

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Abonamiento nitrogenado y estiércol de ovino en el rendimiento  
de col (*Brassica oleracea* L.). Canaán, 2750 msnm – Ayacucho**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:  
Juan Pastor Escobar Ochoa**

**Ayacucho – Perú**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**TESIS**

**Abonamiento nitrogenado y estiércol de ovino en el rendimiento de col  
(*Brassica oleracea* L.). Canaán, 2750 msnm – Ayacucho**

Expedito : 10 de junio de 2021

Sustentado : 06 de agosto de 2021

Calificación : Bueno

Jurados :



---

**M.Sc. ALEX LÁZARO TINEO BERMÚDEZ**  
**Presidente**



---

**Ing. EDUARDO ROBLES GARCÍA**  
**Miembro**



---

**Ing. EDGAR TENORIO MANCILLA**  
**Miembro**



---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Asesor**

*En primer lugar a Dios, por darme fortaleza e inspiración en todos mis proyectos, y así culminar mi carrera en esta etapa de mi vida.*

*A mis padres, esposa e hijos por su infinito apoyo.*

*A mis grandes maestros cuyas palabras aún siguen enseñando con el paso del tiempo.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por las enseñanzas impartidas en mi formación y por haberme brindado las facilidades para la conseguir mis objetivos trazados.

A la Facultad de Ciencias Agrarias a través de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía que en sus aulas adquirí los conocimientos para formarme profesionalmente.

Al Ing. Walter A. Mateu Mateo, asesor, por su apoyo, tiempo y paciencia durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los miembros del Jurado Ing. Alex Tineo Bermúdez, Ing. Eduardo Robles García, Ing. Edgar Tenorio Mancilla, por sus aportes en la elaboración de esta tesis.

A los trabajadores del Centro Experimental Canaán por su apoyo en las labores de campo durante la conducción del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
Resumen.....	1
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
1.1. Taxonomía de la col.....	4
1.2. Características botánicas .....	4
1.2.1. Raíz .....	4
1.2.2. Tallo .....	4
1.2.3. Hojas .....	5
1.2.4. Flores.....	5
1.2.5. Frutos .....	5
1.3. Variedades de la col .....	5
1.3.1. Tipo precoz o de hojas crespadas.....	5
1.3.2. Tipo intermedio de hojas lisas .....	6
1.3.3. Tipo tardío.....	6
1.4. Requerimientos edafo-climaticos de la col .....	6
1.4.1. Clima.....	6
1.4.2. Suelo.....	6
1.5. Manejo del cultivo de col.....	7
1.5.1. Almacigo .....	7
1.5.2. Trasplante.....	7
1.5.3. Siembra .....	7
1.5.4. Riego .....	8
1.5.5. Control de malezas.....	8

1.5.6. Fertilización .....	8
1.5.7. Plagas de la col.....	9
1.5.8. Enfermedades de la col .....	10
1.5.9. Cosecha y rendimientos .....	11
1.6. Efectos de la materia orgánica en el suelo .....	11
1.6.1. Efectos físicos .....	12
1.6.2. Efectos nutricionales y químicos .....	12
1.6.3. Efectos biológicos .....	13
1.7. El estiércol.....	14
1.8. Fertilización nitrogenada.....	18

## **CAPÍTULO II**

<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>20</b>
2.1. Ubicación del trabajo de investigación .....	20
2.2. Antecedentes del terreno experimental .....	21
2.3. Características físicas y químicas del suelo .....	21
2.4. Características físico-químicas del estiércol de ovino .....	22
2.5. Características climatológicas.....	22
2.6. Características de las variedades en estudio .....	26
2.7. Variables estudiadas e indicadores .....	26
2.7.1. Dosis de abonamiento nitrogenado (N) .....	26
2.7.2. Dosis de estiércol de ovino (E) .....	26
2.8. Variables dependientes evaluadas.....	27
2.8.1. Longitud de repollo (cm) .....	27
2.8.2. Diámetro de repollo (cm).....	27
2.8.3. Peso unitario de repollo (kg).....	27
2.8.4. Rendimiento de repollos (kg.ha <sup>-1</sup> ).....	27
2.9. Método procedimental .....	27
2.9.1. Características del campo experimental.....	28
2.9.2. Instalación y conducción del experimento.....	29

## **CAPÍTULO III**

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
3.1. Caracteres de rendimiento.....	31

3.1.1. Longitud de repollo .....	31
3.1.2. Diámetro de repollo .....	34
3.1.3. Peso de repollo .....	37
3.1.4. Rendimiento de repollos .....	39
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1.	Extracción del cultivo de col en kg.ha <sup>-1</sup> .....	9
Tabla 1.2.	Extracción de nutrientes del cultivo de col según su rendimiento.....	9
Tabla 1.3.	Caracterización agroquímica de un estiércol de oveja .....	16
Tabla 2.1.	Resultados del análisis físico-químico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019.....	21
Tabla 2.2.	Composición química del estiércol de ovino.....	22
Tabla 2.3.	Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la campaña agrícola 2019 - 2020 según la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho .....	24
Tabla 2.4.	Tratamientos aplicados en el experimento .....	28
Tabla 3.1.	Análisis de variancia de longitud de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	31
Tabla 3.2.	Prueba de Tukey de longitud de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	32
Tabla 3.3.	Prueba de Tukey de la longitud de repollo ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	32
Tabla 3.4.	Análisis de variancia de diámetro de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	34
Tabla 3.5.	Prueba de Tukey de diámetro de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	35
Tabla 3.6.	Prueba de Tukey de diámetro de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho ..	35
Tabla 3.7.	Análisis de variancia de peso de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	37
Tabla 3.8.	Prueba de Tukey de peso de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm,	38



	Ayacucho .....	
Tabla 3.9.	Prueba de Tukey de peso de repollo de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	38
Tabla 3.10.	Análisis de variancia de rendimiento de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	40
Tabla 3.11.	Prueba de Tukey de rendimiento de repollos de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	41
Tabla 3.12.	Prueba de Tukey de rendimiento de repollos de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	41
Tabla 3.13.	ANAFUNVA de rendimiento de repollos de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) Canaán, 2750 msnm.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 2.1. Ubicación geográfica de la parcela experimental .....	20
Figura 2.2. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho .....	25
Figura 2.3. Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos...	29
Figura 3.1. Regresión de longitud de repollo sobre niveles de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en col ( <i>Brassica oleracea</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	33
Figura 3.2. Regresión de diámetro de repollo sobre dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en col ( <i>Brassica oleracea</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	36
Figura 3.3. Regresión de peso de repollo sobre dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en col ( <i>Brassica oleracea</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	39
Figura 3.4. Regresión de rendimiento sobre dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en col ( <i>Brassica oleracea</i> L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho .....	42
Figura 3.5. Rendimiento de repollos de col ( <i>Brassica oleracea</i> L.) de dosis de N con 5 y 10 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de estiércol. Canaán, 2750 msnm .....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Datos ordenados de col .....	51
Anexo 2. Panel fotográfico .....	52

## RESUMEN

La investigación se tuvo como objetivos evaluar la influencia del abonamiento nitrogenado y dosis de estiércol de ovino en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L. var. capitata) bajo las condiciones edafoclimáticas de Ayacucho. La variedad de col utilizada fue la cv Corazón de buey – Charleston Wakefield. Para llevar a cabo esta investigación se utilizó un diseño estadístico experimental distribuido en bloques completos al azar (DBCA), con arreglo factorial de 4 N \* 2 E, con tres repeticiones y ocho tratamientos. El lugar donde se instaló el experimento corresponde a la zona de vida bosque seco montano bajo sub tropical (bs-T). Las dosis de nitrógeno fueron: 0, 50, 100 y 150 kg/ha y las dosis de estiércol: 5 y 10 t/ha de estiércol de ovino. La fase de campo se realizó entre octubre de 2019 y marzo de 2020. El trasplante se realizó a la distancia de 0.40 m por 0.80 m entre surcos. El rendimiento de col se evaluó en base en base a cuatro variables: longitud de repollo (cm), diámetro de repollo (cm), peso de repollo (kg) y rendimiento de repollos (kg.ha<sup>-1</sup>). Las labores de manejo de cultivo fueron similares a los que se practica en la región, incluyen riego por goteo, deshierbo, abonamiento aporque, control fitosanitario y cosecha. Se halló una respuesta lineal positiva a la aplicación de nitrógeno en las variables: longitud de repollo, diámetro de repollo, peso de repollo y rendimiento de repollo de col, en las cuales se obtuvo 24.18 cm, 21.83 cm, 2.475 kg y 59,956 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La dosis 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino reporta mayor longitud de repollo, diámetro de repollo, peso de repollo y rendimiento de repollo de col, en comparación con la dosis 5 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino, que reportan 23.63 cm, 20.92 cm, 2.32 kg y 54,870 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Tanto con 5 y 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol de ovino, se aprecia que a medida que se incrementa la dosis de N, se incrementa el rendimiento de repollos de col; es más evidente cuando se aplica 50 kg/ha de N.

**Palabras clave:** Col, *Brassica oleracea* L. var. capitata, fertilización nitrogenada, estiércol de ovino.

## INTRODUCCIÓN

La col es una hortaliza muy importante que se debe de tener en cuenta en la dieta alimenticia de la población por ser muy nutritiva y saludable, además de ser fuente de vitamina A, B, B<sub>2</sub>, C, D y minerales como el hierro, fósforo, magnesio, potasio y sodio que sirven en el normal desarrollo del ser humano. El cultivo de repollo de ciclo corto, que varía entre 90 a 120 días, según la variedad, también es rustico, requiere de pocos insumos que asegura su producción y se presenta como una alternativa económica.

