.2.1 Suelos

La lechuga necesita suelos franco arenoso, franco arcilloso limoso, con una profundidad de suelo de un m, con alto contenido de materia orgánica y nitrógeno

además de un buen drenaje y una pendiente inferior a 10 %. El pH más apropiado es el de 5,2 a 5,8 en suelos orgánicos y de 5,5 a 6,7 en suelo de origen mineral, pero la lechuga no se da bien en suelos muy ácidos. Los terrenos oscuros, con sustancias fosfóricas y potásicas provocan que las lechugas se repollen mal, cuya cabeza carecerá de estabilidad y de fuerza lo que ocasionará la apertura de las hojas (Lumbi, 2018).

### **2.2.2 Altitud**

La lechuga prospera bien en zonas cuya altitud se encuentre entre los 1 800 a 2 800 m (Mora, 2021).

### **2.2.3 Temperatura**

La temperatura de germinación de la semilla oscila entre 20 y 26 °C, con óptimas de 24 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 y 18 °C con máximas de 24 °C y mínimas de 7 °C, pues para la formación de cabezas la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche, si se presentan temperaturas por debajo de 7 °C, durante 10 a 30 días, hay emisión prematura de tallos florales; las temperaturas altas, por encima de los 24 °C aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad se afecta rápidamente con el calor, debido a la acumulación de látex en los tejidos (Lumbi, 2018).

### **2.2.4 Luminosidad**

El cultivo de lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas de luz), acompañado de altas temperaturas (mayores de 26 °C), emite el tallo floral al respecto son más sensibles las lechugas foliares que las de cabeza. En cuanto a la intensidad de la luz, el cultivo es exigente en alta luminosidad para un mejor desarrollo del follaje en volumen, peso y calidad, dado que estas plantas exigen mucha luz y se ha comprobado que su escasez causa que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas sean flojas y poco compactas (Mora, 2021).

### 2.2.5 Viento

La lechuga debe evitarse sembrar en sectores muy expuestos a la acción del viento, pues nubes de polvo se puede levantar en determinadas épocas del año y van a introducirse en las hojas averiando la calidad de las lechugas, por este motivo se debe escoger valles donde no haya fuertes corrientes del aire o en su defecto la protección de barreras vegetales o artificiales (Mora, 2021).

### 2.2.6 Valor nutritivo

La lechuga asegura la hidratación de tu organismo debido a la gran cantidad de agua, siendo su consumo en fresco. La lechuga tiene el siguiente contenido nutritivo en 100 gramos de porción aprovechable (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (FAO, 2021).

<b>Composición</b>	<b>Lechuga de hoja</b>	<b>Lechuga crespa</b>
Agua (%)	94.00	95.00
Calorías (%)	10.00	16.00
Proteínas (g)	1.30	3.90
Grasas (g)	0.30	0.10
Carbohidratos (g)	3.50	2.90
Calcio (mg)	68.00	20.00
Fósforo (mg)	25.00	22.00
Hierro (mg)	1.40	0.50
Vitamina A (V.I.)	1900.00	300.00
Tiamina (mg)	0.50	0.60
Riboflavina (mg)	0.08	0.06
Niacina (mg)	0.40	0.30
Vitamina C (mg)	18.00	6.00

### 2.2.7 Conceptualización de cultivares e híbridos

Cultivares es empleado en agronomía para designar a aquellas poblaciones de plantas cultivadas que son genéticamente, homogéneas y comparten características de relevancia agrícola que permiten distinguir claramente a la población, de las

demás poblaciones de la especie y traspasan, estas características de generación en generación, de forma sexual o asexual (Salinas, 2017).

Hibridación es la recombinación de gametos de dos (o más) padres para desarrollo de poblaciones compuestas, por individuos que combinan diversos caracteres (genes) de las padres poblaciones genéticamente variables donde se aplican los procesos de selección (Salinas, 2017).

### **2.2.8 Características agronómicas del híbrido en estudio**

- **Alpina RZ (45- 30):** Lechuga iceberg de color oscuro, con buena protección del cogollo, muy vigorosa y uniforme con un alto porcentaje de recolección, calibres grandes, buena base y cabezas redondas, apta para procesado. Para recolecciones de invierno las hojas presentan una superficie ligeramente irregular, marcando los nervios longitudinales de borde fuertemente aserrado y carne crujiente generalmente muestran, la pella bien definida en el centro de la planta iceberg alto recomendada, para trasplantes de pleno invierno alpinas con muy buena aptitud para procesado (Oviedo, 2021).

### **2.2.9 Tipos de híbridos de lechuga que se cultivan**

- ***Lactuca sativa L. var. longifolia (Lam.):*** Lechugas que se aprovechan por sus hojas y no forman verdaderos cogollos son las correspondientes a las lechugas llamadas Romanas o Cos, la planta desarrolla hojas grandes, erguidas, oblongas y obovadas, de 20 a 30 cm de largo y 6 a 10 cm de ancho, con nervadura prominente, superficie ligeramente ondulada y borde irregularmente denticulado. El tallo se presenta de mayor longitud que en otras variedades y permanece protegido por el conjunto de hojas, las que forman una cabeza cónica o cilíndrica por su disposición erecta, pudiendo alcanzar un gran peso, de hasta 2 kg (Salinas, 2017).
- **Acephala Dill:** Esta subespecie de lechuga se caracteriza por tener las hojas sueltas y dispersas, corresponden a las llamadas como Lollo Rosa, Lollo Bionda, hoja de Roble. Son lechugas de hojas sueltas (loose leaf), este tipo no forma cogollo, sino que sus hojas son sueltas (Saavedra, 2017).



- **Lechuga espárrago:** Aquéllas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas. Se cultivan principalmente en China y la India. (Salinas, 2017).

## **2.3 Manejo agronómico del cultivo de la lechuga**

### **2.3.1 Análisis físico y químico de suelo**

Las propiedades físicas del suelo, junto a las químicas, biológicas y mineralógicas determinan entre otras la productividad de los suelos. Su conocimiento permite un mejor desarrollo de las prácticas de labranza, fertilización, riego y drenaje (Jaramillo,, 2021).

### **2.3.2 Desinfección de suelo**

Se puede llevar a cabo mediante diferentes procesos. Los más utilizados actualmente son los siguientes: Solarización, Biofumigación y Biosolarización, siendo este último el que mejores resultados proporciona. El objetivo de la desinfección es eliminar o, en su defecto reducir la población de patógenos, bacterias, hongos, nematodos que habitan en el suelo, los cuales provocan disminuciones en la producción (Pérez, 2019).

### **2.3.3 Preparación del terreno**

Una preparación superficial del terreno permite afinarlo, nivelarlo y controlar las malas hierbas con las máquinas accionadas a través de la toma de fuerza del tractor, se realiza bien este tipo de trabajo únicamente es aconsejable la preparación del terreno de forma superficial, cuando no hay problemas de compactación profunda para luego surcarlo y realizar la siembra (Mora, 2021).

### **2.3.4 Distancias de siembra**

La distancia de plantación depende de la envergadura que alcance la variedad en el caso de variedades de tamaño pequeño, se pueden plantar hasta 18 plantas por metro cuadrado, sembrando en eras o en llano total a distancias de 25 cm por 25 cm o en caballón, a una distancia de 50 cm entre caballones y dos hileras por planta por

caballón, separadas 25 cm entre sí. La siembra en caballón se recomienda cuando existen riesgos de exceso de humedad en el suelo, para evitar pudriciones del cuello de la planta o el ataque del moho blanco *Esclerotia sclerotiorum* (Wikifarmer, 2019).

La distancia de siembra más utilizada en la producción de lechuga es de 35 a 40 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. A una distancia de siembra de 40 cm por 40 cm, se tiene una población de 56100 plantas por hectárea. Para lechugas tipo mantequilla y romana, las distancias son de 30 cm por 30 cm. Para las lechugas foliares se utilizan distancias de siembra entre 20 y 30 cm entre plantas y de 20 a 30 cm entre surcos (Wikifarmer, 2019).

### **2.3.5 Trasplante**

El trasplante es el paso de las plántulas del semillero al sitio definitivo. Las plántulas se llevan a campo luego de 25-30 días de su germinación, como norma general se puede tomar el número de hojas, tres a cuatro bien formadas, es decir, cuando la plántula tenga entre ocho y diez, lo cual generalmente se alcanza 25 a 30 días después de la germinación. Los trasplantes se deben hacer en las primeras horas de la mañana, en suelo húmedo, asegurando que el sistema radicular de las plantas provenientes de las bandejas de propagación tenga buena humedad. La plántula, se debe sembrar a una profundidad igual a la longitud del pilón de sustrato donde se desarrolla el sistema radicular, teniendo cuidado que el sustrato quede cubierto con suelo, para reducir las posibilidades de pérdida de humedad (Salvador, 2017).

### **2.3.6 Abonadora o fertilización de fondo**

Mediante el abonado se aumenta la fertilidad del suelo y se restituyen los nutrientes minerales extraídos por los cultivos y desde una perspectiva ecológica, los abonos orgánicos, aunque de absorción más lenta que los sintéticos, favorecen a los suelos al activar las bacterias descomponedores y a largo plazo son la mejor alternativa. Los nutrientes que contienen los abonos orgánicos permanecen en el suelo mucho más tiempo que los artificiales, evitándose además que por lixiviación se

contaminen los acuíferos o se laven más rápidamente de las capas superficiales del suelo (Morales, 2020).

## 2.4 Abono orgánico

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen, de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física, incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas, en el suelo y con un gran ahorro económico los abonos orgánicos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas (Mosquera, 2018).

La cantidad de abono a aplicarse en los cultivos se condiciona a la fertilidad original del suelo, al clima y la exigencia nutricional del cultivo el agricultor debe validar la condición de su terreno, sin embargo, existen recomendaciones que establecen aportes.

- 30 g para hortalizas de hoja
- 80 g para hortalizas de tubérculos o de cabezas como coliflor, brócoli y repollo.
- 100 g por metro cuadrado de cultivo.

En todos los casos, el abono orgánico, una vez aplicado, debe cubrirse con tierra para que no se pierda el efecto (Mosquera, 2018).

- **Uso e influencia:** El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones el abono que se produce es de mayor calidad y costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado. Estos productos actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas (Chen, 2021).

- **Propiedades físicas:** El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a menor el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno, además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento (Estrada, 2016).
- **Propiedades químicas:** Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (Estrada, 2016).
- **Propiedades biológicas:** Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios también producen, sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos, benéficos de suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo (Chen, 2021).

#### **2.4.1 Abono bocashi**

Este es un término japonés introducido por voluntarios de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Este significa fermento o fermentado, su elaboración no es una receta y se puede adecuar a las materias primas que se dispongan en las fincas. Los agricultores por esta razón han continuado usando el método, pero sustituyendo los materiales de la propuesta original. El Bocashi, mejora las condiciones físicas y químicas del suelo, previene enfermedades del suelo y funciona como un suministro de nutrimentos para que la planta tenga un buen desarrollo (Mosquera, 2018).

- **Ventajas del bocashi**

Tiene una alta carga microbiana benéfica que mejora la actividad y diversidad biológica de los suelos. Esto facilita la asimilación de su alto contenido de nutrimentos y el aprovechamiento de otros abonos. Su población microbiana incrementa la actividad supresora y mejora la salud de los cultivos, además proporciona un mayor contenido energético al sufrir menos pérdidas por volatilización, al no alcanzar temperaturas elevadas mejora y mantiene la bioestructura del suelo al facilitar la formación de agregados (Garro, 2016).

- **Desventajas del bocashi**

Es un abono orgánico inestable, dado que la materia orgánica no está totalmente descompuesta y puede ocasionar problemas para la germinación de los cultivos o quemar cultivos ya desarrollados, por la concentración de ácidos orgánicos de cadena corta, amoníaco o sales. No se aconseja en semilleros o almácigos y lo ideal es siempre usarlo cuando ya alcanza su madurez (Sarfaraz, 2021).

- **Utilización del bocashi**

Las aplicaciones se pueden hacer durante la preparación del suelo, al fondo del surco, a la siembra, al lado de la planta o una o dos semanas después del trasplante. La materia orgánica también puede incorporarse, labor que requiere profundidad, la que no debe ser mayor a los 20 cm, ya que más allá se reduce la oxigenación y la actividad microbiana (Garro, 2016).

- **Aplicación a plantas de recién trasplante.**- Se aplica en la base del hoyo, en donde se coloca la planta a trasplantarse, el abono se cubre con un poco de suelo para que el trasplante no entre en contacto directo con el abono, ya que podría quemarlo y no dejarlo desarrollar en forma normal (Mosquera, 2018).
- **Aplicación a los lados de la plántula.** - Este sistema se recomienda en cultivos de hortalizas y sirve para abonadas de mantenimiento de los cultivos ya que estimula, el rápido crecimiento del sistema radical hacia los lados el abono debe taparse con suelo, así se evitarán pérdidas por lavado debido a lluvias o riego (Mosquera, 2018).