Según MINAGRI para el 2012 la producción nacional de col es de 40,045 toneladas; la región de Lima se registra la mayor producción con 13,172 toneladas, el mayor rendimiento reporta en la región de Lambayeque con 29,069 kg.ha<sup>-1</sup>. Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014), Ayacucho registra una producción de 1,012 toneladas, 106 ha cosechadas y 9.6 t.ha<sup>-1</sup> de rendimiento.

Se demuestra que la productividad de este cultivo es baja debido al nivel tecnológico y deficiente manejo de los factores de producción como suelo, abonos y fertilizantes, variedades, control de plagas y enfermedades, densidad de plantas, etc.

Para reducir la brecha de productividad se necesita conocer y fomentar el uso de abonos orgánicos como el estiércol acompañado de fertilizantes, tomando en cuenta que las necesidades de este cultivo son altas, para aprovechar las bondades de estos abonos orgánicos en el suelo y reducir el uso de fertilizantes químicos y así, evitar el deterioro de los suelos produciendo alimentos más sanos, libres de elementos tóxicos para la salud humana.

Por las consideraciones expuestas, se planteó la ejecución del presente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

**Objetivo general**

Evaluar la influencia del abonamiento nitrogenado y estiércol de ovino y en el rendimiento de col en Ayacucho.

**Objetivos específicos**

1. Determinar la influencia del abonamiento nitrogenado en el rendimiento de col en Ayacucho.
2. Determinar la influencia de la dosis de estiércol de ovino en el rendimiento de col en Ayacucho.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. TAXONOMÍA DE LA COL**

Con respecto a la taxonomía, Cronquist (2012) propone la siguiente categoría taxonómica para la col:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Brassicales
Familia	: Brassicaceae – crucífera
Género	: Brassica
Especie	: <i>Brassica olerácea</i>
Variedad Botánica	: Capitata
Nombre común	: Col corazón.
Ploidía	: $2n = 18$ cromosomas.

#### **1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS**

##### **1.2.1. Raíz**

La Col es una planta bianual, con una raíz pivotante, provista de abundantes raicillas laterales (Seymour, 1980), posee además de una raíz fusiforme vertical de muchas raicillas, que pueden llegar a profundidades de 1.5 m a 1.05 m de crecimiento lateral, y que la mayor cantidad de raíces se encuentran a 0.46 m profundidad del suelo (Maroto, 1983).

##### **1.2.2. Tallo**

Cuando la planta adquiere su completo desarrollo, posee un tallo erguido de 0.50 a 1.00 m de altura y ramoso (Tiscornia, 1989), al principio de la base es pequeño, grueso y no se ramifica el tallo, siempre y cuando no se le quite la dominancia apical, que forma la

parte comestible. Cuando pasa su desarrollo, el tallo principal puede alcanzar alturas de 1.20 m a 1.50 m (Maroto, 1983).

### **1.2.3. Hojas**

Las hojas pueden ser sésiles o con pecíolo, son más anchos (60 cm) que largos (35 cm) (Maroto, 1983).

Guenko (1983) citado por Valadez (1994), reporta que las hojas pueden medir 1 m de diámetro, la forma es casi redonda, a comparación de brócoli y coliflor presentan color verde claro con nervaduras muy pronunciadas. Además, pueden tomar colores de verde glauco blanco a rojizas con bordes ligeramente aserrados, de forma oval, cogollos muy apretados en los que se acumulan las reservas nutritivas (Maroto, 1983).

### **1.2.4. Flores**

Las flores son amarillas agrupadas en racimos donde la polinización es alógama (Maroto, 1983), la inflorescencia está dispuesto en racimos de flores amarillas o blancas, con el cáliz de cuatro sépalos, la corola de cuatro pétalos iguales, con seis estambres tetradínamos y el ovario con cuatro filas de óvulos (Francis, 1985).

### **1.2.5. Frutos**

La semilla de color oscuro y redonda, conserva su poder germinativo por más de cinco años (Francis, 1985), el fruto es una silicua y las semillas redondas; un gramo tiene 350-400 semillas.

## **1.3. VARIEDADES DE LA COL**

Autores como Maroto (1983), Sarli (1974), (Casseres (1980) indican que los cultivares más importantes son menos de diez, aunque en número se llegó a nombrar que pasa los 200 de acuerdo a la forma, la precocidad, las estaciones, adaptación, según las características de las hojas y cabezas. Una clasificación propuesta sería:

### **1.3.1. Tipo precoz o de hojas crespadas**

Son cultivares de cabeza cónica como: Charlestón Jersey Wakefield, de hojas verdes oscuras de tamaño mediano y compacto y redondas, que han alcanzado gran popularidad y que son resistentes al *Fusarium*.



### **1.3.2. Tipo intermedio de hojas lisas**

Son cultivares de época intermedia como: Glory, Oftenkhuizen, y Marion Market, se distinguen por ser muy firmes, todas son de cabezas redondas, resistentes a la producción prematura de semillas.

### **1.3.3. Tipo tardío**

Son cultivares como: Danish y Ball head se considera como los mejores de los tardíos variando de forma chata a redondeada. Otros tipos pueden ser como los morados crespos y en términos generales, las variedades de recolección otoñal e invernal son muy resistentes al frío y las de recolección primaveral - estival son resistentes al calor (Maroto, 1983 y Casseres, 1980).

## **1.4. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMATICOS DE LA COL**

### **1.4.1. Clima**

López (1994) afirma que la col desarrolla en climas templados y frescos donde se produce todo el año y en regiones tropicales y sub tropicales durante el invierno. La col es la hortaliza dentro de las crucíferas que muestra mayor tolerancia a las heladas hasta  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , requiere para la germinación de  $4.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La temperatura máxima es de  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; siendo la óptima de  $29.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  y en general, las mejores temperaturas se hallan entre  $20$  y  $25^{\circ}\text{C}$ . Cuando la temperatura es de  $4$  a  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un periodo de  $3$  a  $4$  semanas después de la fase juvenil emite el vástago floral, y bajo condiciones de invernadero a temperatura de con un rango de  $14$  a  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la col puede ser "perenne" pudiendo producir tres veces al año.

Maroto (1983) menciona que las coles son de amplia adaptabilidad climática, generalmente se adapta mejor a ambientes húmedos y son sensibles a la sequía, en cuanto a temperaturas, vegetan en temperaturas diurnas de  $13$  a  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y nocturnas de  $10$  a  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; algunas variedades pueden resistir hasta temperaturas de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mientras para el mejor crecimiento y germinación se produce de  $26$  a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , donde normalmente la planta emerge de  $03$  a  $04$  días.

### **1.4.2. Suelo**

Maroto (1983) y Sarly (1974) señalan los requerimientos de suelos para la col, que se adapta bien a terreno ricos de textura media y arcillosa, poco tolerante a la salinidad (de

6,400 ppm - 0.10 mmhos) y a los encharcamientos, en cuanto al pH ligeramente tolerante a la acidez, con un rango de pH de 6.8 - 5.5 siendo el óptimo pH de 6.5 - 6.2. Sarly (1974) añade que requieren suelos desde los arenosos a los orgánicos y hasta suelos pesados y llanos que estén bien labrados dotados con anticipación de materias orgánicas muy descompuestos y agregados de oportunas fertilizaciones minerales, cuando hay deficiencia de N en el suelo el color es verde claro mientras que en caso de P o K el mejor aprovechamiento de P es con un pH de 5.5 a 6.5.

## **1.5. MANEJO DEL CULTIVO DE COL**

### **1.5.1. Almacigo**

Se elige un terreno adecuado y sombreado, luego se siembra al boleó, poco espeso empleando 1.5 a 2 g de semilla por metro cuadrado, y se cubre la semilla con un mantillo viejo tamizado; luego es conveniente regar dos veces al día, logrando plantas buenas de 200 a 250 plantas por metro cuadrado (Seymour, 1980 y Tiscornia, 1989).

Maroto (1983) y Casseres (1980) menciona que el almacigo se realiza tradicionalmente en semilleros o tablares donde se utiliza 1 a 3g de semillas por metro cuadrado se logra 300 a 400 plantas/m<sup>2</sup>, 50g de semilla con 75% de germinación produce 5,000 plantas adecuadamente aclarando para evitar plantas ahiladas.

### **1.5.2. Trasplante**

Fersini (1979) y Seymour (1980) sostienen que se debe realizar el trasplante en suelo firme con un plantador, cuando las plántulas hayan echado la 4<sup>a</sup> o 5<sup>a</sup> hoja con una altura de 15 a 20 cm; agrega el último de los nombrados, que para lograr mejores prendimientos, un hortelano untaba las raíces en una pasta preparada en un cubo de estiércol y un puñado de cal.

### **1.5.3. Siembra**

La época adecuada de siembra, en términos generales, podría establecer en el ciclo de otoño en octubre y noviembre y, aunque se pueden sembrarse todo al año, aunque pueden sembrarse la col en forma directa, luego realizar el deshije dejando una planta. En cuanto al distanciamiento este va influir en el tamaño de la cabeza de la col y el peso. La siembra puede distanciarse a 0.7 m entre surcos y a 0.4 a 0.6 m entre plantas, según la variedad (Francis, 1985).

#### **1.5.4. Riego**

Israelsen (1975) menciona que el riego es la aplicación artificial de agua al terreno, para suministrar a las especies vegetales la humedad necesaria para el desarrollo.

López (1994) y Casseres (1980) explican que en el riego de la col, se debe aplicar el agua en forma adecuada sin caer en el exceso, que ésta varía de acuerdo a la época del año, textura del suelo y otros. Según reportes de campo, la col necesita un riego frecuente en los primeros estadios de su ciclo vegetativo, teniendo mucho cuidado cuando la planta ha formado la cabeza, un riego en exceso causa rompimientos o reventamiento, considerada en la col como la época crítica.

#### **1.5.5. Control de malezas**

La maleza es una planta que crece en un campo de cultivo no deseado, tienen un rápido crecimiento, son prolíficos resisten mejor a las condiciones adversas climáticas, y principalmente son resistentes a los agentes patógenos. Principalmente compiten con el cultivo, por agua, luz, espacio y nutrientes.

Maroto (1983) menciona que el control de malezas se puede realizar con la escarda de forma frecuente durante el cultivo. El desyerbe químico se debe hacer con mucha precaución, ajustándose a las dosis del producto comercial, pues existe mucho riesgo de fitotoxicidad. Antes de realizar el trasplante se puede aplicar trifluralina a una dosis de 0.8 a 1 kg.ha<sup>-1</sup>; en caso de post - plantación, puede aplicarse Alacloro a la dosis de 2 a 3 kg.ha<sup>-1</sup> o con desmetrina a la dosis de 0.25 a 0.31 kg.ha<sup>-1</sup>.

Van Hawtt (1985) enfatiza más en el control preventivo y mecánico de las malezas, las cuales consisten en realizar una labor adecuada cuando el terreno aún no está sembrado, y con el control mecánico se pueden efectuar labranzas de cultivo con diferentes tipos de herramientas desde manuales hasta mecánicos.

#### **1.5.6. Fertilización**

Maroto (1983) menciona que las extracciones de las coles son variables, según las variedades y los rendimientos obtenidos, pero principalmente necesitan grandes cantidades de nitrógeno, potasio o calcio.

Agrega, que un abonado de tipo medio puede constar de un promedio de 30-40 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol, 100-150 UF/ha de N, 65 - 85 UF/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 150 - 200/ha de K<sub>2</sub>O. Además, es recomendable la aportación de azufre, así como el Bórax, en el abonado de fondo. En general las variedades de invierno se deben fertilizarse con dosis más altas que las variedades de primavera.

**Tabla 1.1.** Extracción del cultivo de col en kg.ha<sup>-1</sup>

Rendimiento (col t.ha <sup>-1</sup> )	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Variedad
50	250	85	250			Repollo verde-precoz
156	390	166	664	388	80	Repollo tardío

Valadez (1994) señala que la dosis aplicada de fertilizantes recomendados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) es de 100 - 50 - 00 o 200 - 100 - 00 de N - P - K y la extracción es:

**Tabla 1.2.** Extracción de nutrientes del cultivo de col según su rendimiento

Rendimiento (Col t.ha <sup>-1</sup> )	N kg.ha <sup>-1</sup>	P kg.ha <sup>-1</sup>	K kg.ha <sup>-1</sup>	Ca kg.ha <sup>-1</sup>	MgO kg.ha <sup>-1</sup>
22.4	67.20	13.40	42.60	17.0	4.5
22.4	67.20	22.40	89.60	20.20	4.5
16.3	56.00	8.90	51.50	8.90	3.4
* 25.8	63.30	14.60	63.40	-	-

UNALM (2000) recomienda fertilizar con 140-60-60 de NPK y aplicar materia orgánica a la preparación del terreno o en bandas al cambio de surco.

### 1.5.7. Plagas de la col

Messiaen (1979) y Seymour (1980) indican que el insecto más típico es el lepidóptero (*Pieris brassicae*) u oruga de la col cuyas las larvas viven en las hojas de todas las variedades de la col, que llegan a destruir por completo una plantación, y la mejor manera es un control mecánico o sea recogerlos.

Casseres (1980) menciona que las otras plagas que afectan a la col son los áfidos, (*Aphis brassicae*), (*Aphis Pseudo brassicae*), (*Brevicoryne brassicae*), llamados pulgones, son pequeños chupadores recubiertos de un polvo seroso, causa gran daño

cuando se deja multiplicar en grandes cantidades, transmiten enfermedades virósicas y la aparición de fumagina, bajan la calidad del producto donde chupan la savia de la planta. Otras de las plagas son: diabrótica (*Diabrotica spp*); gusano taladrador, es una mosca negra (*Hylemya brassicae*), son plagas que atacan al estado adulto y larval son cortadores de hojas y tallos.

#### **1.5.8. Enfermedades de la col**

Bazán (1975) indica que las principales enfermedades de la col de importancia económica a nivel de la agricultura peruana son La chupadera fungosa es causada por el hongo (*Rhizoctonia solani*), que ataca a plantas jóvenes, que produce el estrangulamiento del cuello y ocasiona la muerte de ellos. En plantas mayores produce manchas brunas que pueden retardar su crecimiento, su control se hace con fungicidas de formalina y pentacloro nitrobenzeno al 75 %. Otra enfermedad es la hernia de la Col que ataca a todas las especies y variedades de la col, causada por el hongo (*Plasmodiophora brassicae*), produce a través del sistema radicular luego al cuello de la planta causando engrosamiento redondeadas o achuzados que llegan a ser muy grandes e irregulares que al cortar causan mal olor y los hongos al caer pueden estar vivos varios años, se puede hacer un control con la aplicación de cal al suelo o el polvo de cal hidratado 1.1 t ha<sup>-1</sup>.

Otra enfermedad es la podredumbre negra, causada por una bacteria (*Xanthomonas campestris*), que es un bacilo de 0.7 a 3.0 micras con un sólo flagelo polar que ataca la planta en cualquier época de su desarrollo desde la germinación hasta la cosecha o los síntomas aparecen en las hojas que se vuelven amarillas progresando una clorosis que dé luego se va secando en forma apergaminada. La forma más importante de luchar son las formas preventivas mediante la cuarentena, la desinfección de la semilla con tratamientos con agua caliente de 50°C. Otra enfermedad es la producida por el hongo (*Sclerotinia sclerotium*), que causa una pudrición húmeda suave, que inicia del cuello de la planta hacia arriba forma de micelio blanco y algodonoso razón por la cual las hojas mueren violentamente; donde su control es muy difícil pero una serie de prácticas culturales ayudan solamente la disminución de sus efectos. Otra enfermedad es el “mildiu Velloso” causada por un hongo (*Peronospera parasítica*), a nivel de las plántulas, ocasiona jaspeados con manchas amarillas que pueden llegar a destruir; el tratamiento consiste en realizar una adecuada ventilación de plántulas; no estar muy

amontonados, luego aplicación de fungicidas a base de cobre, zinc y utilización de algunas variedades resistentes.

El amarillamiento por *Fusarium* es causado por el hongo (*Fusarium oxysporum*), que aparece en el campo dos meses después del trasplante causando una decoloración amarillenta, ataca fuertemente a temperaturas altas de 28 a 32 °C, se recomienda el uso de variedades de coles con resistencia genética y que constituye el combate más efectivo (Casseres, 1980).

Finalmente, varias especies de género *Meloidogyne* sp afectan las raicillas en forma de nudos, su control es con bromuro de metilo.

### **1.5.9. Cosecha y rendimientos**

Se empieza a realizar la cosecha cuando más del 40% de la plantación tiene formada la parte comestible (cabeza o repollo) siendo el único indicador el tiempo. La sobre maduración ocasiona rajaduras en la cabeza (López, 1994).

Se recomienda realizar la cosecha con un corte por debajo de la cabeza sin dejar una porción de tallo, pero se debe quedar hojas envolventes, para mandar al mercado y cuidar su preservación (Casseres, 1980).

El momento oportuno para efectuar la cosecha está relacionado con la variedad y las posibilidades de vender, aunque los repollos no hayan alcanzado su desarrollo máximo de acuerdo al precio de mercado (Seymour, 1980).

La calidad de la col se reconoce por las cabezas firmes, hojas envolventes que cubren unos a otros, libres de daños de insectos, enfermedades o rajaduras, de buen tamaño; para uso casero debe ser de 1 a 3 kg y para la industria y restaurantes deben ser más grandes y turgentes.

## **1.6. EFECTOS DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO**

Según Labrador et al. (1993) en relación al papel agronómico de la materia orgánica señala:

Los efectos agronómicos de la transformación de la materia orgánica en el sistema suelo están relacionados preferentemente con la velocidad con que ésta evoluciona y con el equilibrio alcanzado entre los procesos de formación y degradación -humificación y mineralización- de la misma. Esta dinámica de la fracción orgánica se va a traducir en una mayor o menor disponibilidad de nutrientes y sustancias bioactivas para cubrir las necesidades del vegetal, en una proporción mayor o menor de fracción humificada y en un efecto favorable o desfavorable sobre todos los parámetros ligados con la fertilidad y conservación de los suelos de cultivo.

Canet (2008) menciona que “la materia orgánica es sólo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente de 1% al 6%), la cantidad y el tipo de materia orgánica influyen en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo”.

#### **1.6.1. Efectos físicos**

La unión de las partículas de arena, limo y arcilla que forman agregados estables, ayuda a mantener una buena labranza (condiciones físicas del suelo para el crecimiento de las plantas). Un suelo que tiene gran cantidad de materia orgánica tiene mayor agregación y tiende a ser menos denso, permitiendo un mejor desarrollo y penetración de las raíces. El suelo tiene mayor infiltración debido a una estructura superficial más estable, siendo capaz de resistir la fuerza dispersiva del impacto de las gotas de lluvia. De igual modo, los organismos más grandes que viven en el suelo, tales como lombrices y hormigas, también ayudan a mejorar la infiltración de agua. De manera que, el suelo es menos propenso a la erosión cuando existe mayor infiltración de agua en vez de un escurrimiento superficial. Los suelos arenosos con niveles más altos de materia orgánica tienen mayor cantidad de pequeños poros para almacenar el agua disponible para las plantas y son menos propensos a la sequía. Los suelos arcillosos tienen mejor drenaje interno cuando existen grandes cantidades de materia orgánica que cuando las cantidades son menores (Canet, 2008).