## **2.4.2 Humus de lombriz**

Un abono orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos compostados, por medio de la Lombriz Roja de California. Mejora la porosidad y la retención de humedad, aumenta la colonia bacteriana y su sobredosis no genera problemas. Tiene las mejores cualidades constituyéndose en un abono, de excelente calidad debido a sus propiedades y composición. Posee un alto contenido de macro y oligoelementos ofreciendo una alimentación equilibrada para las plantas en su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, manganeso, hierro, cobre, zinc, carbono en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas (Garro, 2016).

- **Valores fitohormonales**

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- La Auxina, que provoca el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- La Giberelina, favorece el desarrollo de las flores, la germinación de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- La Citoquinina, retarda el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos. (Mosquera, 2018).

- **Ventajas del humus de lombriz**

Presenta ácidos húmicos y fúlvicos que por su estructura coloidal granular, mejora las condiciones del suelo, retiene la humedad y puede con facilidad unirse al nivel básico del suelo, mejorando su textura y aumentando su capacidad de retención de agua. Brinda un buen contenido de minerales esenciales; nitrógeno, fósforo y

potasio los que libera lentamente y los que se encuentran inmóviles en el suelo, los transforma en elementos absorbibles por la planta (Bioagrotecsa, 2020).

### **2.4.3 Fertilización inorgánica**

El fertilizante 10 – 30 – 10, es un complejo granular con una alta proporción de fósforo y contenidos complementarios de nitrógeno y potasio tiene un grado de uso tradicional en muchos cultivos anuales y de ciclo corto, así como en las fases iniciales de crecimiento en las especies perennes los altos contenidos de fósforo estimulan el crecimiento de raíces, y el crecimiento de la planta, además de estimular la formación de flores y la maduración de los frutos, es indispensable en la formación de la semilla haciéndolo ideal para cultivos de hortalizas, para el aporte de elementos mayores con énfasis en fósforo en la etapa de trasplante (Agrizon, 2021).

### **2.4.4 Muriato de potasio**

Fertilizante edáfico con alto contenido de potasio interviene activamente en la multiplicación celular, es un regulador de agua e interviene en el desarrollo y crecimiento de las plantas y regula el metabolismo de carbohidratos, por lo tanto participa muy activamente en el cuajado de frutos y granos, estimulando la formación de azúcares puede ser aplicado en cualquier cultivo como también en hortalizas, principalmente en las etapas previas a la fructificación y cuajado de frutos y granos (Agripac, 2021).

- **Requerimientos nutricionales**

**Nitrógeno:** Es utilizado por la planta para sintetizar aminoácidos y proteínas es también requerido por las plantas, para otros componentes vitales como clorofila, ácidos nucleicos y enzimas.

**Fósforo:** Es utilizado para la formación de paredes celulares y de ácidos nucleicos (DNA y RNA) y otros componentes vitales. Estimula la germinación de las semillas y la formación de raíces (Agrizon, 2021)

**Calcio:** El calcio es un elemento estructural en la planta, forma parte de la pared celular, membrana celular, participa en la división y elongación celular. Las principales fuentes de calcio son nitrato de calcio (Salvador, 2017).

**Potasio:** Es esencial para la translocación de azúcares y formación de almidón, incrementa la concentración salina en los jugos celulares dando mayor resistencia al frío (García, 2019).

- **Micro elementos**

**Manganeso:** Interviene en la segunda fase de la fotosíntesis a nivel de escisión de la molécula de agua, en la reducción de nitratos y en el crecimiento del tubo polínico y germinación del polen (García, 2019).

**Zinc:** Interviene en la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas siendo constituyente de enzimas (Intagri, 2020).

El cultivo orgánico de la lechuga y su manejo se enmarca dentro de lo que constituye la agricultura sostenible, cuya propuesta se orienta a proteger los recursos naturales que intervienen en los procesos productivos y proporcionar a la sociedad alimentos de alta calidad al mismo tiempo que su cultivo sea rentable y competitivo en los mercados (Pelchor, 2017).

#### **2.4.5 Riego**

Durante la época de verano se utilizará el riego por gravedad en surcos con frecuencia de 15 días especialmente en la etapa de crecimiento, aunque el riego por surcos permite incrementar el nitrógeno en un 20 %, los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo (Salvador, 2017).



#### **2.4.6 Deshierbes y aporcado**

Se limpiará manualmente y mecánicamente toda clase de malezas, al mismo tiempo se moverá el suelo aporcando un poco las plantas para propiciar el mejor desarrollo del sistema radicular y crecimiento de las plantas (Oviedo, 2021).

### **2.5 Plagas**

#### **2.5.1 Pulgones (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*)**

El principal daño es la contaminación con insectos del producto comercial, especialmente cuando son destinados a la industria de pre-picado, donde la tolerancia de insectos presentes es cero. Coloniza el ápice de la planta antes de que forme la cabeza e inicia su ataque desde las hojas más jóvenes, hacia afuera esta plaga se puede producir en cualquier estado fenológico del cultivo y no solo antes de la formación de la cabeza, siendo posible encontrar los pulgones en el interior de hojas envolventes y corazón, de las lechugas de este tipo en variedades de hoja suelta se encuentran profundamente dentro de la roseta (Saavedra, 2017).

#### **2.5.2 Trips (*Thrips tabaci*)**

Se presentan manchas irregulares, generalmente con presencia de trips que soportan bajas temperaturas. Se inicia primero con zonas pequeñas plateadas, las cuales encierran fecas negras luego se compromete casi toda la hoja, adquiriendo aspecto oxidado, pero se diferencia de problemas fisiológico por el apareamiento con virus plateados y pústulas negras en las caras internas de la hoja. Además, las ninfas y adultos se protegen entre las hojas internas de la hoja, afectando la presentación del producto (Salvador, 2017).

#### **2.5.3 Minadores (*Liriomyza trifolii*)**

En el interior de la hoja de la lechuga la larva excava galerías mientras se alimenta del tejido parenquimático, esta plaga tiene especial atención al inicio de la plantación, retrasando el inicio de la maduración o llegando a rechazar el producto comercial (Neval, 2018).

#### **2.5.4 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

Se alimenta de la savia de las plantas, de sus nutrientes y su agua, esto debilita las plantas y produce decoloración de las hojas y finalmente su caída. Además, las moscas producen una especie de melaza que se convierte en caldo de cultivo de gran variedad de hongos y bacterias que pueden infectar la planta (Neval, 2018).

### **2.6 Enfermedades**

#### **2.6.1 Rhizoctonia (*Rhizoctonia solani*)**

Es un hongo que vive en el suelo y le hace daño al cuello de la planta hacia la raíz. Su incidencia es mayor con altas humedades y temperaturas frescas, los síntomas aéreos son de marchitamiento y amarillamiento cuando el daño es severo puede ocasionar la muerte de la planta. Este hongo puede vivir mucho tiempo en el suelo y su presencia, es bastante común en la mayoría de los suelos ya que tiene una gama amplia de hospederos (Salvador, 2017).

#### **2.6.2 Mildiu lanoso (*Bremia lactucae*)**

Ataca al cultivo de la lechuga a lo largo de todo su desarrollo, de manera que puede inclusive presentarse a nivel de semillero. Este hongo cubre el área foliar reduciendo la capacidad fotosintética de la planta, normalmente atacando las hojas externas, pero si el ataque es severo puede dañar hojas internas. La gravedad del ataque siempre está en función de las condiciones ambientales la presencia de esta enfermedad reduce la calidad y rendimiento del cultivo y puede ser vía de entrada de otras enfermedades (Salvador, 2017).

#### **2.6.3 Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Esta enfermedad provoca la aparición de podredumbres blanquecinas de aspecto blando sobre las hojas de la lechuga. La infección se inicia en la parte basal de la planta y se va extendiendo con el tiempo este hongo, puede permanecer en el suelo hasta 5 años por lo que se recomiendan técnicas de saneado como la solarización (Agromatológico, 2020).

#### **2.6.4 Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Este hongo puede aparecer en cualquier fase vegetativa del cultivo de la lechuga. Normalmente suele ir vinculado con el exceso de humedad, por lo que el control del riego es muy importante la aireación también supone una buena técnica para evitar la propagación de esta enfermedad (Neval, 2018).

#### **2.6.5 Cosecha y Recolección**

Normalmente, la cosecha se realiza dos meses después del trasplante. Al momento de la cosecha hay que considerar los siguientes parámetros:

- La altura (el promedio debe ser de 30 centímetros)
- Debe estar libre de daños mecánicos y daños por plagas y enfermedades
- No debe haber comenzado el desarrollo de la inflorescencia

La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida y es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor, que las sobre maduras y también tienen menos problemas en pos cosecha (Salvador, 2017).

#### **2.7 Productividad y rendimiento**

El rendimiento de las variedades productivas puede llegar a 30 t/ha, el peso promedio es de 0,5 a 1 kg/repollo en muchas de las veces superan estos valores, mientras que las variedades con menor producción solo alcanzan rendimientos de 15 a 20 t/ha, con pesos individuales que van de 0,1 a 0,5 kg. Las lechugas de cabeza son seleccionadas por su tamaño y por el grado de compactación de las hojas. La producción depende del tamaño, de las plantas en el momento de la recolección y del número de plantas por m<sup>2</sup>. Se considera un buen rendimiento cuando se recogen entre 3 y 4 kg por m<sup>2</sup> (García, 2019).

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Localización de la investigación.

La presente investigación se realizó en la propiedad del Sr. Miguel Paucar, ubicada en la provincia Chimborazo, cantón Guamote parroquia Matriz sitio Granja Totorillas.

La Granja Totorillas, tiene la siguiente información geográfica y climática:

Altitud:	3230 msnm
Latitud:	02° 00'07.4''S
Longitud:	78°43'28.5'' W
Temperatura máxima:	13 °C
Temperatura mínima:	7°C
Temperatura media anual:	11.8 °C
Precipitación media anual:	1098 mm
Heliofanía promedio anual:	950 horas/ luz/año
Humedad relativa promedio anual:	81%
Velocidad promedio anual del viento:	6 m/s
Textura de suelo:	Franco arenoso

Fuente. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guamote, 2021; GPS.

##### 3.1.2 Zona de vida

De acuerdo a la citada clasificación de Holdridge la localidad corresponde a la zona de vida bosque húmedo Montano Bajo (bh MB).

##### 3.1.3 Materiales experimentales

- Plántulas de lechuga del Híbrido Alpina RZ.
- Fertilizantes químicos: 10-30-10, Muriato de Potasio y orgánicos: Humus de lombriz y Bocashi.

### **3.1.4 Materiales de campo**

- Azadones
- Rastrillo
- Balanza analítica y de reloj
- Insecticidas: Spectro, Cipermetrina, Neem
- Fungicida: Preferred, ALGEN 1000
- Cámara digital
- Calibrador de Vernier
- Estacas
- GPS
- Machete
- Piola
- Cal
- Flexómetro
- Letreros de identificación
- Libreta de campo
- Regadera
- Tarjetas
- Tractor con implementos agrícolas
- Traje de fumigación
- Mascarillas
- Envases y gavetas plásticas

### **3.1.5 Materiales de oficina**

- Calculadora

- Carpetas
- Libro de campo
- Computadora y accesorios
- Grapas
- Lápiz
- Papel bond tamaño A4
- Internet
- Paquetes estadísticos Statistixs 9.0
- Excel 2020

### 3.2 Métodos

#### 3.2.1 Factor en estudio

Correspondió a dos tipos de abonos químicos y dos orgánicos y un testigo absoluto según el siguiente detalle:

<b>Tratamiento No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Dosis producto comercial (gr/planta)</b>	<b>Dosis producto comercial (kg/ha)</b>
T1	10-30- 10	4.5	250
T2	Muriato de potasio	3.6	200
T3	Humus de lombriz	107	6000
T4	Bocashi	107	6000
T5	Testigo	0	0.0

#### 3.2.2 Tipo de diseño

En esta investigación, se aplicó el modelo matemático del Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) sencillo con cinco tratamientos y tres repeticiones.

- **Procedimiento:** Este ensayo tuvo las siguientes características:

Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	3
Número de parcelas o unidades experimentales (ue):	15
Ancho de la parcela:	3 m
Largo de la parcela:	5 m
Área total de la parcela:	15 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo (15 m <sup>2</sup> por 15 ue):	225 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo con los caminos (15 m x 30 m):	525 m <sup>2</sup>
Separación entre bloques:	2 m
Separación entre parcelas:	2 m
Distancia entre surcos:	0.40 m
Distancias entre plantas:	0.40 m
Número de surcos por parcela total:	7
Número de plantas por surco:	12
Número de plantas por parcela:	84
Número total de plantas del ensayo:	1260

### 3.2.3 Tipos de análisis

- Análisis de Varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de variación	Grados de libertad	C.M.E*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 5 f^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	4	$f^2 e + 3 \theta^2 t$
Error Experimental (t-1) (r-1)	8	$f^2 e$
Total (t x r)-1	14	

\*Cuadrados Medios Esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.

- Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos cuando la prueba de Fisher para los tratamientos fue significativa (Fisher protegido).
- Análisis de correlación y regresión lineal.
- Análisis Económico de Presupuesto Parcial y Tasa Marginal de Retorno.