#### **1.6.2. Efectos nutricionales y químicos**

La materia orgánica es una fuente de nutrientes. Los organismos descomponen y transforman las formas orgánicas en formas que sirven a las plantas. Además, por ser la principal fuente de capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica ayuda a “almacenar” los nutrientes disponibles y los protege de la lixiviación provocada por el

agua. Las moléculas orgánicas ayudan a quelar un gran número de micronutrientes tales como el zinc (Zn) y el hierro (Fe), además evita que sean convertidos en formas menos disponibles para las plantas. En muchos suelos, la materia orgánica debido a su naturaleza ácida débil, tiene un efecto de amortiguación frente a cambios en el pH. Esto puede ayudar a proteger las plantas de los efectos nocivos de sustancias químicas como, por ejemplo, la toxicidad por aluminio (Canet, 2008).

### **1.6.3. Efectos biológicos**

Los materiales húmicos en la materia orgánica estimulan el crecimiento de las raíces y del cultivo.

La materia orgánica fuente de humus, promueve diversas actividades de crecimiento, pues contiene hormonas y fitohormonas (Fassbender, 1978).

Un suelo con alto contenido de materia orgánica de distinto origen y en el que se ha practicado buenas rotaciones tiene una comunidad más diversa de organismos y de este modo brindará un medioambiente biológico más adecuado para el crecimiento de las plantas que un suelo con menor cantidad de materia orgánica. En general la biomasa total de los organismos del suelo también será mayor en un suelo rico en materia orgánica que en un suelo con menor contenido.

Debido a los efectos físicos, nutricionales y químicos indicados, las plantas que crecen en suelos ricos en materia orgánica tenderán a ser más sanas y menos susceptibles al daño de las plagas que aquellas que crecen en suelo con menor contenido de materia orgánica. La presencia de diversas poblaciones de organismos (cuando la materia orgánica del suelo es abundante) ayuda a asegurar un ambiente con plagas menos hostil para los cultivos.

Durante el proceso de mineralización los elementos se transforman en formas disponibles que las plantas pueden usar. De esta manera la materia orgánica del suelo desempeña un papel clave en el ciclaje de nutrientes, tanto como una fuente de capacidad de intercambio de cationes como de depósito de nutrientes que se convertirán lentamente en formas disponibles mediante la actividad biológica. Como una gran



mayoría de los organismos del suelo participan en el proceso de descomposición, ellos ayudan a dirigir el reciclaje de nutrientes.

La mejor manera para desarrollar un suelo de alta calidad, incentivar la estructura y mantener altos niveles de materia orgánica es mantener una cantidad activa de materia orgánica.

La cantidad de materia orgánica en un suelo en particular es el reflejo de variadas intervenciones en el tiempo, ya sean de origen natural y/o humano. El cambio de contenido de materia orgánica del suelo, después de transcurrido un año, es la diferencia entre lo que se ha agregado y lo que se ha perdido. Cuando lo agregado excede a lo perdido, la materia orgánica del suelo aumenta. En sentido contrario, si las pérdidas son mayores a lo agregado, ésta disminuye. Cuando un sistema de cultivo ha operado durante largo tiempo, se logra un equilibrio cuando lo agregado y lo perdido se igualan. Bajo estas condiciones no habrá cambios en los niveles de materia orgánica.

Hay dos caminos principales para estructurar y mantener cantidades aceptables de materia orgánica en los suelos: aumentar la tasa de incorporación de materia orgánica a los suelos, y disminuir la tasa de pérdida de materia orgánica (Canet, 2008).

### **1.7. EL ESTIÉRCOL**

Según la FAO (2007), los agricultores se preocupan por mejorar su producción, en cantidad y calidad, pero sin aumentar los costos de producción. Una alternativa viable podría ser preparar sus propios abonos. El estiércol es la primera fuente de los abonos orgánicos que con apropiado manejo constituye una excelente alternativa para ofrecer nutrientes a las plantas y a la vez mejorar las características físicas y químicas del suelo. De todo el forraje que consumen los animales (ovinos, vacunos, camélidos y cuyes), sólo la quinta parte es utilizada en su mantenimiento o incremento de peso y producción, el resto es eliminado en el estiércol y la orina. La composición del estiércol varía con la especie animal, su alimentación, contenido de materia seca (estado fresco o seco) y de cómo se le haya manejado. Para la práctica y uso en general, se considera que el estiércol contiene: 0,5 por ciento de nitrógeno, 0,25 por ciento de fósforo y 0,5 de potasio, es decir, una tonelada de estiércol ofrece en promedio 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio. El estiércol al exponerse al sol y la intemperie, pierde en

general su valor. El estiércol fresco puede contener gérmenes de enfermedades, semillas de malas hierbas que se pueden propagar en los cultivos, razón por la cual, debe evitarse su uso; además, es casi imposible abastecer las necesidades de los cultivos sólo mediante el estiércol. Adicionalmente, se puede utilizar la orina animal (llamada “purín”) pues es rica en nitrógeno y fósforo.

Las propiedades del estiércol de ovino oscilan entre las del bovino y la gallinaza; el porcentaje del nitrógeno de la gallinaza es de 2.8 % y el del bovino 1.8 % y el ovino 2.0 %. El efecto sobre la estructura del suelo es mediano. La persistencia es de tres años, aproximadamente el 50 % el primer año, 35 % el segundo año y el 15 % el tercer año. Es un producto muy apreciado en horticultura con buenas respuestas agronómicas y sin apenas problemas de gestión. La forma de uso es orgánica. Se utiliza en cantidades prudentes porque, aunque se trata de un producto de calidad, el costo final, incluyendo el reparto y transporte es elevado (Medina, 2005).

En el estiércol de ovino existe una alta presencia de compuestos de lenta degradabilidad, por ello, su descomposición es lenta, tal es así que en el primer año de su aportación libera hasta el 30% del N total presente y su efecto residual tiene importancia relevante después de varios años: la descomposición tiene relación con el tipo de suelo, clima, labores culturales, otros abonados y cultivos que se siembran.

El estiércol ovino está conformado por excrementos y orina del ganado ovino y en cuya composición también pueden aparecer restos de distintos materiales de sus camas, como la paja de cereales y otros. El estiércol de ovino es catalogado como mejorador del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Al aumentar la CIC del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por ende las pérdidas por su lixiviación. (SERPAR, 2004).

El estiércol de oveja es considerado uno de los más ricos nutrientes y equilibrado, si el estiércol es fresco debe someterse a la producción de compost y después sea aplicado al campo aportando macro y micro nutrientes, la humedad es del 38,50 %, el pH con 8,5; tiene una alta conductibilidad debido a que contiene una alta cantidad de sal por lo que se recomienda hacer compostaje para poder bajar la salinidad (Huamán, 1998).

Tortosa et al. (2012) en su investigación muestra que la caracterización agroquímica del estiércol de oveja que se muestra a continuación:

**Tabla 1.3.** Caracterización agroquímica de un estiércol de oveja

COMPONENTE	CONTENIDO
Humedad (%)	38,5
pH	8,51
Conductividad eléctrica (dSm <sup>-1</sup> )	11,33
Materia orgánica (%)	45,6
Lignina (%)	21,1
Celulosa (%)	11,4
Hemicelulosa (%)	11,0
Carbono orgánico total (COT, %)	25,2
Nitrógeno total (NT, g/kg <sup>-1</sup> )	17,7
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/kg <sup>-1</sup> )	889
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/kg <sup>-1</sup> )	520
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg/kg <sup>-1</sup> )	nd
Relación C/N	14,3
Contenido graso (%)	0,5
Carbohidratos hidrosolubles (%)	0,4
Polifenoles hidrosolubles (%)	0,3
Carbono hidrosoluble (COH, %)	3,5
Fósforo (P, g/kg <sup>-1</sup> )	2,2
Potasio (K, g/kg <sup>-1</sup> )	16,5
Calcio (Ca, g/kg <sup>-1</sup> )	100,9
Magnesio (Mg, g/kg <sup>-1</sup> )	18,7
Sodio (Na, g/kg <sup>-1</sup> )	3,9
Azufre (S, g/kg <sup>-1</sup> )	3,2
Hierro (Fe, mg/kg <sup>-1</sup> )	4139
Cobre (Cu, mg/kg <sup>-1</sup> )	51
Manganeso (Mn, mg/kg <sup>-1</sup> )	226
Zinc (Zn, mg/kg <sup>-1</sup> )	185
Plomo (Pb, mg/kg <sup>-1</sup> )	12
Cromo (Cr, mg/kg <sup>-1</sup> )	19
Níquel (Ni, mg/kg <sup>-1</sup> )	25
Cadmio (Cd, mg kg <sup>-1</sup> )	nd

Fuente: Tortosa et al (2012)

El análisis del estiércol de ovino realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) reportó los siguientes resultados: 9.90 de C.E. mm, 8.44 de pH 68.42 de M.O., 1.51 de % N, 1.41 de % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2.93 de K<sub>2</sub>O, 4.73 de % CaO, 2.24 de % MgO, 8.12 de % Hd, 25.71 de % C / N. (Noli et. al., 2015).

Vélez (2008) encontró en la col var. Quintal que con la aplicación de 1 kg por planta de humus (28.5 t.ha<sup>-1</sup>) logró el mayor rendimiento (58,095.23 kg.ha<sup>-1</sup>), mayor longitud de repollo (60.78 cm) y también la mayor altura de planta.

Nina (2014) probó cuatro variedades de col con dos tipos de compost (11.3 t.ha<sup>-1</sup> con ME y 15.7 t.ha<sup>-1</sup> sin ME), encontró que ambos tipos de son estadísticamente iguales, con rendimientos de 81.858 t.ha<sup>-1</sup> y 76.858 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, pero superiores al testigo sin compost. En cuanto al diámetro de repollo la variedad Brunswick es mayor con 22.74 cm y menor diámetro fue con variedad Charleston Wakefield con 20.16 cm.

Rea (2012) aplicó: 8, 12 y 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, gallinaza y bobinaza, y encontró que la mayor altura de planta encontró con 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, el mayor diámetro de pella también presento 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz, en peso de pella, sobresalió 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz con 5.10 kg por planta, el mayor rendimiento también logro con 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz con 84,996.60 kg.ha<sup>-1</sup>.