### **3.3 Métodos de evaluación y datos tomados**

#### **3.3.1 Porcentaje de prendimiento (PP)**

Por conteo directo en toda la parcela, se registró el número de plantas prendidas a los 15 días después del trasplante (ddt) y en relación al número total de plantas trasplantadas por parcela, se expresó en porcentaje.

#### **3.3.2 Altura de planta (AP)**

Este componente agronómico se procedió a efectuar con un flexómetro desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más alta en cm a los 30, 45 y 60 días después del trasplante en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta y se calculó un promedio.

#### **3.3.3 Vigor de planta (VP)**

Este descriptor fenotípico o morfológico, se registró por observación directa en la cosecha mediante la siguiente escala:

<b>Característica</b>	<b>Valoración</b>
Excelente	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

(UPOV, 2018).

#### **3.3.4 Días a la formación del repollo (DFR)**

Se registraron los días transcurridos desde el trasplante y hasta cuando más del 50% de las plantas de la parcela total, presentaron el inicio de la formación del repollo.



### **3.3.5 Días a la cosecha (DC)**

Este componente agronómico del rendimiento, se registró en días transcurridos desde el trasplante y hasta cuando más del 50% de las plantas de toda la parcela presentaron repollos bien formados y compactos listos para la cosecha.

### **3.3.6 Forma de la cabeza o repollo (FR)**

Este descriptor cualitativo, se determinó en la cosecha y por observación directa mediante la siguiente escala:

- 1: Redonda
- 2: Cónica
- 3: Cilíndrica (UPOV, 2018).

### **3.3.7 Superficie de la hoja (SH)**

Se determinó en la cosecha y por observación directa la superficie de la hoja mediante la siguiente escala:

- 1: Lisa
- 2: Ligeramente arrugada
- 3: Arrugada (UPOV, 2018).

### **3.3.8 Tipo de borde de la hoja (TBH)**

Este descriptor fenotípico o morfológico, se registró por observación directa en la cosecha mediante la siguiente escala:

- 1: Liso
- 2: Ligeramente aserrado
- 3: Fuertemente aserrado (UPOV, 2018).

### **3.3.9 Protección del cogollo o repollo (PR)**

En la cosecha y por observación directa se determinó la protección del repollo mediante la siguiente escala:

- 1: Muy bueno
- 2: Bueno
- 3: Regular (UPOV, 2018).

### **3.3.10 Color del repollo (CR)**

Este atributo cualitativo, se registró en el momento de la cosecha y por observación directa mediante la siguiente escala:

- 1: Verde claro
- 2: Verde medio
- 3: Verde oscuro
- 4: Verde azulado (UPOV, 2018).

### **3.3.11 Diámetro ecuatorial del repollo (DER)**

En la cosecha y con la ayuda de un calibrador Vernier, se efectuó el diámetro ecuatorial del repollo en cm en 10 repollos tomados al azar de cada parcela y se calculó un promedio.

### **3.3.12 Número de plantas o repollos por parcela (NPP)**

Esta variable cuantitativa discreta, se registró en el momento de la cosecha por conteo directo en toda la parcela.

### **3.3.13 Peso en kilogramos por parcela (PKP)**

Una vez cosechados todos los repollos de cada parcela, se registró el peso total en una balanza de reloj en kg/parcela.

### **3.3.14 Rendimiento en kilogramos por hectárea (RH)**

Para estimar el rendimiento de lechuga en kg/ha, se utilizó la siguiente relación matemática:

$$R = PCP \times \frac{10000 \text{ m}^2/\text{ha}}{ANC \text{ m}^2/1}$$

Dónde:

R = Rendimiento en kg/ha

PCP = Peso de Campo de los repollos por Parcela (kg/parcela).

ANC = Área Neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

### **3.3.15 Categorización o clasificación comercial de la lechuga (CR)**

Para determinar esta variable cualitativa después de la cosecha, se tomaron al azar 10 repollos de cada parcela y se aplicó la siguiente escala:

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
A	Repollos grandes mayores a 450 g de peso	4
B	Repollos medianos rango entre 350 a 449 g de peso	3
C	Repollos pequeños rango entre 250 a 349 g de peso	2
D	Repollos muy pequeños menores a 250 g	1

### **3.3.16 Porcentaje de sobrevivencia (PS)**

Por conteo directo en toda la parcela y en el momento de la cosecha, se registró el número total de plantas o repollos y en relación al número total de plantas trasplantadas y prendidas por parcela, se expresó en porcentaje.

### **3.3.17 Análisis económico**

Considerando que es un estudio inicial de validación del Híbrido Alpina RZ, de la fertilización química y orgánica en esta zona agroecológica, se aplicó la metodología de Perrin, et al., 2002, que toma en cuenta únicamente los costos que varían por cada tratamiento como fueron los precios de los fertilizantes químicos, orgánicos y la mano de obra y se calculó la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).

## **3.4 Manejo agronómico del ensayo**

### **3.4.1 Análisis químico del suelo y abonos orgánicos**

Un mes antes de la implementación del ensayo, se tomaron 10 sub muestras del lote, se uniformizaron y se tomó aproximadamente un kg de suelo para ser enviado al Laboratorio de Análisis de Suelos Agrícolas del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia Bolívar para su análisis químico completo. Así también, se envió dos kg de las muestras del Humus de lombriz y del Bocashi (abonos orgánicos) para su análisis químico completo (Anexo 4).

### **3.4.2 Preparación del suelo**

Un mes antes de la implementación del ensayo, se realizó un arado de discos con tractor a una profundidad de 30 cm. Una semana antes del trasplante, se realizó un pase de rastra de discos con tractor para uniformizar y mullir el suelo.

### **3.4.3 Distribución de unidades experimentales**

El trazado del ensayo, se realizó en función del tipo de diseño experimental para lo cual, con la ayuda de una cinta métrica, piola, estacas y cal, se realizaron tres bloques en sentido contrario a la pendiente con cinco parcelas cada uno en donde se sortearon los tratamientos.

### **3.4.4 Surcado**

Los surcos, se hicieron en forma manual con la ayuda de azadones separados cada 0.40 m y a una profundidad de 0.30 m. En cada parcela se realizaron en total siete surcos.

### **3.4.5 Trasplante**

Cuando las plántulas presentaron de entre tres a cuatro hojas verdaderas, tallo grueso, altura uniforme (mismo tamaño) y buena sanidad, se plantaron haciendo pequeños hoyos con un espeque a una distancia de 0.40 m entre plantas y 0.40 m entre hileras o surcos. Después del trasplante se aplicó un riego con regadera de flor fina para reducir el estrés de las plántulas.

### **3.4.6 Aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos**

Los fertilizantes 10-30-10, Muriato de potasio, Humus de lombriz y el Bocashi, se aplicó al momento de trasplante el 50% al fondo del surco chorro antes de trasplante y el restante 50%, a los 30 días después del trasplante, mismo que fue aplicado en cobertera y tapado con una capa de suelo. Las dosis aplicadas por cada parcela de 15 m<sup>2</sup> fueron: fertilizante 10 30 10: 0.375 kg; Muriato de potasio: 0.30 kg; Humus de lombriz y el Bocashi 9.0 kg.

### **3.4.7 Deshierbas y aporques**

El control de malezas se realizó en forma manual a los 30 y 60 días después del trasplante con la ayuda de azadones en el momento de realizar el rascadillo y el aporque.

### **3.4.8 Riego**

El riego se aplicó por surcos para mantener el suelo en capacidad de campo y las plantas no sufran de estrés hídrico. La cantidad de agua y frecuencia de riego estuvo en relación a las condiciones climáticas de la zona, procurando no causar encharcamientos. En total se aplicaron ocho riegos por gravedad.

### **3.4.9 Controles fitosanitarios**

Se hicieron monitoreos semanales para observar la presencia de insectos plagas y enfermedades. Para la lancha se utilizó Spectro coadyuvante de uso agrícola aplicación foliar en una dosis 0.5 ml, para controlar la podriciones se utilizó funguicida Preferred en una dosis 100 ml, para el control de insectos como trozadores, trips, y pulgones, se aplicó el insecticida Cipermetrina en una dosis de 30 cc, para el desarrollo fase de formación del repollo de cultivo se utilizó ALGEN 1000 en una dosis de 200 gr se incorporó en un tanque de 40 l de agua con una bomba de mochila y boquilla de cono, Se efectuaron rotaciones con el insecticida biológico Neem en dosis de 40 cc/20 l de agua. En total se hicieron dos controles.

### **3.4.10 Cosecha**

La cosecha se efectuó de forma manual cuando los repollos estuvieron con un índice de madurez comercial (repollos compactos), posteriormente se lavaron y colocaron en gavetas para su clasificación por tamaño y almacenamiento en un lugar fresco y limpio.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Variables agronómicas

**Cuadro 1.** Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables agronómicas: Porcentaje de Prendimiento (PP), Altura de Planta a los 30 Días (AP 30 D), Altura de Planta a los 45 Días (AP 45 D), Altura de Planta a los 60 Días (AP 60 D), Días a la Formación del Repollo (DFR), Días a la Cosecha (DC), Diámetro Ecuatorial del Repollo (DER), Número de Plantas por Parcela (NPP), Peso del Repollo (PR), Porcentaje de Supervivencia (PS) y el Rendimiento en kg/ha (RH).

Variable	Significancia	Tratamientos										Media General	CV (%)
		T1	Rango	T2	Rango	T3	Rango	T4	Rango	T5	Rango		
PP	NS	98.0	A	97.2	A	98.8	A	98.0	A	99.2	A	98.2 %	1.5
AP30D	**	8.4	A	8.5	A	8.4	A	8.2	A	7.5	B	8.2 cm	2.4
AP45D	*	12.3	AB	12.8	A	12.1	AB	11.8	AB	11.2	B	12.1 cm	3.7
AP60D	**	15.9	B	16.7	A	15.2	C	14.7	CD	14.1	D	15.3 cm	1.5
DFR	**	60	C	60	C	63	B	61	C	65	A	62 días	0.6
DC	**	90	B	90	B	91	B	91	B	93	A	91 días	0.7
DER	**	13.8	AB	15.1	A	13.8	AB	12.8	BC	11.9	C	13.5 cm	3.8
NPP	NS	82	A	82	A	83	A	82	A	82	A	82 plantas	0.9
PR	**	1.26	A	1.31	A	0.88	B	0.92	B	0.68	C	1.02 kg	4.2
PS	NS	97.2	A	97.2	A	98.4	A	98	A	97.6	A	97.7 %	0.9
RH	**	68657	A	71347	A	48735	B	53071	B	36956	C	55761 kg/ha	3.5

CV: Coeficiente de Variación. NS: no significativo. \* Significativo al 5%. \*\*Altamente significativo al 1%. Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Fuente: Investigación de campo, 2022.

El Cuadro 1, presenta los resultados estadísticos de las variables agronómicas cuantitativas evaluadas en el cultivo de lechuga como efecto de los tratamientos que correspondieron a tipos de abonos químicos, orgánicos y un testigo absoluto.

Para las variables porcentaje de prendimiento, número de plantas por parcela y el Porcentaje de sobrevivencia de plantas al final del ensayo, no se presentó un efecto estadístico significativo de los tratamientos; es decir fueron valores similares.

Para el **Porcentaje de prendimiento**, se determinó una media general de 98.2%, con un valor del Coeficiente de Variación de 1.5%. Para el **Número de plantas por parcela**, la media general fue de 82 plantas y un valor del CV de apenas 0.9%. Para el **Porcentaje de sobrevivencia**, se calculó una media general de 97.7% con un valor del CV de 0.9%.

Estos resultados evidencian un excelente manejo agronómico del ensayo, considerando que la población por parcela fue de 84 plantas y apenas existió un 2% de mortalidad debido quizá a ciertos factores bióticos adversos. Estos resultados se relacionan también a que el Híbrido Alpina RZ de lechuga, se adaptó favorablemente en la zona agroecológica de estudio.

La respuesta de los tratamientos en cuanto a la variable **Altura de plantas evaluadas a los 30; 45 y 60 días después del trasplante**, fueron estadísticamente muy diferentes.