Reyes et al. (2016) cuando utilizó vermicompost y Jacinto de agua, no hubo diferencia entre ambos abonos en altura de planta (23.80 cm), peso y circunferencia de repollo con 388.86 gr y 55.53 cm, respectivamente, solos y en mezcla.

Correa (2010) encontró que la aplicación de abonos orgánicos en col tiene efecto positivo en el rendimiento general de la planta. La gallinaza y estiércol de vacuno se comportaron mejor que el humus de lombriz, siendo la dosis de 5 kg.m<sup>-2</sup> de gallinaza y 5 kg.m<sup>-2</sup> de estiércol de vacuno.

Parra (2015) demostró que los abonos orgánicos influyeron positivamente en la altura de la planta, diámetro de la cabeza y rendimiento de col repollo variedad Good Season. Los tratamientos de gallinaza solo y con aserrín y con mantillo alcanzaron los mayores

rendimientos con 39 t.ha<sup>-1</sup>. Los abonos orgánicos incrementan la materia orgánica, nutrientes esenciales del suelo y características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Armas (2013) bajo condiciones de trópico, encontró que las mayores respuestas en altura de planta (21.98 cm), peso de planta (1.25 kg) y rendimiento (25 t.ha<sup>-1</sup>) corresponde a la aplicación de 8 kg.m<sup>-2</sup> (80 t.ha<sup>-1</sup> de compost).

Cueva (2015) encontró efecto significativo de los abonos orgánicos en longitud de planta (26.38 cm), circunferencia de cabeza (54.79 cm) y rendimiento de cabezas (6,508.92 kg.ha<sup>-1</sup>), demostrando la eficacia del guano de islas.

### **1.8. FERTILIZACIÓN NITROGENADA**

La interacción del nitrógeno combinado con fósforo obtuvo mayor rendimiento, diámetro y peso unitario de la cabeza de repollo. La aplicación de 150 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno más 250 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo resultó ser la mejor alternativa técnica y la aplicación de 150 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno fue la opción mejor económicamente viable para la producción de repollo (Portillo, 2015).

En base a los resultados de la investigación recomienda un nivel de fertilización entre 150 a 200 libras de nitrógeno (N) por cuerda. Añade, que el repollo utiliza una cantidad modesta de nitrógeno en su etapa inicial de desarrollo debido a su limitado sistema radical. La mayor absorción de nutrimentos ocurre a mitad de la etapa de crecimiento (durante la formación y maduración de las cabezas). Una vez las plantas alcanzan esta etapa muchas de las raíces están a una profundidad en el suelo cercana a las 12 pulgadas y podrán extraer los nutrimentos que se han movido a esa profundidad por efecto del riego (Rivera, 2013).

López (2009) en su experimento probó tres niveles de nitrógeno (140; 220; 300 kg.ha<sup>-1</sup> de N) y cuatro niveles de fósforo (0; 55; 110; 165 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) con tres repeticiones. Los resultados demuestran que con el nivel 256.38 kg de N se encontraron mejores resultados, obteniendo un rendimiento de 29.28 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que con el fósforo no se encontró diferencia significativa en ninguno de los tratamientos.

Porras (2007) encontró mayor diámetro polar, diámetro ecuatorial, rendimiento, beneficio bruto y beneficio neto con dosis de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea y densidad de siembra de 28,571 plantas por hectárea. De igual forma obtuvo el mayor peso fresco con dosis de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea y densidad de siembra de 22,222 plantas y el mayor número de cabezas formadas obtuvo con dosis de 225 kilogramos de nitrógeno y densidad de 28,571 plantas. Los tratamientos sometidos al análisis de retorno marginal superaron la tasa mínima de retorno de 150%. La mayor tasa de retorno marginal se obtuvo con dosis de 75 kilogramos de nitrógeno y densidad de siembra con 22,222 plantas.

Oliva (2019) encontró que “el tratamiento T<sub>3</sub> (Corazón de buey con 100N y 80P) fue superior en la mayoría de las variables morfológicas y en rendimiento fue superior el tratamiento T<sub>4</sub> (Corazón de buey con 120N y 100P), llegando a la conclusión que los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> mostraron diferencias significativas en variables morfológicas y en rendimiento”.

El repollo no respondió a las aplicaciones de fósforo ni de potasio; los contenidos de los suelos fueron suficientes para satisfacer los requerimientos del cultivo. El estiércol tuvo efectos positivos sobre los rendimientos; no se detectaron diferencias significativas entre las aplicaciones de 20 y 40 m<sup>3</sup>/ha. El cultivo respondió al N cuando no se aplicó estiércol al suelo; no hubo diferencias significativas entre 100, 125 y 150 kg.ha<sup>-1</sup>. Cuando se incorporó estiércol al suelo, el repollo no respondió a las aplicaciones de N, hasta la cantidad de 225 kg.ha<sup>-1</sup> (Añez y Tavira, 1985).

## CAPÍTULO II METODOLOGÍA

### 2.1. UBICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en el Centro Experimental Canaán de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, perteneciente al distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. Según ONERN (1976), ecológicamente pertenece a Bosque Seco Montano Bajo Sub tropical.

La ubicación geográfica se detalla a continuación:

Latitud Sur : 13° 08' 05"

Longitud Oeste : 74° 32' 00"

Altitud : 2750 msnm



**Figura 2.1.** Ubicación geográfica de la parcela experimental

## 2.2. ANTECEDENTES DEL TERRENO EXPERIMENTAL

En el terreno destinado para realizar el trabajo experimental, en la campaña anterior 2018 – 2019 estuvo ocupado por cultivo de maíz morado.

## 2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

Con la finalidad de determinar las características físicas y químicas del suelo de Canaán, se procedió a realizar el muestreo del suelo en la parcela experimental, tomando 20 muestras de la capa superficial a una profundidad de 20 cm, recorriendo el campo en diagonal, los mismos que se mezclaron uniformemente de la cual se extrajo una muestra representativa de 1 kg de peso y que fue llevado, para su análisis respectivo, al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1.** Resultados del análisis físico-químico de suelo del Centro Experimental Canaán - UNSCH, 2750 msnm - Ayacucho 2019

	COMPONENTES	CONTENIDO	INTERPRETACIÓN
QUÍMICOS	Materia orgánica (%)	1.51	Bajo
	N total (%)	0.08	Bajo
	P total (ppm)	35.7	Muy alto
	K disponible (ppm)	170.6	Muy alto
	pH	8.19	Ligeramente alcalino
	CIC	16.6	Medio
FÍSICOS	Arena (%)	41.9	
	Limo (%)	25.0	Franco arcilloso
	Arcilla (%)	33.1	
	Clase textural	Franco arcilloso	

**Fuente:** Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Los resultados del análisis físico-químicas del suelo (tabla 2.1) de acuerdo a los criterios señalados por Ibáñez y Aguirre (1983), se califica al suelo como franco arcilloso, ligeramente alcalino con pH 8.19, contenido de materia orgánica y N total bajo (1.51%



y 0.08% respectivamente), contenido de P disponible y K disponible, muy altos (35.7 ppm y 170.6 ppm, respectivamente), capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 16.6. Las características asignadas al suelo permiten el cultivo de col.

La Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM (2000) recomienda fertilizar con 140-60-60 de NPK, para cubrir las necesidades nutritivas del cultivo de col.

#### **2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL ESTIÉRCOL DE OVINO**

Con la finalidad de determinar las características físico-químicas del estiércol de ovino, se envió una muestra homogénea de estiércol de 1 kg de peso para su análisis al Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2.** Composición química del Estiércol de ovino

<b>%H</b>	<b>pH</b>	<b>% M.O</b>	<b>%N-total</b>	<b>%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>%K<sub>2</sub>O</b>	<b>%CaO</b>	<b>%MgO</b>	<b>C.E. mS/cm</b>
34.7	8.35	61.2	2.29	1.9	0.98	3.0	2.56	32.38

**Fuente:** Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar “Nicolás Roulet” del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la UNSCH.

Los resultados del análisis indican que el contenido de nutrientes del estiércol de ovino se encuentra dentro del promedio reportado para esta especie de ganado.

#### **2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS**

Los datos climatológicos corresponden a la Estación Meteorológica de INIA, propiedad de la oficina OPEMAN del Gobierno Regional de Ayacucho, ubicada entre las coordenadas de 13° 10' 09" Latitud Sur y 74° 12' 82" Longitud Oeste y a una altitud 2735 msnm, encontrándose en el distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga – Ayacucho.

Durante el periodo vegetativo del cultivo de col la temperatura promedio máxima, media y mínima fue de 24.85 °C, 17.26 °C y 9.66 °C, respectivamente. La precipitación total anual fue de 449.90 mm.

Según el balance hídrico se presentaron condiciones de humedad en el mes de diciembre del 2019 y un déficit de humedad desde enero a abril del 2020. Durante la ejecución del experimento, el comportamiento meteorológico se manifestó mediante precipitaciones moderadas de 42.50 mm, 138.30 mm, 56.70 mm, 60.80 mm, 63.60 mm y 15.70 mm desde noviembre 2019 a abril 2020, respectivamente, disminuyendo las precipitaciones en los últimos meses, coincidiendo con la época de cosecha del experimento.

Con relación a la humedad relativa durante la realización del experimento, en el mes de noviembre del 2019 fue de 70.58%, se incrementó en diciembre del 2020 a 76.84% y luego disminuyó en los meses desde enero a abril del 2020 registrando 75.77%, 75.31%, 75.49% y 73.90%, respectivamente.

El balance hídrico y las características meteorológicas se presentan en la siguiente tabla y figura.

**Tabla 2.3.** Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico de la campaña agrícola 2019 - 2020 según la Estación Meteorológica INIA - Ayacucho

Distrito	: Andrés Avelino Cáceres Dorregaray	Altitud	: 2735 msnm
Provincia	: Huamanga	Latitud	: 13° 10' 09" S
Departamento	: Ayacucho	Longitud	: 74° 12' 82" W

Año	2019						2020						Total	Promedio
	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May		
T° Máxima (°C)	25.19	24.83	24.86	24.73	25.55	25.85	24.21	24.40	24.30	24.19	25.2	24.85		24.85
T° Mínima (°C)	6.63	6.67	7.06	9.93	10.41	11.15	11.30	11.09	11.76	11.34	9.76	8.84		9.66
T° Media (°C)	15.91	15.75	15.96	17.33	17.98	18.50	17.76	17.75	18.03	17.77	17.48	16.85		17.26
Factor	5.77	5.68	5.80	6.57	6.94	7.25	6.81	6.81	6.97	6.82	6.65	6.29		
ETP (mm)	55.18	54.21	55.48	64.08	68.34	71.83	66.88	66.81	68.67	66.95	65.05	61.01	764.48	63.71
Humedad Relativa (%)	74.17	74.03	69.38	71.62	67.99	70.58	76.84	75.77	75.31	75.49	73.90	71.73		
Precipitación (mm)	0.50	14.6	0.00	17.70	26.00	42.50	138.30	56.70	60.80	63.60	15.70	13.50	449.90	37.49
ETP corregida (mm)	52.15	53.41	55.90	64.08	72.97	76.37	74.39	73.98	69.15	70.33	63.96	60.63		
Humedad del suelo (mm)	-51.65	-38.81	-55.90	-46.38	-46.97	-33.87	63.91	-17.28	-8.35	-6.73	-48.26	-47.13		
Exceso (mm)							63.91							
Déficit (mm)	-51.65	-38.81	-55.90	-46.38	-46.97	-33.87		-17.28	-8.35	-6.73	-48.26	-47.13		

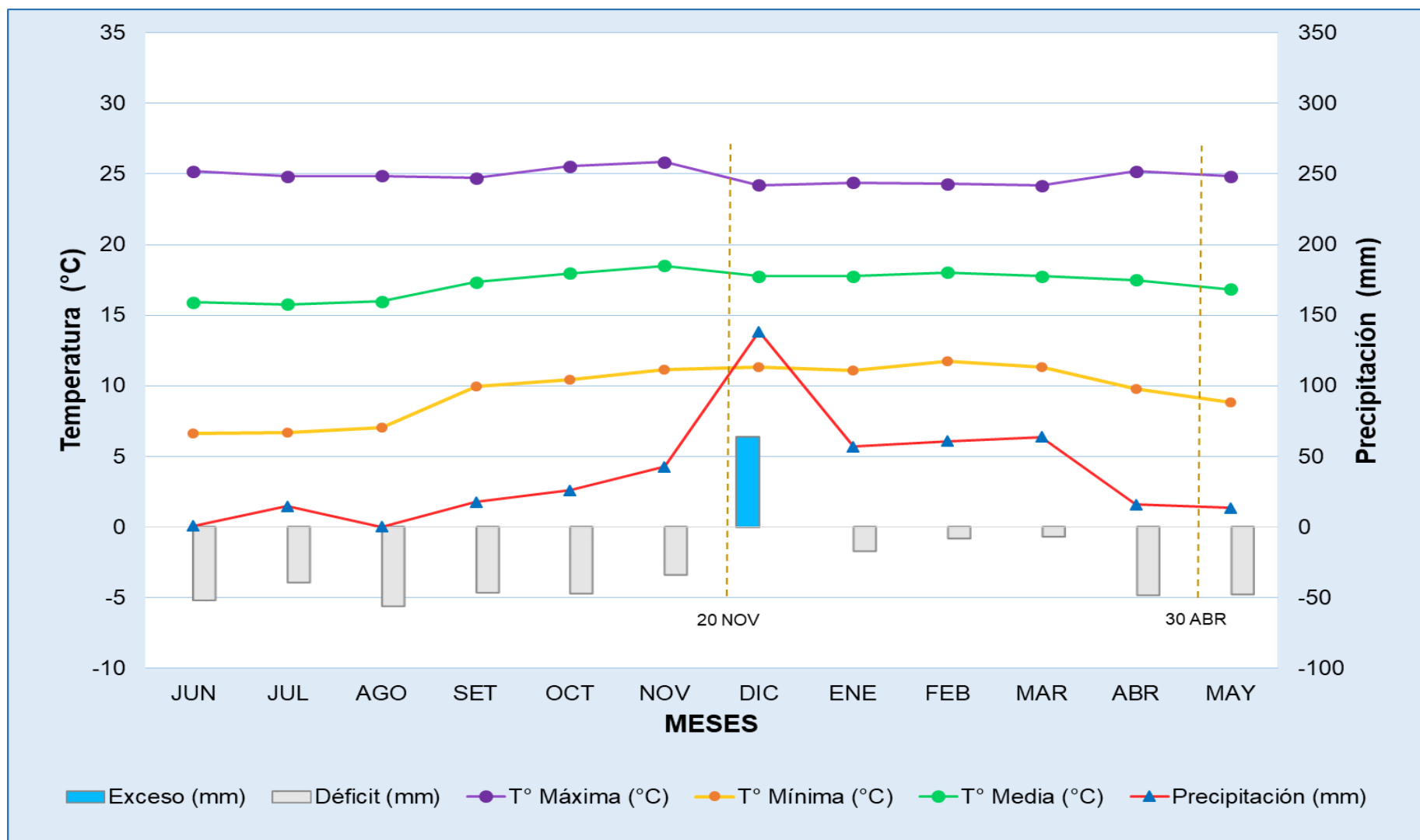


Figura 2.2. Temperatura máxima, mínima, media y balance hídrico de la campaña agrícola 2019-2020 según la Estación Meteorológica de INIA- Ayacucho

## 2.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES EN ESTUDIO

En el experimento se utilizó la variedad de col, Charleston Wakefield (Corazón de buey). Según HORTUS (2020) las características principales se detallan a continuación:

- Variedad precoz de color verde medio y plantas vigorosas de tamaño mediano. Planta bianual cultivada como anual, tallo corto leñoso y raíz profunda.
- Tiene la cabeza en forma de cono o corazón invertido. La parte aprovechable de cada planta es una pella muy consistente que se forma por hipertrofia de la yema terminal, de 1.5 a 2.0 kg.
- Las cabezas son de 20 a 25 cm de diámetro y de 18 a 20 cm de altura.
- Muy buena resistencia al transporte y buena duración post cosecha.
- Dosis de siembra: 2 kg.ha<sup>-1</sup> (Siembra directa) / 0.5 kg.ha<sup>-1</sup> (Trasplante).
- Distancia de siembra: 35 cm entre plantas
- Recomendadas para zonas y épocas de temperaturas frescas. No tolera el calor intenso.

## 2.7. VARIABLES ESTUDIADAS E INDICADORES

### 2.7.1. Dosis de abonamiento nitrogenado (N)

**Indicadores:**

$$n_1 = 0 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$n_2 = 50 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$n_3 = 100 \text{ kg.ha}^{-1}$$

$$n_4 = 150 \text{ kg.ha}^{-1}$$

### 2.7.2. Dosis de estiércol de ovino (E)

**Indicadores**

$$e_1 = 5.0 \text{ t.ha}^{-1}$$

$$e_2 = 10.0 \text{ t.ha}^{-1}$$

Las dosis de P y K que se aplicarán en forma general en todos los tratamientos es de 40 y 20, respectivamente, tomando en cuenta que el contenido de fósforo y potasio del suelo de Canaán es medio y alto, respectivamente.

## **2.8. VARIABLES DEPENDIENTES EVALUADAS**

Se evaluó en plantas competitivas de los surcos centrales, dejando una planta en la base y cabecera de los surcos de la parcela experimental, para evitar el efecto de borde.

Los indicadores evaluados son:

### **2.8.1. Longitud de repollo (cm)**

Con una regla graduada, se midió la altura de planta desde el cuello de la planta hasta el ápice superior de las hojas que conforman la cabeza de repollo.

### **2.8.2. Diámetro de repollo (cm)**

Una vez separado la cabeza del repollo, con una cinta métrica se midió el diámetro más ancho de esta cabeza y luego se calculó el diámetro de repollo.

### **2.8.3. Peso unitario de repollo (kg)**

Antes de la cosecha general, se cosechó 5 plantas competitivas en estado de madurez comercial de los surcos centrales de la parcela y pesaron en una balanza digital, luego se obtuvo el peso promedio por repollo.

### **2.8.4. Rendimiento de repollos (kg.ha<sup>-1</sup>)**

Se cosecharon todas las plantas de col de la parcela que se encontraban en madurez comercial, para lo cual, con un cuchillo se realizó el corte en el cuello de la planta a ras del suelo, luego de desprender las hojas basales se pesaron en una balanza digital de 30 kg. Este valor se infirió a una hectárea para efectos del análisis estadístico.

## **2.9. MÉTODO PROCEDIMENTAL**

El experimento se condujo en el C. E. de Canaán de la FCA, se utilizó como planta indicadora el cultivo de Col donde se probó la influencia de la dosis de abonamiento nitrogenado (4) y estiércol de ovino (2). El tipo de investigación fue experimental, nivel aplicado y método inductivo. Para distribuir las unidades experimentales en el terreno se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado con arreglo factorial de 4N\*2E, 8 tratamientos, con 3 repeticiones. Se evaluó el rendimiento comercial del cultivo de col. La dimensión de la unidad experimental es de 3.20 m \* 3.20 m, con 4 surcos. El distanciamiento entre surcos fue de 0.80 m y entre plantas será de 0.40 m.