Con la prueba de Tukey al 5%, en respuesta consistente a través del tiempo, los promedios superiores correspondieron al tratamiento T2: Muriato de potasio con 8.5 cm a los 30 días, 12.8 cm a los 45 días y 16.7 cm a los 60 días. En segundo lugar, correspondió al tratamiento T1: abono 10-30-10 con 8.4 cm a los 30 días, 12.3 cm a los 45 días y 15.9 cm a los 60 días. Para la variable altura de plantas a través del tiempo el efecto de los abonos orgánicos T3: Humus de lombriz y el T4: Bocashi, fueron similares. Con los promedios inferiores de la

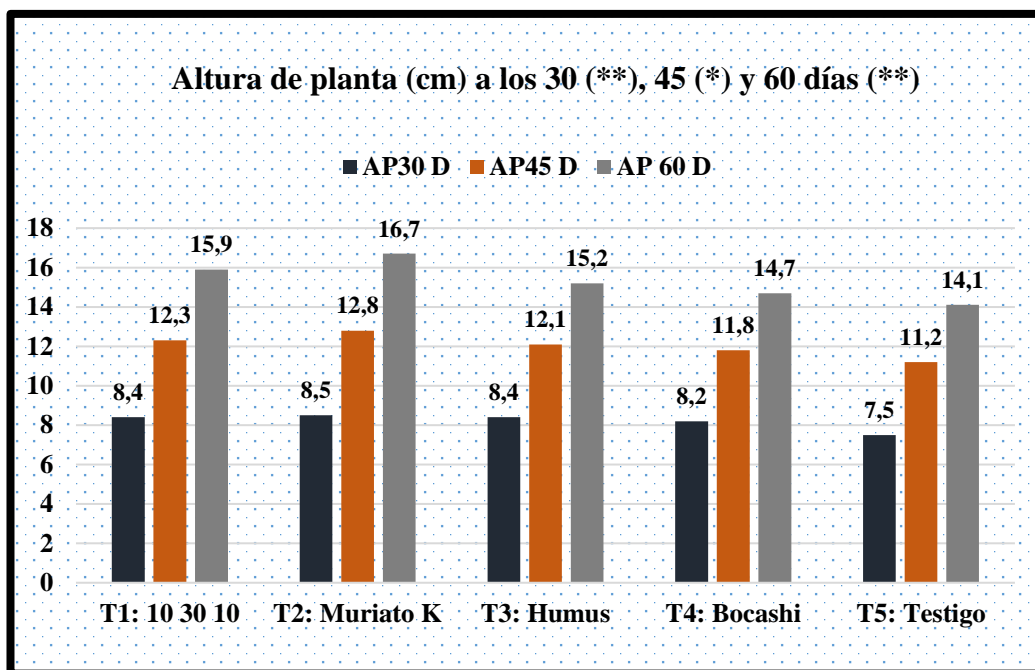
altura de plantas a través del ciclo de cultivo fue el tratamiento T5: Testigo absoluto con 7.5 cm a los 30 días, 11.2 cm a los 45 días y 14.1 cm a los 60 días (Cuadro 1 y Figura 1).

Lumbi, 2011, reporta para la variable altura de plantas a los 28 días después del trasplante rangos de entre 7.30 a 10.93 cm en evaluación de variedades de lechuga en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH). Por lo tanto, se confirma que la variable altura de planta, es un atributo varietal y además depende de su interacción genotipo ambiente.

Los promedios superiores de la variable altura de plantas, se dieron en los tratamientos de fertilizantes químicos como el muriato de potasio (T2) y el 10-30-10 (T1), en consideración que el proceso de asimilación de las plantas es más rápido en comparación a los abonos orgánicos que su proceso de descomposición y mineralización es más lento y al ser la lechuga un cultivo de ciclo corto, la tasa de eficiencia química y agronómica fue menor. Los abonos orgánicos, tienen un efecto significativo a mediano plazo y contribuyen a mejorar las características, físicas, químicas y biológicas del suelo.

Los promedios menores de la altura de plantas se dieron en el testigo (T5), porque de acuerdo a los resultados del análisis físico y químico del suelo fueron bajo para el N, P, K y alto para Ca con un pH de 7.49 (medianamente alcalino), bajo contenido de materia orgánica con 0.8%, una densidad aparente de 1.0 g/ml y una textura del suelo franco arenoso (Anexo 4). Los resultados del análisis químico de la muestra del Bocashi fueron medio para N, bajo para P y alto para el K. Para el Humus de lombriz, tuvo un contenido bajo para los macronutrientes N, P y el K (Anexo 4).





**Figura 1. Resultados promedios de la variable altura de plantas a los 30; 45 y 60 días después del trasplante.**

Se determinaron diferencias altamente significativas para las variables **Días a la formación del repollo y Días a la cosecha** como efecto de los tratamientos. Para el componente del rendimiento días a la formación del repollo, se determinó una media general de 62 días y para el ciclo de cultivo o días a la cosecha del Híbrido de lechuga Alpina RZ con 91 días (Cuadro 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, existió una relación directa entre el número de días a la formación del repollo y días a la cosecha. Los tratamientos más precoces fueron el T1: 10 30 10 y el T2: Muriato de potasio con 60 días a la formación del repollo y 90 días a la cosecha. El tratamiento más tardío correspondió al T5: testigo con 65 días a la formación del repollo y 93 días a la cosecha (Cuadro 1 y Figura 2). De acuerdo a estos resultados, el Híbrido Alpina RZ, está dentro de materiales precoces (menores a 100 días a la cosecha). El tratamiento testigo (T5), presentó quizá un ciclo de cultivo más tardío porque las características químicas del suelo para el N, P y K, fueron de bajo contenido, por tanto, el ciclo se alarga hasta que el repollo esté turgente y compacto.

Se considera que una lechuga está lista para la cosecha y es de calidad cuando presenta una cabeza firme y compacta de color verde, rodeada por una corona de hojas verdes, turgentes y bien cerradas. También entre los índices de calidad se encuentran el tamaño, la ausencia de amarillamiento por la exposición al sol, la ausencia de defectos en el manejo y pudriciones (INFOAGRO, 2010).

El ciclo de cultivo es una característica varietal y además depende del manejo agronómico del cultivo y la fuerte interacción genotipo ambiente. Los factores ambientales determinantes son la altitud, temperatura, cantidad y distribución de la precipitación, la cantidad y calidad de luz solar.

Autores como Lumbi, 2011 con cultivares de lechuga en la ESPOCH, reporta rangos de entre 70 y 83 días a la cosecha. Esta respuesta muestra la fuerte interacción genotipo ambiente.

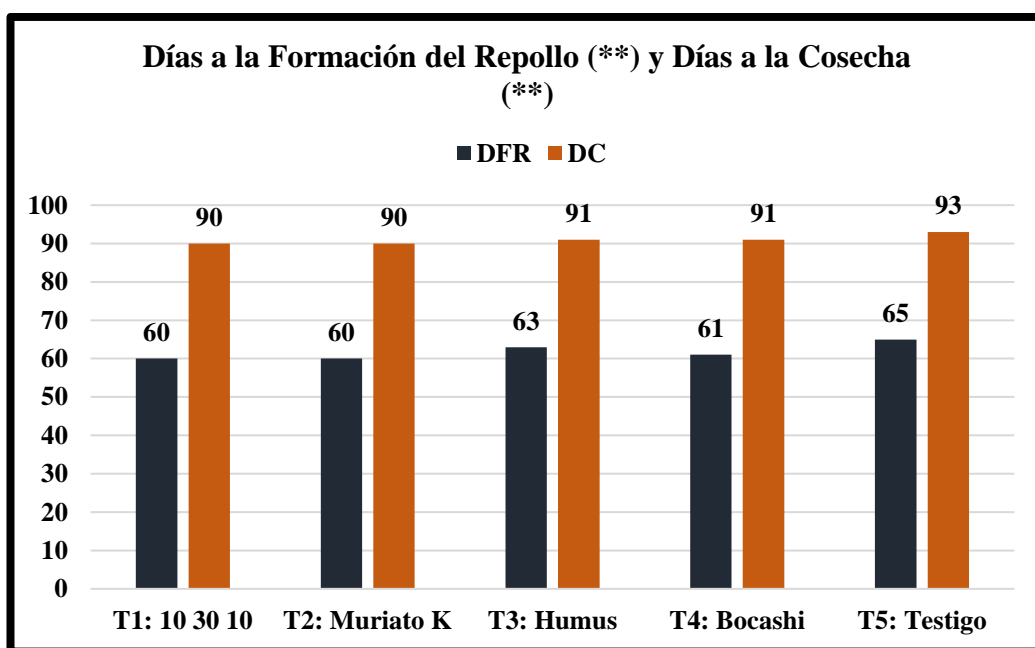


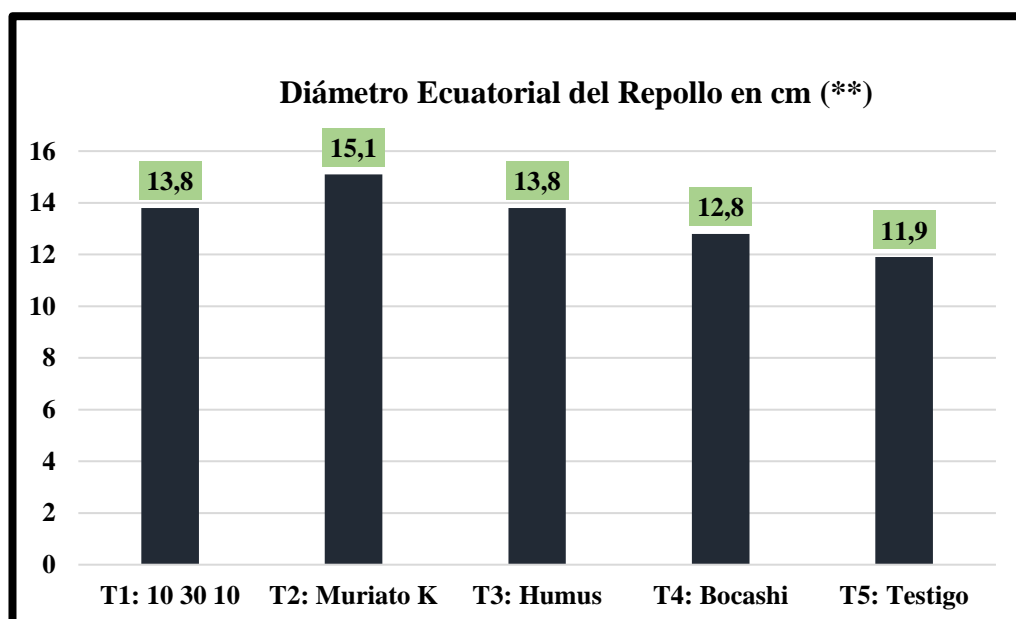
Figura 2. Resultados promedios de las variables días a la formación del repollo y días a la cosecha.

La respuesta agronómica de los tratamientos en cuanto a la variable **Diámetro ecuatorial del repollo**, fue muy diferente con una media general de 13.5 cm y un valor del coeficiente de variación de 3.8% (Cuadro 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio superior correspondió al tratamiento T2: Muriato de potasio con 15.1 cm, seguido de los tratamientos T1: 10 30 10 y el T3: Humus de lombriz con 13.8 cm. El promedio menor se determinó en el tratamiento T1: Testigo con 11.9 cm (Cuadro 1 y Figura 3).

El diámetro ecuatorial del repollo, es un atributo varietal y dependió de los tipos de fertilizantes y de la interacción genotipo ambiente. Efectivamente el efecto de los fertilizantes químicos es inmediato en comparación a los abonos orgánicos que su proceso de mineralización y asimilación de las plantas es más lento y al ser la lechuga un cultivo de ciclo corto con 90 días a la cosecha, hay aún una baja eficiencia química y agronómica de los abonos orgánicos. El tratamiento testigo presentó el promedio inferior porque el suelo de acuerdo al análisis químico fue de contenido bajo para el N, P y el K (Anexo 4).

La demanda del mercado nacional es por repollos de tamaño grande, compacto y con buena sanidad y tonalidad de color verde.

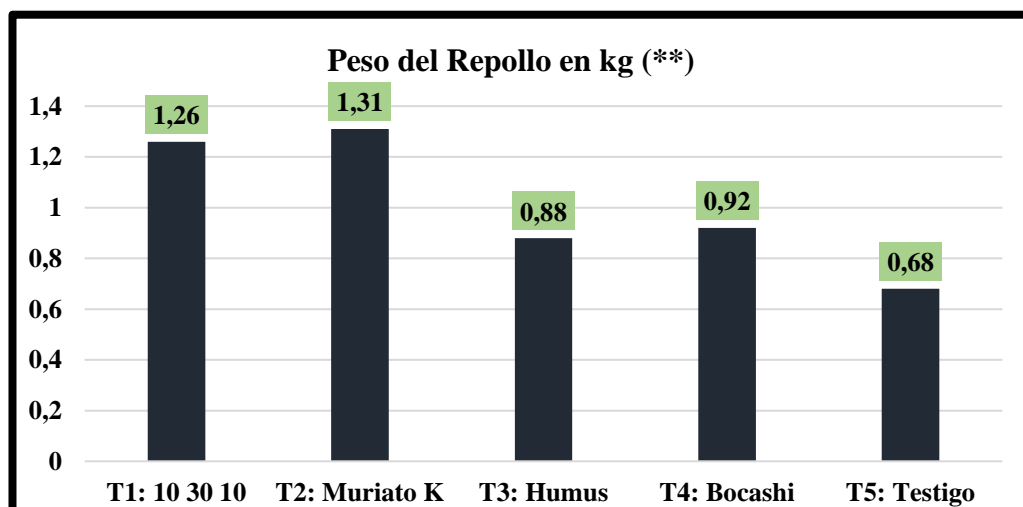


**Figura 3. Resultados promedios de la variable diámetro ecuatorial del repollo.**

Se calcularon diferencias altamente significativas como efecto de los tratamientos sobre la variable **Peso del repollo en kg** con una media general de 1.02 kg/repollo y un coeficiente de variación de 4.2% (Cuadro 1).

La variable peso del repollo tiene una relación y asociación directa y positiva sobre el rendimiento o producción en kg/ha. Con la prueba de comparación de Tukey al 5%, los promedios más altos se calcularon en los tratamientos T2: Muriato de Potasio con 1.31 kg/repollo, seguido del T1: 10 30 10 con 1.26 kg/repollo. Los abonos orgánicos presentaron valores estadísticos con un mismo rango; el T4: Bocashi con 0.92 kg/repollo y el T3: Humus de lombriz con 0.88 kg/repollo. El promedio inferior en respuesta consistente se tuvo en el tratamiento T5: Testigo con 0.68 kg/repollo (Cuadro 1 y Figura 4).

Lumbi, 2011, en ensayos de adaptación de germoplasma de lechuga en la ESPOCH, reporta un rango de valores promedios de entre 0.77 a 1.08 kg/repollo. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este ensayo con el Híbrido Alpina ZR, fueron ligeramente superiores especialmente con los tratamientos que incluyeron el fertilizante químico y además de la interacción genotipo ambiente, que está relacionado con la adaptación agronómica, las características físicas, químicas y biológicas del suelo.



**Figura 4. Resultados promedios de la variable peso del repollo en kg.**

La respuesta agronómica de los tratamientos evaluados (variable independiente) en cuanto a la variable más importante como es el **Rendimiento en kg/ha** (variable dependiente), fue muy diferente, con una media general de 55761 kg/ha y un valor del coeficiente de variación de 3.5% (Cuadro 1).

Al aplicar la prueba de Tukey al 5%, los promedios más elevados del rendimiento se presentaron con los fertilizantes químicos, el T2: Muriato de potasio con 71347 kg/ha, seguido del T1: 10 30 10 con 68657 kg/ha. Estos dos promedios estadísticamente comparten un mismo rango. En un segundo grupo estuvieron los abonos orgánicos el T4: Bocashi con 53071 kg/ha y el T3: Humus de lombriz con 48735 kg/ha, cuyos promedios estadísticamente son similares. El promedio inferior correspondió al T5: Testigo con 36956 kg/ha (Cuadro 1 y Figura 5).

El rendimiento, es un atributo varietal, pero depende de factores bióticos relacionados a la sanidad del cultivo, abióticos como la altitud, temperatura, cantidad y distribución de la precipitación, calidad y cantidad de la luz solar, el fotoperíodo, presencia de vientos, heladas, granizadas y la nutrición del cultivo.

En respuesta consistente los promedios superiores de las variables agronómicas evaluadas, se presentaron en los tratamientos que incluyeron los abonos químicos como el Muriato de potasio y el 10 30 10. Una respuesta intermedia con los abonos orgánicos como el Bocashi y el Humus de lombriz. De acuerdo a los resultados obtenidos, el Híbrido de lechuga Alpina ZR, respondió favorablemente a la fertilización química y orgánica en relación al testigo. El T2: Muriato de potasio, registró un incremento de 34391 kg/ha más en comparación al testigo; el T1: 10 30 10, superó al testigo con 31701 kg/ha; el T4: Bocashi con 16115 kg/ha y finalmente el T3: Humus de lombriz con 11779 kg/ha.

El suelo donde se realizó el ensayo, presentó un contenido bajo para el N P K y alto para el Ca. Por tanto, el efecto de los fertilizantes químicos aplicados tuvo una mayor eficiencia y asimilación más rápida del cultivo en comparación a los abonos orgánicos como el Bocashi, que presentó un contenido medio para N, bajo para P y alto para el K; y el Humus de lombriz tuvo contenidos bajos de N P y K. (Anexo 4). Es conocido que los abonos orgánicos van mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo a mediano y largo plazo. Esto explica que el efecto del Bocashi y del Humus de lombriz será a mediano plazo. De acuerdo a estos resultados del análisis químico de los abonos orgánicos, se explica por qué el

tratamiento T4: Bocashi presentó valores promedios más altos en comparación al Humus de lombriz.

Quizá el tratamiento T2: Muriato de potasio presentó los promedios más altos, porque pudo darse un sinergismo o equilibrio con el contenido alto de Ca en el suelo, es decir estas bases químicas mejoraron la eficiencia química y agronómica en este tratamiento. Valores altos de Ca y bajos de las bases K y Mg, producen un antagonismo con el N y el P (Delgado, 2015).

Se explica también el promedio más elevado del rendimiento del tratamiento T2: Muriato de potasio, porque presentó los valores promedios más altos de los componentes del rendimiento como fueron la altura de plantas, diámetro ecuatorial del repollo, el peso del repollo y fueron relativamente más precoces en relación a la formación del repollo y días a la cosecha. Los rendimientos obtenidos en esta investigación aún con el testigo, superan ampliamente a las estadísticas del MAG e INEC, que adquieren un promedio nacional de entre 7.5 y 15 t/ha. Sin embargo, estudios realizados por Martínez, 2019 de la Universidad Técnica de Ambato (UTA), sistematizan resultados de entre 59064 a 94499 kg/ha y Lumbi, 2011 de la ESPOCH, obtiene resultados promedios en rangos de entre 75043 a 118036 kg/ha. Esta variabilidad de resultados, explica que el rendimiento es varietal y tiene una fuerte interacción genotipo ambiente y el manejo agronómico integral del cultivo.

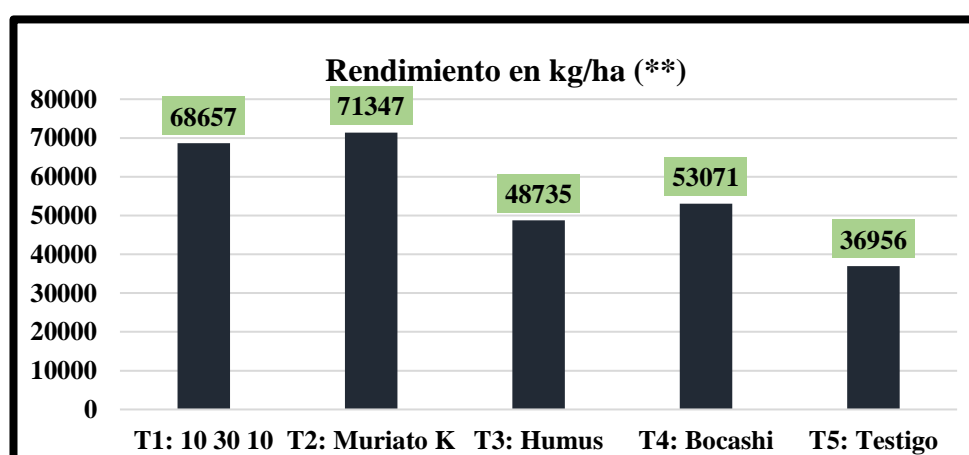


Figura 5. Resultados promedios de la variable rendimiento de lechuga en kg/ha.

## 4.2. Coeficiente de variación (CV).

El valor del CV, no debe sobrepasar del 20% en variables que estén bajo el control del investigador como son la altura de plantas, días a la cosecha, rendimiento, etc. Sin embargo, para variables que no están bajo el control del investigador este valor puede ser mucho mayor al 20% como en las variables acame de tallo, incidencia de insectos plaga, severidad de enfermedades, etc. En esta investigación los valores del CV, son muy inferiores al 20%, por tanto, las inferencias, conclusiones y recomendaciones de los resultados son válidos para esta zona agroecológica.

## 4.3. Variables morfológicas

**Cuadro 2. Resultados de las variables morfológicas**

Variable	Tratamientos				
	T1: 10 30 10	T2: Muriato de potasio	T3: Humus de lombriz	T4: Bocashi	T5: Testigo
Vigor de planta	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno
Categoría de repollo	A: > 450 g	A: > 450 g	A: > 450 g	A: > 450 g	A: > 450 g
Forma del repollo	Redondo	Redondo	Redondo	Redondo	Redondo
Superficie de la hoja	Ligeramente arrugada	Ligeramente arrugada	Ligeramente arrugada	Ligeramente arrugada	Ligeramente arrugada
Tipo de borde	Ligeramente aserrado	Ligeramente aserrado	Ligeramente aserrado	Ligeramente aserrado	Ligeramente aserrado
Protección del repollo	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
Color del repollo	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro	Verde claro

**Fuente:** Investigación de campo, 2022.

Las variables morfológicas son descriptores muy importantes porque inciden en la aceptabilidad de las variedades o híbridos por parte de los consumidores.

Para el atributo **vigor de la planta**, únicamente el tratamiento T5: testigo presentó plantas con una categoría de bueno y el resto de tratamientos muy bueno. Esta respuesta es lógica porque la fertilización química y orgánica si influyó en el vigor de la planta.

Para la **categoría o clasificación del repollo** todos los tratamientos presentaron repollos con un peso mayor a 450 g y bien formados y buena sanidad.

Para el descriptor **forma del repollo** este Híbrido Alpina RZ, presentó en todos los tratamientos una forma redonda

La **superficie de la hoja** en todos los tratamientos fue ligeramente arrugada.

El tipo de **borde de la hoja** en todos los tratamientos fue ligeramente aserrado.

Para el descriptor **protección del repollo**, todos los tratamientos presentaron repollos bien protegidos, sanos, turgentes y buena solides.

Finalmente, para el **color del repollo**, todos los tratamientos presentaron un color verde claro.

Los atributos vigor de la planta, categoría del repollo, forma del repollo, superficie de la hoja, tipo de borde, protección y color del repollo, son principalmente características varietales. Estos atributos son muy importantes para la aceptación de los diferentes segmentos de la cadena de valor de la lechuga. Es fundamental que una variedad o híbrido tenga una buena protección del cogollo, muy vigorosa y uniforme, con un alto porcentaje de recolección, calibres grandes, buena base, cabezas redondas y aptas para el procesado.

#### 4.4 Correlación y regresión lineal

**Cuadro 3.** Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de los componentes agronómicos que presentaron una significación estadística altamente significativa negativa o positiva con el rendimiento de lechuga (kg/ha).

<b>Variables independientes (Xs)</b>	<b>Coefficiente de correlación (r)</b>	<b>Coefficiente de regresión (b)</b>	<b>Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup>) (%)</b>
DFR (**)	-0.8913	-6748.8	80
AP60 días (**)	0.8836	12054.6	78
DER (**)	0.7721	8674.6	60
PKR (**)	0.999	53789.5	99

\*\* Altamente significativo al 1%.



#### **4.4.1 Correlación (r)**

En esta investigación se determinó una correlación negativa entre las variables Días a la formación del repollo versus el rendimiento. Sin embargo, se presentaron correlaciones altamente significativas y positivas entre las variables independientes Altura de la planta a los 60 días después del trasplante, Diámetro ecuatorial del repollo y el Peso en kg por repollo versus el rendimiento de lechuga evaluado en kg/ha (Cuadro 3).

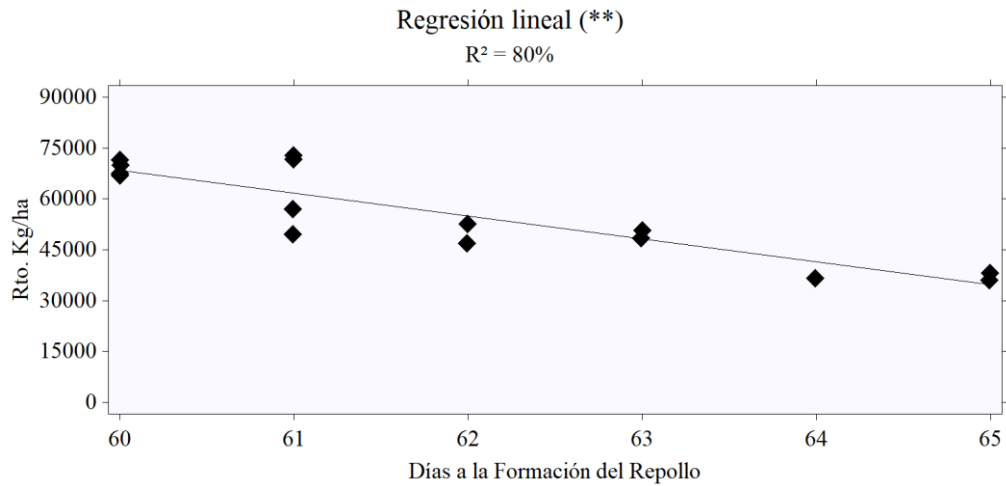
#### **4.4.2 Regresión (b)**

En este experimento el componente agronómico que redujo el rendimiento de la lechuga fueron los días a la formación del repollo (DFR); es decir tratamientos más tardíos como fue el testigo, significó un menor rendimiento de lechuga. En respuesta inversa, las variables independientes que incrementaron el rendimiento de lechuga evaluado en kg/ha, fueron la Altura de plantas a los 60 días después del trasplante, el diámetro ecuatorial del repollo y el peso individual del repollo en kg (Cuadro 3). Esto quiere decir valores promedios más altos de estos componentes agronómicos, mayor fue el rendimiento.