Los datos ordenados de campo se sometieron al análisis de variancia (ANVA) y la prueba de Contraste de Tukey (0,05) y regresión de los caracteres que resultaron significativos. El modelo aditivo lineal del análisis estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \delta_j + \alpha_k + (\delta_j \alpha_k) + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- $Y_{ijk}$  : Variable de respuesta del i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque
- $\mu$  : Media general
- $\beta_i$  : Efecto del i-ésimo bloque
- $\delta_j$  : Efecto de la j-ésima dosis de abonamiento nitrogenado
- $\alpha_k$  : Efecto de k-ésimo dosis de estiércol de ovino
- $(\delta_j \alpha_k)$  : Efecto de la interacción de dosis de abonamiento nitrogenado x dosis de estiércol de ovino
- $\varepsilon_{ijk}$  : Error

**Tabla 2.4.** Tratamientos aplicados en el experimento

Código	Descripción
T <sub>1</sub>	n1 * 5.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>2</sub>	n2 * 5.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>3</sub>	n3 * 5.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>4</sub>	n4 * 5.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>5</sub>	n1 * 10.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>6</sub>	n2 * 10.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>7</sub>	n3 * 10.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino
T <sub>8</sub>	n4 * 10.0 t.ha <sup>-1</sup> estiércol ovino

### 2.9.1. Características del campo experimental

#### a. Parcelas

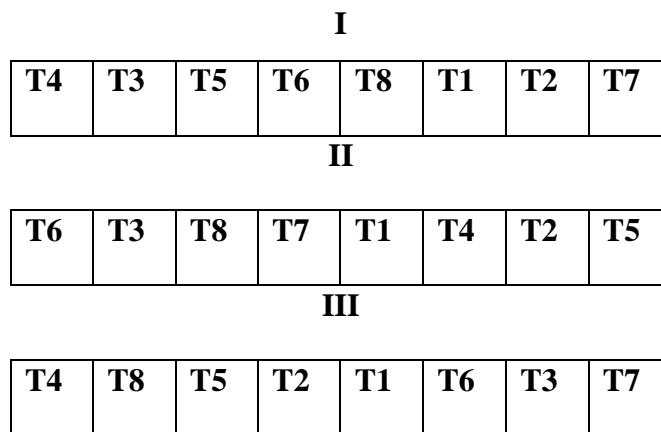
- Ancho : 3.20 m
- Largo : 3.20 m
- Área : 10.24 m<sup>2</sup>
- N° de surcos : 03

**b. Bloques**

- N° de Bloques : 3
- Largo del bloque : 28.8 m
- Ancho del bloque : 3.20 m
- Área del bloque : 92.16 m<sup>2</sup>

**c. Campo experimental**

- Largo : 28.8 m
- Ancho : 11.6 m
- Área total del experimento : 334.08 m<sup>2</sup>



**Figura 2.3.** Croquis del campo experimental y distribución de los tratamientos

**2.9.2. Instalación y conducción del experimento**

**a. Preparación del terreno**

La preparación del terreno se ejecutó con tractor agrícola empleando el arado de discos y la rastra a una profundidad de 30 cm.

**b. Demarcación y estacado del campo experimental**

Se demarcó los bloques y parcelas dentro de terreno experimental con cal y estacas, luego de hacer las mediciones con una wincha y cordel, según el croquis experimental.

**c. Trazado de Surcos y surcado**

Luego de fijar los puntos con la distancia de los surcos, se procedió a realizar el surcado con el tractor agrícola. La distancia entre surcos fue de 0.80 m entre surcos.



**d. Abonamiento**

La aplicación de una mezcla de NPK y estiércol de ovino se realizó antes del trasplante por golpes en el fondo del surco. Las dosis por hectárea aplicadas de  $P_2O_5$  y  $K_2O$  fueron de 40 y 20  $kg\cdot ha^{-1}$ , respectivamente.

**e. Trasplante**

La siembra se llevó a cabo en el mes de noviembre de 2019. Se colocaron los plantines de col en hoyos previamente abiertos luego se presionó ligeramente el suelo para fijar bien el plantín. La distancia entre hoyos fue de 0.40 m y en una sola línea.

**f. Recalce**

Se llevó a cabo a los cuatro días del trasplante en los hoyos donde se perdieron plantines de col.

**g. Control de malezas**

Se ejecutó en forma manual utilizando azadones con el fin de evitar la competencia de las malezas con el cultivo.

**h. Aporque**

Al aporque se realizó a los 35 días después de la siembra cuando la planta alcanzó una altura de 15 cm.

**i. Control de plagas**

Se efectuó durante el experimento, especialmente para controlar el ataque de pulgones, y larvas de polilla de la col.

**j. Cosecha**

La cosecha de las plantas de cada una de los tratamientos se realizó utilizando un cuchillo para cortar a la altura del cuello de las plantas de col que formaron un repollo comercial y toman una consistencia dura a la presión con los dedos. La cosecha fue selectiva según la maduración comercial de la col.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. CARACTERES DE RENDIMIENTO

##### 3.1.1. Longitud de repollo

El análisis de variancia para la longitud de repollo de col de la tabla 3.1, muestra que no existe diferencia significativa en las fuentes de variación bloque, existe diferencia significativa en las fuentes de variación tratamiento, efecto principal de estiércol de ovino y efecto principal lineal para el nitrógeno, no se encontró significación para los efectos de interacción estiércol x nitrógeno. El coeficiente de variación fue 5.86 %. Se estudiarán las diferencias entre tratamientos, efecto principal de estiércol de ovino y el efecto principal de regresión lineal de longitud de repollo sobre dosis de nitrógeno.

**Tabla 3.1.** Análisis de variancia de longitud de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

F.V.	G.L.	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	8,136	4,068	2,25	0,1425
Tratamiento	7	58,66	8,381	4,63	0,0072
Estiércol de Ovino (E)	1	10,534	10,534	5,82	0,0302
Nitrógeno (N)	3	38,375	12,792	7,06	0,0040
Nitrógeno Lineal	1	33,602	33,602	18,56	0,0007
Nitrógeno Cuadrático	1	4,420	4,420	2,44	0,1405
Nitrógeno Cúbico	1	0,352	0,352	0,19	0,6660
Estiércol x Nitrógeno (E x N)	3	9,755	3,252	1,80	0,1942
Error	14	25,351	1,811		
Total	23	92,150			

CV (%) = 5.86; Promedio = 22.97

Los tratamientos de estiércol de ovino ( $t.ha^{-1}$ ) – nitrógeno ( $kg.ha^{-1}$ ), 10 – 150, 5 – 150, 10 – 100, 10 – 50 y 5 – 100, no se diferencian y se obtienen las mayores longitudes de repollo (24.20 a 23.4 cm) y los tratamientos de menores longitudes fueron 10 – 0, 5 – 50 y 5 – 0 (22.60 a 19.20 cm).

Se puede afirmar que la adición de estiércol de ovino de 10 y 5  $t.ha^{-1}$ , juntamente con las dosis de nitrógeno de 50 a 150  $kg.ha^{-1}$  favorece el crecimiento en longitud del repollo, en comparación con los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno.

**Tabla 3.2.** Prueba de Tukey de longitud de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Estiércol ovino $t.ha^{-1}$	Nitrógeno $kg.ha^{-1}$	Longitud cm	n	Tukey	
10	150	24,20	3	a	
5	150	24,17	3	a	
10	100	24,07	3	a	
10	50	23,67	3	a	
5	100	23,47	3	a	
10	0	22,60	3	a	b
5	50	22,40	3	a	b
5	0	19,20	3		b

DSM = 3.88

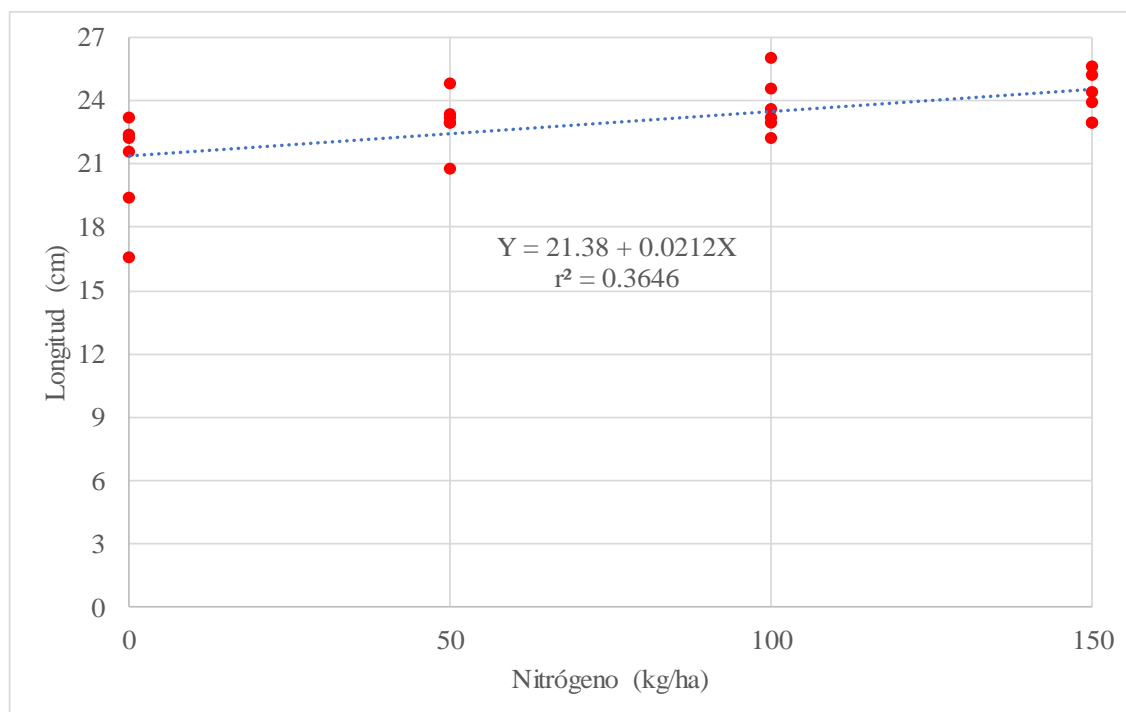
El efecto principal significativo del estiércol de ovino se puede apreciar en la tabla 3.3, siendo el mejor promedio para el nivel de 10  $t.ha^{-1}$  con promedio de 23.63 cm y en segundo lugar para 5  $t.ha^{-1}$  con 22.31 cm.