#### **4.4.3 Coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>)**

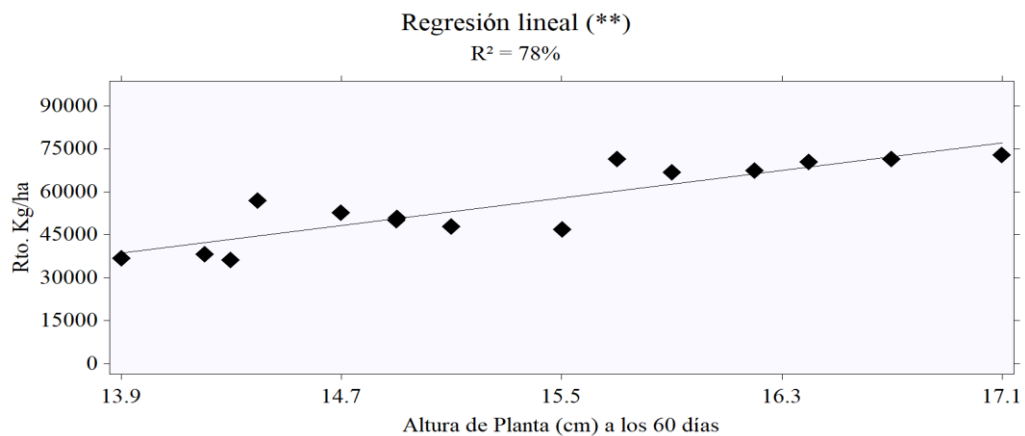
En esta investigación investigación explica con precisión en qué porcentaje se incrementa o reduce el rendimiento (variable dependiente) por cada cambio único de las variables independientes (Xs). El valor máximo del coeficiente de determinación es 100 y se expresa en porcentaje.

El 80% de la reducción del rendimiento fue debido a valores promedios más altos de la variable días a la formación del repollo (Cuadro 3 y Figura 6); es decir tratamientos más tardíos, menor rendimiento.



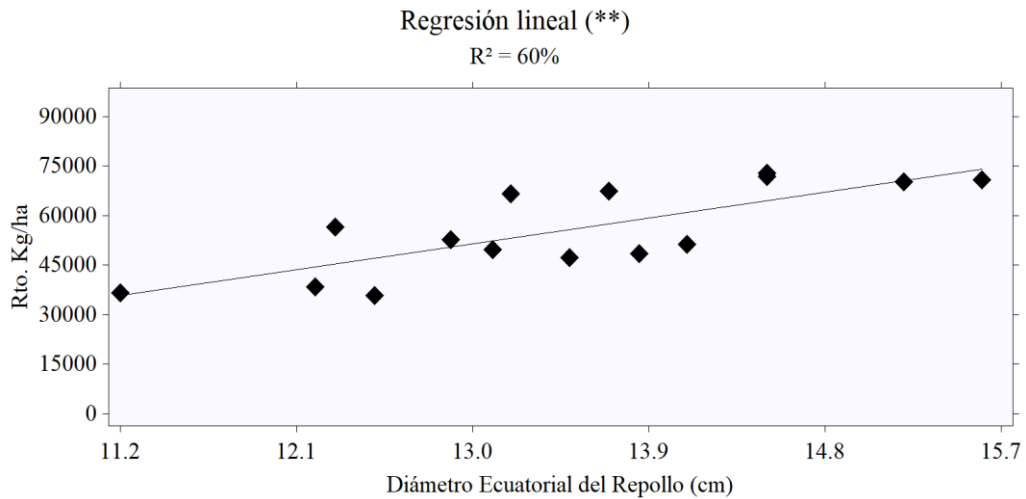
**Figura 6. Regresión lineal entre la variable Días a la formación del repollo versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.**

El 78% del incremento del rendimiento de la lechuga, fue debido a valores promedios más altos de la variable altura de la planta registrada a los 60 días después del trasplante; es decir tratamientos como fueron el T2: Muriato de Potasio y el T1: 10 30 10, tuvieron promedios con mayor altura de plantas y por tanto significó mayor rendimiento (Cuadro 3 y Figura 7).



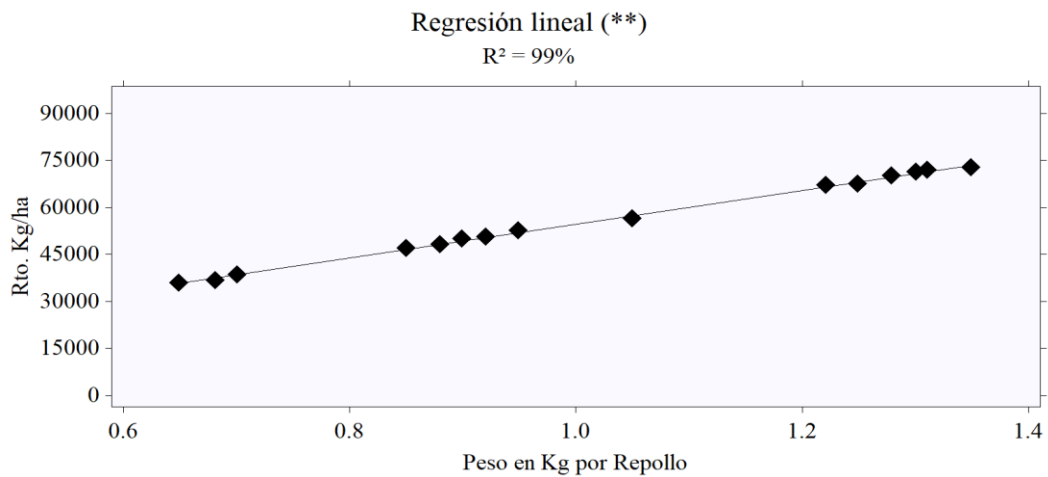
**Figura 7. Regresión lineal entre la variable Altura de planta a los 60 días después del trasplante versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.**

El 60% del incremento del rendimiento de lechuga, fue debido a valores promedios más altos del Diámetro ecuatorial de los repollos (Cuadro 3 y Figura 8); es decir, repollos de mayor tamaño, turgentes y sanos, mayor rendimiento.



**Figura 8. Regresión lineal entre la variable Diámetro ecuatorial del repollo versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.**

El 99% del incremento del rendimiento de lechuga evaluado en kg/ha, fue debido a valores promedios más altos del tamaño y peso de los repollos (Cuadro 3 y Figura 9). Por lo tanto, el mejor ajuste de los datos de la línea de regresión:  $Y = a + bX$ , se dio entre la variable peso de los repollos versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.



**Figura 9. Regresión lineal entre la variable peso en kg por repollo versus el rendimiento de lechuga en kg/ha.**

#### 4.5. Análisis económico

El análisis económico se realizó aplicando la metodología de Perrin, et al, 2002 en que toma en cuenta únicamente los costos que varían por cada tratamiento.

**Cuadro 4. Análisis Económico de Presupuesto Parcial (AEPP). Cultivo lechuga. Año 2022.**

Variable	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Rendimiento promedio kg/ha	68657	71347	48735	53071	36956
Rendimiento ajustado 10% kg/ha	61791	64212	43862	47764	33260
<b>Total, Ingreso Bruto \$/ha</b>	<b>9268.7</b>	<b>9631.8</b>	<b>6579.3</b>	<b>7164.6</b>	<b>4989.0</b>
Costos que varían/tratamiento \$/ha					
Fertilizantes \$/ha	225	226	900	1020	0.00
Mano obra para aplicar abonos \$/ha	30	30	150	150	0.00
Envases \$/ha	480.6	499.4	341.1	371.5	258.7
Mano obra cosecha, recolección y clasificación \$/ha	514.9	535.1	365.5	398.0	277.2
Transporte \$/ha	686.6	713.5	487.4	530.7	369.6
<b>Total, costos que varían/trat. \$/ha</b>	<b>1937.1</b>	<b>2004.0</b>	<b>2244.0</b>	<b>2470.2</b>	<b>905.5</b>
<b>Total, Ingreso Neto \$/ha</b>	<b>7331.6</b>	<b>7627.8</b>	<b>4335.3</b>	<b>4694.4</b>	<b>4083.5</b>

Fuente: Investigación de campo, 2022.

**Cuadro 5. Análisis de dominancia.**

Para realizar el análisis de dominancia, se ordenaron los tratamientos de menor costo que varía/tratamiento a mayor, con sus respectivos beneficios netos.

Tratamiento No.	Total, costos que varían/tratamiento \$/ha	Total, beneficios netos \$/ha
T5: Testigo	905.5	4083.5√
T1: 10 30 10	1937.1	7331.6√
T2: Muriato de potasio	2004.0	7627.8√
T3: Humus de lombriz	2244.0	4335.3 <b>D</b>
T4: Bocashi	2470,2	4694.4 <b>D</b>

**D: Tratamientos dominados**

**Cuadro 6. Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno (TMR%).**

Tratamiento No.	Total, costos que varían/tratamiento \$/ha	Total, beneficios netos \$/ha	TMR (%)
T5: Testigo	905.5	4083.5	
			<b>315</b>
T1: 10 30 10	1937.1	7331.6	
			<b>443</b>
T2: Muriato de K	2004.0	7627.8	

**Cuadro 7. Estimación de la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR %).**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Interés financiero (cuatro meses)	4.66
Riesgo de clima y mercado	50.00
Administración	10.00
Asistencia técnica	10.00
<b>Total, TAMIR</b>	<b>74.66%</b>

Para realizar el análisis económico de presupuesto parcial por hectárea, aplicando la metodología de Perrin, et al, 2002, se toman en cuenta únicamente los costos que variaron por cada tratamiento y en esta investigación fueron los precios de los fertilizantes 10 30 10 a un valor actual en el mercado de \$0.90/kg; el Muriato de potasio a \$ 1.13/kg, el Humus de lombriz a \$0.15/kg y el Bocashi a \$0.17/kg. Las dosis establecidas por hectárea de los fertilizantes y abonos orgánicos fueron: 250 kg de 10 30 10; 200 kg de Muriato de potasio y 6000 kg de Humus de lombriz y del Bocashi. Se consideró la mano de obra para la aplicación de los fertilizantes químicos en dos jornales y orgánicos en diez jornales. El costo de un jornal día con alimentación se determinó en \$ 15. El costo de los envases fue de \$0.35/saco con una capacidad de 45 kg. Finalmente, la mano de obra necesaria en función de los rendimientos para la cosecha, recolección y clasificación. Se estimó que un jornal por día puede cosechar 1800 kg (40 sacos/jornal/día).

Para calcular el Beneficio Bruto \$/ha, se ajustó el rendimiento obtenido/ha de cada tratamiento en un 10% por cuanto no es lo mismo manejar una parcela de 15 m<sup>2</sup> que una hectárea de cultivo. El precio promedio de venta del último año estuvo en \$0.15/kg. El Beneficio Neto \$/ha, se calculó restando el Beneficio Bruto menos el total de costos que variaron en cada tratamiento.

De acuerdo al análisis económico de presupuesto parcial los tratamientos con los valores más elevados del beneficio neto fueron el T2: Muriato de potasio con \$7627.8/ha y el T1: 10 30 10 con \$7331.6/ha (Cuadro 4). Los tratamientos con los abonos orgánicos y el testigo fueron inferiores.

Al realizar el análisis de Dominancia los tratamientos que fueron eliminados o dominados fueron el T3: Humus de lombriz y el T4: Bocashi, porque se incrementaron

los costos que variaron en cada tratamiento y por ende se redujeron los beneficios netos \$/ha (Cuadro 5).

Para calcular la Tasa Marginal de Retorno (TMR %), se aplicó la siguiente relación matemática:  $TMR = \frac{\Delta BN \$/HA}{\Delta CV \$/HA} \times 100$ ; donde:

$\Delta BN$ : Incremento de los Beneficios Netos (\$/Ha)

$\Delta CV$ : Incremento de los Costos que Varían en cada tratamiento (\$/Ha).

100: Porcentaje.

Al realizar los cálculos de la TMR, los mejores tratamientos fueron el T1: 10 30 10 con 315% y el T2: Muriato de potasio con un valor de 443%. Esto quiere decir con el tratamiento T1 el productor por cada dólar invertido, tendría una ganancia de 3.15 dólares y con la mejor opción tecnológica el T2 ganaría 4.43 dólares por cada unidad de inversión (Cuadro 6).

Los valores calculados de la TMR de los tratamientos T1 y T2, superan ampliamente al valor estimado de la Tasa Mínima de Retorno (TAMIR), que para la zona se estimó en 74.66% (Cuadro 7).

Los tratamientos T3 y T4 que se aplicaron abonos orgánicos como el Humus de lombriz y el Bocashi, fueron dominados porque inicialmente se incrementan los costos y el efecto es a mediano plazo donde se mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Además, en los mercados locales, regionales o nacionales, aún no se valoran los productos orgánicos, mismos que deben tener un precio diferenciado. Es por esta razón que la Agricultura Orgánica debe tener nichos de mercado con precios diferenciados por la calidad e inocuidad de los alimentos.

#### **4.6. Comprobación de hipótesis**

Con los resultados obtenidos en esta investigación, para verificarla o rechazarla tras realizar el estudio estadístico pertinente. En este experimento la hipótesis alterna planteada fue que la respuesta agronómica de los fertilizantes químicos y orgánicos son diferentes entre sí y en comparación al tratamiento testigo, y además dependen de la interacción genotipo ambiente.

De acuerdo a los resultados estadísticos hay suficiente evidencia científica con el 99% de seguridad que existió un efecto altamente significativo de los fertilizantes químicos y orgánicos para las variables altura de plantas a través del tiempo, ciclo de cultivo relacionado a los componentes días a la formación del repollo y días a la cosecha, diámetro ecuatorial del repollo, peso del repollo, y el rendimiento final evaluado en kg/ha. Por tanto, en función de estos resultados estadísticos, se acepta la hipótesis alterna. Sin embargo, para las variables porcentaje de prendimiento, número de plantas por parcela, y el porcentaje de sobrevivencia, no existió un efecto significativo de los abonos químicos y orgánicos, aceptándose la hipótesis nula.

Es claro que en la zona agroecológica de la Granja de Totorillas el efecto más importante y que marcó diferencias estadísticas altamente significativas fueron los tipos de abonos químicos y orgánicos en comparación al testigo, siendo los mejores tratamientos el T2: Muriato de potasio y el T1: 10 30 10.

Al comparar los fertilizantes químicos versus los orgánicos al ser un suelo franco arenoso, con bajo contenido de N, P y K, inicialmente las mejores eficiencias químicas y agronómicas tuvieron los fertilizantes químicos, sin embargo, los abonos orgánicos son alternativas tecnológicas para la Agricultura Familiar Campesina y nichos de mercado diferenciados.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

De acuerdo a los principales resultados estadísticos y agronómicos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- Existió un efecto altamente significativo de los tipos de abonos sobre los principales componentes agronómicos del rendimiento, no así para los atributos morfológicos del Híbrido Alpina RZ en la zona agroecológica de Guamote.
- La lechuga Híbrido Alpina RZ, presentó plantas con excelente vigor, repollos de forma redonda, hojas ligeramente arrugadas, borde de la hoja suavemente aserrado, buena protección del repollo, turgente, sólido y un color verde claro.
- Los tratamientos que presentaron los rendimientos promedios más altos fueron el T2: Muriato de potasio con 71347 kg/ha y el T1: 10 30 10 con 68657 kg/ha, lo que significó un 48.2% y 46.2% más de rendimiento en comparación al testigo.
- En promedio los abonos químicos, incrementaron el rendimiento en un 27.3% más en comparación a los abonos orgánicos.
- El componente agronómico que redujo el rendimiento de lechuga, fue el ciclo de cultivo más tardío. Como efecto inverso las variables independientes que incrementaron significativamente el rendimiento fueron la altura de plantas a través del tiempo, el diámetro ecuatorial del repollo y el peso del repollo.
- Económicamente las mejores alternativas tecnológicas para el cultivo de lechuga Híbrido Alpina RZ en la zona agroecológica de Guamote fueron los tratamientos T1: 10 30 10 con un valor de la Tasa Marginal de Retorno de 315% y el T2: Muriato de potasio con un valor de 443%.
- Finalmente, esta investigación, permitió validar alternativas tecnológicas apropiadas para diversificar los sistemas de producción locales incluyendo el cultivo de lechuga Híbrido Alpina RZ con la fertilización química u orgánica.



## 5.2 Recomendaciones

En función de los principales resultados y conclusiones, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Para los suelos de textura franco arenosa, con un pH ligeramente alcalino, bajo contenido de materia orgánica, N, P y K, es necesario validar una fertilización combinada con el 50% de abonos químicos y un 50% de abonos orgánicos.
- Para los modelos de agricultura agroecológica y orgánica, es necesario mejorar a mediano plazo las características físicas, químicas y biológicas del suelo mediante la rotación de cultivos con leguminosas, agricultura de conservación, abonos verdes, bioles y abonos sólidos como el compost, humus de lombriz, bocashi, ecoabonaza, gallinaza, etc.
- Implementar sistemas de producción sostenibles que incluyan las hortalizas con leguminosas (chocho, haba, arveja) y los granos andinos (quinua, amaranto) y plantas medicinales.
- Realizar la transferencia de tecnología a través de parcelas demostrativas y capacitar a los productores sobre la importancia del consumo de hortalizas, mismas que contribuyen a reducir la alta tasa de desnutrición crónica infantil del cantón Guamote.
- A través de los Gobiernos locales, cantonales, provincial, ONG's mejorar la cadena de valor de la lechuga a través de buenas prácticas agrícolas, cosecha, postcosecha, clasificación, embalaje y mercado.
- Replicar esta investigación en otras áreas ecológicas similares.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Agripac. (2021). Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/muriato-de-potasio-granulado/>
- Agrizon. (2021). Obtenido de <https://www.e-agrizon.com/producto/abono-compuesto-10-30-10-50kg/>
- Agromaticalogo. (2020). Plagas y enfermedades de la lechuga. Obtenido de <https://www.agromatica.es/plagas-y-enfermedades-de-la-lechuga/>
- Bioagrotecsa. (2020). Humus de lombriz - lombricultura en ecuador. Obtenido de <https://www.bioagrotecsa.com.ec/lombricultura/humus-de-lombriz.html>
- 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. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20561/TS-2642.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chen, J. (2021). Promix. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fertilizantes-organicos-para-la-produccion-de-cultivos/>
- Estrada, E. (2016). Manual Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost. Guatemala: Quetzaltenango.
- Fajardo, S. (2018). Modelo tecnológico para el cultivo de lechuga bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín, Colombia: ISBN: 978-958-8955-10-0.
- FAO. (2021). Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.

- García, M. (2019). Evaluación del biosol generado en la producción de biogas, como biofertilizante en el cultivo de lechuga. Obtenido de [https://www5.uva.es/guia\\_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento 2.pdf](https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento 2.pdf)
- Garro, J. (2016). El suelo y los abonos orgánicos. Costa Rica: Impresiones el Unicornio.
- Intagri. (2020). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/2#:~:text=Beneficios%2C%20Tipos%20y%20Contenidos%20Nutrimientales,adecuado%20desarrollo%20de%20los%20cultivos.>
- Jaramillo, D. (2021). Análisis físico de suelos (agrícolas) abonos orgánicos. Obtenido de <http://www.cetabol.bo/sitio/index.php/laboratorio/nutricion-vegetal/analisis-fisico-de-suelos>
- Lumbi, C. (2018). Repositorio esPOCH Evaluación de cuatro niveles de porquinaza, aplicados mediante dos sistemas de riego en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) var. crisphead., en la parroquia San Franciscocantón Ibarra. Obtenido de Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/793/1/13T0715%20LU>
- Martínez, B. (2019). Repositorio UTA Evaluación del biosol generado en la producción de biogas, como biofertilizante en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29476/1/Tesis229%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20630.pdf>
- Montalban, C. & Castaño, R. (2018). Agricultura Caracterización de la Lechuga (*Lactuca sativa* L.). Obtenido de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/caracterizacion-lechuga-lactuca-sativa-t44527.htm>

Mora,L.(2021).Todo los hechos. Obtenido de <https://todosloshechos.es/cuales-son-los-beneficios-de-la-cal>

Morales,J. (2020). Infojardin Abonado del huerto. Obtenido de.<https://articulos.infojardin.com/huerto/abonado-huerto-hortalizas.htm>

Mosquera, B. (2018). Manual para la elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Estados Unidos de América: Nancy Puente Figueroa (FONAG).

Neval. (2018). Plagas y Enfermedades más importantes de la Lechuga. Obtenido de <https://www.ne-val.com/plagas-enfermedades-mas-importantes-lechuga/>

Olmo, A. (2018). Manual de cultivo de lechuga. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books/about/Manual\\_pr%C3%A1ctico\\_de\\_l\\_cultivo\\_de\\_la\\_lechu.html?id=t0sPDQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp\\_read\\_button&hl=es419&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books/about/Manual_pr%C3%A1ctico_de_l_cultivo_de_la_lechu.html?id=t0sPDQAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&hl=es419&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Oviedo, E. (2021). Infoagro. Recuperado el 13 de 12 de 2021, de Hortalizas. <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>.

Pelchor, J. (2017). Estudio comparativo de producción y comercialización de dos sistemas de producción: convencional y agroecológico del cultivo delechugaenelcantónCuenca.Obtenidode<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26364/1/tesis%2004-01-2017.pdf>

- Pérez, M. (2019). Eficacia de la solarización y biosolarización en cultivos enarenados contra patógenos fúngicos de suelo. Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/desinfeccion\\_suelos\\_agricolas.asp#:~:text=La%20desinfecci%C3%B3n%20de%20suelos%20se,proporciona%20como%20posteriormente%20se%20expone](https://www.infoagro.com/documentos/desinfeccion_suelos_agricolas.asp#:~:text=La%20desinfecci%C3%B3n%20de%20suelos%20se,proporciona%20como%20posteriormente%20se%20expone).
- Saavedra, G. (2017). Manual de producción de Lechuga. Santiago, Chile: ISSN 0717 – 4829.
- Salinas, C. (2017). Repositorio UTA. Recuperado el 15 de 10 de 2021, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6491/1/Tesis63%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%2020204.pdf>
- Salvador, A. (2017). Manual de producción de lechuga. Honduras: Ediciones Mundi-Prensa.
- Sanchez, J. (2019). La fertirrigación de la lechuga iceberg. Madrid (España): Mundiprensa.
- Sarfaraz,I.(2021). Agricultura, Fertilizantes orgánicos. Obtenido de [https://www.ehowenespanol.com/desventajas-del-fertilizante-organico-suelo-hechos\\_47192/](https://www.ehowenespanol.com/desventajas-del-fertilizante-organico-suelo-hechos_47192/)
- Solagro. (2016). La Solución para el Agro – Lechuga. Obtenido de <http://www.solagro.com.ec/es/cultivos-2/item/lechuga.html>.
- Wikifarmer. (2019). Guía de Cultivo de la lechuga. Obtenido de <https://wikifarmer.com/es/como-cultivar-lechuga-guia-completa-de-cultivo-de-la-lechuga-desde-la-siembra-hasta-la-cosecha/>

# **A N E X O S**

## Anexo 1. Ubicación del ensayo de investigación



## Anexo 2. Base de datos

### Codificación de variables agronómicas

<b>Código</b>	<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>
V1	REP	Repeticiones: 3
V2	TRAT	Tratamientos: 5
V3	PP	Porcentaje de Prendimiento (%)
V4	AP30 Días	Altura de Plantas (cm) a los 30 Días
V5	AP45 Días	Altura de Plantas (cm) a los 45 Días
V6	AP60 Días	Altura de Plantas (cm) a los 60 Días
V7	DFR	Días a la Formación del Repollo
V8	DC	Días a la Cosecha
V9	DER	Diámetro Ecuatorial del Repollo (cm)
V10	PKR	Peso en Kilogramos del Repollo
V11	RH	Rendimiento de lechuga en kg/ha
V12	PS	Porcentaje de Supervivencia (%)
V13	NPP	Número de Plantas por Parcela
V14	PKP	Peso en Kilogramos por Parcela

<b>REP</b>	<b>TRAT</b>	<b>PP</b>	<b>AP30 días</b>	<b>AP45 días</b>	<b>AP60 días</b>	<b>DFR</b>
1	1	96.4	8.7	13.3	16.2	60
1	2	97.6	9.1	13.8	16.7	60
1	3	100	8.9	12.1	15.5	62
1	4	98.8	8.5	12.2	14.9	61
1	5	100	7.8	11.5	14.3	65
2	1	97.6	8.3	11.85	15.9	60
2	2	97.6	8.1	12.4	16.4	60
2	3	97.6	8.3	12.5	15.1	63
2	4	96.4	8.2	12.2	14.4	61
2	5	100	7.4	11.2	13.9	64
3	1	100	8.3	11.8	15.7	61
3	2	96.4	8.4	12.3	17.1	61
3	3	98.8	7.9	11.8	14.9	63
3	4	98.8	7.8	11.1	14.7	62
3	5	97.6	7.4	10.8	14.2	65



<b>DC</b>	<b>DER</b>	<b>PKR</b>	<b>RH</b>	<b>PS</b>	<b>NPP</b>	<b>PKP</b>
90	13.70	1.25	67567	96.4	81	101.3
90	15.60	1.30	71102	97.6	82	106.6
90	13.50	0.85	47090	98.8	83	70.6
90	13.10	0.90	49825	98.8	83	74.7
92	12.50	0.65	35951	98.8	83	53.9
91	13.20	1.22	66768	97.6	82	100.1
90	15.20	1.28	69968	97.6	82	104.9
91	13.85	0.88	48157	97.6	82	72.2
90	12.30	1.05	56762	96.4	81	85.1
93	11.20	0.68	36752	96.4	81	55.1
90	14.50	1.31	71636	97.6	82	107.4
91	14.5	1.35	72970	96.4	81	109.4
92	14.1	0.92	50959	98.8	83	76.4
92	12.89	0.95	52626	98.8	83	78.9
94	12.2	0.70	38286	97.6	82	57.4

**Anexo 3. Resultados del análisis de varianza (Diseño de bloques completos al azar).**

**Randomized Complete Block AOV Table for Altura de Planta a los 30 días**

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	1.18533	0.59267		
TRAT	4	1.91600	0.47900	12.44**	0.0016
Error	8	0.30800	0.03850		
Total	14	3.40933			

**Grand Mean 8.2067 cm CV 2.39%**

**NS: No Significativo. \*Significativo al 5%. \*\*Altamente significativo al 1%**

**Randomized Complete Block AOV Table for Altura de Planta a los 45 días**

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	2.60633	1.30317		
TRAT	4	4.55600	1.13900	5.87*	0.0166
Error	8	1.55200	0.19400		
Total	14	8.71433			

**Grand Mean 12.057 cm. CV 3.65%**

**Randomized Complete Block AOV Table for Altura de Planta a los 60 días**

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	0.3613	0.18067		
TRAT	4	12.6960	3.17400	61.63**	0.0000
Error	8	0.4120	0.05150		
Total	14	13.4693			

**Grand Mean 15.327 cm. CV 1.48%**

**Randomized Complete Block AOV Table for Días a la Cosecha**

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	4.9333	2.46667		
TRAT	4	14.9333	3.73333	9.74**	0.0036
Error	8	3.0667	0.38333		
Total	14	22.9333			

**Grand Mean 91.067 (91 días). CV 0.68**

**Randomized Complete Block AOV Table for Diámetro Ecuatorial del Repollo**

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	0.8680	0.43401		
TRAT	4	16.9305	4.23262	16.40**	0.0006
Error	8	2.0644	0.25805		
Total	14	19.8629			

**Grand Mean 13.489 cm CV 3.77%**

### Randomized Complete Block AOV Table for Días a la Formación del Repollo

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	2.1333	1.0667		
TRAT	4	40.4000	10.1000	67.33**	0.0000
Error	8	1.2000	0.1500		
Total	14	43.7333			

Grand Mean 61.867 (62 días). CV 0.63%

### Randomized Complete Block AOV Table for Número de Plantas por Parcela

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	1.73333	0.86667		
TRAT	4	2.26667	0.56667	0.92NS	0.4980
Error	8	4.93333	0.61667		
Total	14	8.93333			

Grand Mean 82.067 (82 plantas). CV 0.96%

### Randomized Complete Block AOV Table for Porcentaje de Prendimiento

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	1.3440	0.67200		
TRAT	4	7.2960	1.82400	0.86 NS	0.5250
Error	8	16.8960	2.11200		
Total	14	25.5360			

Grand Mean 98.24%. CV 1.48%

### Randomized Complete Block AOV Table for Porcentaje de Supervivencia

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	2.4960	1.24800		
TRAT	4	3.2640	0.81600	0.92NS	0.4980
Error	8	7.1040	0.88800		
Total	14	12.8640			

Grand Mean 97.68%. CV 0.96%

### Randomized Complete Block AOV Table for Peso en Kilogramos por Repollo

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	0.00789	0.00395		
TRAT	4	0.84329	0.21082	117.89**	0.0000
Error	8	0.01431	0.00179		
Total	14	0.86549			

Grand Mean 1.0193 Kg/Repollo. CV 4.15%

### Randomized Complete Block AOV Table for Rendimiento en kg/ha

Source	DF	SS	MS	F	P
REP	2	2.237E+07	1.118E+07		
TRAT	4	2.454E+09	6.134E+08	158.25**	0.0000
Error	8	3.101E+07	3876556		
Total	14	2.507E+09			

Grand Mean 55761 Kg/ha. CV 3.53%.

## Anexo 4. Resultados del análisis físico químico del suelo y abonos orgánicos

### Resultados muestra de suelo

Nombre del propietario: Miryan Paucar.  
Fecha de ejecución del análisis: 2022/01/13  
Fecha de entrega de análisis: 2022/01/17

#### Análisis Físico:

Porcentaje de materia orgánica: 0.8% Bajo  
Textura: Franco arenoso  
Estructura: En bloques  
Porcentaje de humedad: 12,17%  
Densidad aparente: 1.00 g/ml.

#### Análisis químico

Nutriente	Nomenclatura			Unidad	Nivel
<b>Amonio</b>	<b>NH3</b>	<b>NH3-N</b>	<b>NH4</b>		
	0.5	0.5	0.5		
<b>Nitrato</b>	<b>NO3-N</b>	<b>NO3</b>			
	10	46			
<b>Nitrógeno</b>	10.5			ppm	Bajo
<b>Fósforo</b>	<b>P</b>	<b>P04-3</b>	<b>P205</b>	ppm	Bajo
	2	6	4.5		
<b>Potasio</b>	<b>K</b>	<b>K20</b>		ppm	Bajo
	24	28			
<b>Calcio</b>	<b>Ca</b>			ppm	Alto
	160				
<b>Magnesio</b>	<b>Mg</b>			ppm	Bajo
	0				
<b>Sulfato</b>	<b>S</b>			ppm	Bajo
	0				
<b>pH</b>	7.49		Medianamente básico		
<b>C.E.</b>	0.1711		Inapreciable		

NH3: Amoniac

NH3-N: Nitrógeno amoniacal

NH4: Amonio

P: Fósforo

P04-3: Anión Fósforo

P205: Oxido de Fósforo

NO3-N: Nitrato Nitrógeno

NO3: Nitrato

K: Potasio

K2O: Oxido de potasio

CE: Conductividad Eléctrica

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar. 2022.

Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde  
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS.

**LABORATORIO PILOTO PARA ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS**

Nombre: Miryan Paucar.

Cultivo: Lechuga.

<b>MACRONUTRIENTES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS</b>					
N Kg/ha	P Kg/ha	K Kg/ha	Ca Kg/ha	Mg Kg/ha	S Kg/ha
10.5	2	24	160	0	0
<b>ANÁLISIS DE SUELO</b>					
35.28	6.72	80.64	537.6	0	0
<b>REQUERIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA</b>					
214.72	143.28	69.36	0	0	0

**Recomendación con abono orgánico:**

Aplicar 120 g/planta con Humus de lombriz

Recomendación al fertilizar con abono inorgánico para una hectárea (10000 m<sup>2</sup>):

- 477.6 o 9.55 sacos de abono compuesto 10 30 10
- 41.61 kg ó 0.83 sacos de Muriato de Potasio (KCl)

Recomendación al fertilizar con abono orgánico para 450 m<sup>2</sup>:

- 21.49 kg de abono compuesto 10 30 10
- 1.87 kg muriato de potasio (KCl).

**Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar. 2022.**

**Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde  
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS.**

### Muestra de Bocashi

Nombre del propietario: Miryan Paucar.  
Fecha de ejecución del análisis: 2022/05/25  
Fecha de entrega de análisis: 2022/05/25

### Análisis químico

Nutriente	Nomenclatura			Unidad	Nivel
<b>Amonio</b>	<b>NH3</b>	<b>NH3-N</b>	<b>NH4</b>		
	2	3	3		
<b>Nitrato</b>	NO3-N	NO3			
	55	250			
<b>Nitrógeno</b>	57			ppm	Medio
<b>Fósforo</b>	P	P04-3	P205	ppm	Bajo
	14	43	32		
<b>Potasio</b>	K	K20		ppm	Bajo
	165	195			

### Muestra de Humus de lombriz

Nutriente	Nomenclatura			Unidad	Nivel
<b>Amonio</b>	<b>NH3</b>	<b>NH3-N</b>	<b>NH4</b>		
	0	0	0		
<b>Nitrato</b>	NO3-N	NO3			
	15	65			
<b>Nitrógeno</b>	15			ppm	Bajo
<b>Fósforo</b>	P	P04-3	P205	ppm	Bajo
	7	21	15		
<b>Potasio</b>	K	K20		ppm	Bajo
	75	90			

NH3: Amoniaco

NH3-N: Nitrógeno amoniacal

NH4: Amonio

P: Fósforo

P04-3: Anión Fósforo

P205: Oxido de Fósforo

NO3-N: Nitrato Nitrógeno

NO3: Nitrato

K: Potasio

K2O: Oxido de potasio

**Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia Bolívar. 2022.**

**Ing. Agr. Andrés Clavijo Campoverde  
TÉCNICO LABORATORIO DE SUELOS AGRÍCOLAS.**

**Anexo 5. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo**



**Fotografía 1:** Preparación del suelo



**Fotografía 2:** Trazado del ensayo



**Fotografía 3:** Proceso de trasplante



**Fotografía 4:** Fertilización del ensayo



**Fotografía 5:** Control de insectos  
Trozadores



**Fotografía 6:** Evaluación  
prendimiento de plantas



**Fotografía 7:** Registro altura de  
plantas 30 días



**Fotografía 8:** Control manual de  
malezas.





**Fotografía 9:** Vista general del ensayo



**Fotografía 10:** Altura de plantas a los 45 días



**Fotografía 11:** Aporque del ensayo



**Fotografía 12:** Registro vigor de plantas



**Fotografía 13:** Productos para controles fitosanitarios



**Fotografía 14:** Registro días a la cosecha





**Fotografía 15-16:** Visita de campo Miembros del Tribunal de Tesis



**Fotografía 17:** Categorización del repollo



**Fotografía 18:** Evaluación de diámetro ecuatorial del repollo



**Fotografía 19-20:** Registro peso de los repollos en kg.



**Fotografía 21:** Almacenamiento y comercialización

## **Anexo 6. Glosario de términos técnicos**

**Abono orgánico.** - Es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él.

**Abono químico.** - Son nutrientes elaborados por el hombre que, generalmente, son de origen mineral, animal, vegetal o sintético. Dentro de los fertilizantes químicos están los elaborados con los “nutrientes principales” para la tierra, que son nitrógeno, fósforo y potasio.

**Bacterias.** - Organismos microscópicos unicelulares se encuentran entre las formas de vida más antiguas conocidas en el planeta. Hay miles de tipos de bacterias diferentes y pueden vivir en todos los medios y ambientes imaginables, en cualquier parte del mundo

**Bractéolas.** - Es la primera bráctea de una rama axilar. Está dispuesta del lado opuesto a los nomofilos en las monocotiledóneas es bicarenada y, por el dorso, cóncavo, se adosa el eje que lleva la rama.

**Biológicamente.** - Todos aquellos procedimientos agrícolas basados en el uso óptimo de los recursos naturales que ofrece la tierra, sin productos químicos sintéticos, conservando la fertilidad del suelo y respetando el medio ambiente.

**Caracterización.** - Caracterizar es establecer todos los caracteres de un género o especie. La caracterización vegetal tiene diferentes finalidades: Identificación o determinación, sistemática, análisis de la diversidad genética, Gestión de bancos de germoplasma etc.

**Corimbosas.** - Es un tipo de inflorescencia abierta, racemosa o racimosa en la que el eje es corto y los pedicelos de las flores son largos y salen a diferentes alturas del eje.

**Descriptor.** - Es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión.

**Eficiencia agronómica.** - El índice más utilizado por investigadores para evaluar el uso eficiente de nutrientes es la eficiencia agronómica (EA) que indica las unidades de incremento en rendimiento por unidad de nutriente aplicado.

**Fenotipo.** - Complejo total de caracteres de los organismos anatómicos, fisiológicos, bioquímicos, psíquicos, etc.

**Fotoperiodo.** - Procesos de las especies vegetales mediante los cuales regulan sus funciones biológicas (como por ejemplo su reproducción y crecimiento) usando como parámetros la alternancia de los días y las noches del año y su duración según las estaciones y el ciclo solar.

**Fúlvicos.** - Constituyen una serie de compuestos sólidos o semisólidos, amorfos, de color amarillento y naturaleza coloidal, fácilmente dispersables en agua y no precipitables por los ácidos.

**Genotipo.** - Complejo total de información genética propia de un individuo dado. (Complejo de genes, constitución hereditaria).

**Germoplasma.** - Es la recopilación de variedades, accesiones, líneas, híbridos, etc. De una determinada especie que contienen características genotípicas y fenotípicas propias que se han modificado por algún factor externo natural o artificial.

**Híbrido.** - En la cría y en la agricultura, los híbridos son plantas o animales producidos por un cruzamiento de dos variedades o especies genéticamente diferentes. Las plantas híbridas se crean cuando el polen de un tipo de planta se emplea para polinizar una variedad completamente diferente, resultando en una planta totalmente nueva. A menudo los híbridos no son fértiles y por lo tanto no pueden reproducirse.

**Lanceolada.** - Hojas de base más o menos amplia, redondeada y atenuada hacia el ápice en forma de punta de lanza.

**Línea.** - Es un individuo, o al grupo de individuos que descienden del germoplasma por autofecundación, que es homocigótico y que mantiene constantes sus caracteres.

**Repollo.** - Conjunto de hojas anchas, muy apretadas y de forma redondeada de algunas plantas, como algunas variedades de lechuga.

**Semilla.** - Grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie con las mismas características de sus progenitores.

**Variedad.** - Es una población con caracteres que la hacen reconocible a pesar de que hibrida libremente con otras poblaciones de la misma especie.

**Zona Agroecológica.** - Un área geográfica con características similares en términos de clima, relieve y los suelos, y/o cobertura de la tierra, y un rango específico de potenciales limitaciones para el uso de la tierra.