**Tabla 3.3.** Prueba de Tukey de la longitud de repollo (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Estiércol ovino $t.ha^{-1}$	Longitud cm	n	Tukey
10	23,63	12	a
5	22,31	12	b

DSM = 1.18

La prueba de Tukey demuestra que la mayor dosis de estiércol de ovino que según el análisis reportado, contiene mayor cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, lo que generó mayor crecimiento longitudinal del repollo de col.



**Figura 3.1.** Regresión de longitud de repollo sobre niveles de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en col (*Brassica oleracea* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Se tiene un efecto principal lineal significativo para el nitrógeno (figura 3.1), la ecuación  $Y = 21.38 + 0.0212X$ , indica que por la adición de  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de nitrógeno se produce un incremento de 2.12 cm en la longitud de repollo, también si no se aplica nitrógeno, la longitud de repollo es de 21.38 cm.

Los resultados encontrados concuerdan con Cueva (2015) que señala que existe un efecto significativo de los abonos orgánicos en longitud de planta (26.38 cm), circunferencia de cabeza (54.79), también Armas (2013) encontró mayores respuestas en altura de planta (21.98 cm) con aplicación de  $8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  o  $80 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de compost. Vélez (2008) por su parte aplicando 1 kg por planta de compost ( $28.5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) alcanzó la mayor longitud en repollo.

### 3.1.2. Diámetro de repollo

El análisis de variancia para el diámetro de repollo de col de la tabla 3.4, muestra que existe diferencia significativa en las fuentes de variación bloque, existe diferencia altamente significativa en las fuentes de variación tratamiento, efecto principal de estiércol de ovino y efecto principal lineal para el nitrógeno, no se encontró significación para los efectos de interacción estiércol x nitrógeno. El coeficiente de variación fue de 4.25 %. Se estudiarán las diferencias entre tratamientos, efecto principal de estiércol de ovino y el efecto principal de regresión lineal de longitud de repollo sobre niveles de nitrógeno.

**Tabla 3.4.** Análisis de variancia de diámetro de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	6,043	3,022	4,16	0,0382
Tratamiento	7	66,64	9,520	13,11	0,0000
Estiércol de Ovino (E)	1	18,727	18,727	25,78	0,0002
Nitrógeno (N)	3	46,240	15,413	21,22	<0,0001
Nitrógeno Lineal	1	46,128	46,128	63,50	<0,0001
Nitrógeno Cuadrático	1	0,027	0,027	0,04	0,8508
Nitrógeno Cúbico	1	0,085	0,085	0,12	0,7369
Estiércol x Nitrógeno (E x N)	3	1,673	0,558	0,77	0,5309
Error	14	10,170	0,726		
Total	23	82,853			

CV (%) = 4.25; Promedio = 20.03

Los tratamientos de estiércol de ovino ( $t \cdot ha^{-1}$ ) – nitrógeno ( $kg \cdot ha^{-1}$ ), 10 – 150, 10 – 100 y 5 – 150, no se diferencian y se obtienen las mayores diámetros de repollo (22.53 a 21.13 cm) y los tratamientos de menores longitudes fueron 5 – 50 y 5 – 0 (18.80 a 16.93 cm).

Se puede afirmar que la adición de estiércol de ovino de 10 y 5  $t \cdot ha^{-1}$ , juntamente con las dosis de nitrógeno de 100 a 150  $kg \cdot ha^{-1}$  favorece el crecimiento del diámetro del repollo, en comparación con los tratamientos donde se aplicó menores dosis de nitrógeno. Se puede deducir que el nitrógeno tiene un efecto marcado sobre el

crecimiento del diámetro, basta comparar con los tratamientos, donde no se aplicó nitrógeno.

**Tabla 3.5.** Prueba de Tukey de diámetro de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Estiércol ovino t.ha <sup>-1</sup>	Nitrógeno kg.ha <sup>-1</sup>	Diámetro cm	n	Tukey		
10	150	22,53	3	a		
10	100	21,80	3	a	b	
5	150	21,13	3	a	b	c
10	50	19,93	3		b	c
5	100	19,73	3		b	c
10	0	19,40	3		b	c
5	50	18,80	3			c d
5	0	16,93	3			d

DSM = 2.46

El efecto principal significativo del estiércol de ovino sobre el diámetro de repollo se puede apreciar en la tabla 3.6, siendo el mejor promedio para el nivel de 10 t.ha<sup>-1</sup> con promedio de 20.92 cm y en segundo lugar para 5 t.ha<sup>-1</sup> con 19.15 cm.

**Tabla 3.6.** Prueba de Tukey de diámetro de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Estiércol ovino t.ha <sup>-1</sup>	Diámetro cm	n	Tukey
10	20,92	12	a
5	19,15	12	b

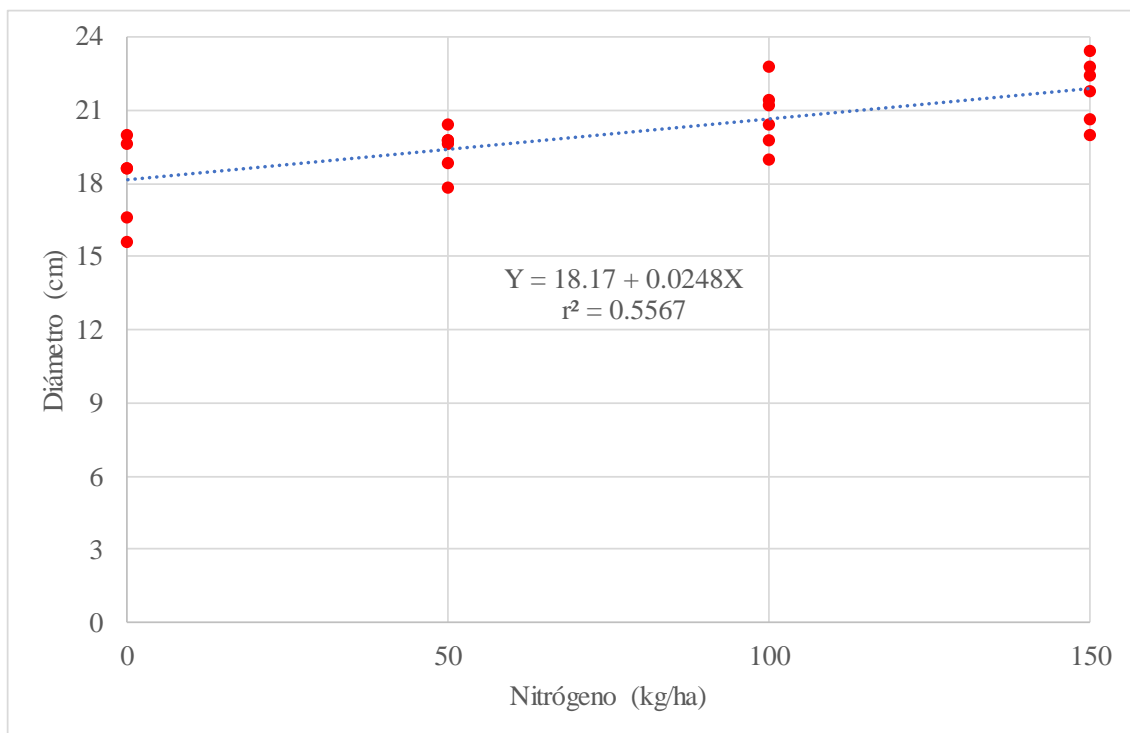
DSM = 0.75

La prueba de Tukey demuestra que la mayor dosis de estiércol de ovino que contiene mayor cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, según el análisis reportado, generó mayor crecimiento del diámetro del repollo de col.

Al respecto, los resultados concuerdan con Vélez (2008) al aplicar 28.5 t.ha<sup>-1</sup> alcanzo la mayor longitud de cabeza (60.78 cm) en col Quintal. En ese mismo sentido, utilizando

compost (11.3 t.ha<sup>-1</sup> con ME y 15.7 t.ha<sup>-1</sup> sin ME) en cuatro variedades, obtuvo el mayor diámetro en la variedad Brunswick con 22.74 cm. También, Rea (2012) encontró la mayor altura de planta con 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus y el mayor diámetro de pella. Por su parte, Cueva (2015) también refuerza los resultados, afirma que existe un efecto significativo de los abonos orgánicos en la circunferencia de cabeza de lechuga (54.79 cm).

Se tuvo un efecto principal lineal significativo para el nitrógeno (figura 3.2), la ecuación  $Y = 18.17 + 0.024X$ , indica que por la adición de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno se produce un incremento de 2.4 cm en la longitud de repollo, también si no se aplica nitrógeno, la longitud de repollo es de 18.17 cm.



**Figura 3.2.** Regresión de diámetro de repollo sobre dosis de nitrógeno (kg.ha<sup>-1</sup>) en col (*Brassica oleracea* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

La respuesta encontrada en el diámetro de repollo de col con dosis de nitrógeno es respaldada por Portillo (2015) que logró mayor diámetro cuando se aplicaron nitrógeno combinado con fósforo. También Porras (2007) encontró mayor diámetro polar y diámetro ecuatorial en col al aplicar 150 kg.ha<sup>-1</sup> con una densidad de 28511 plantas.

### 3.1.3. Peso de repollo

El análisis de variancia para el diámetro de repollo de col de la tabla 3.7, muestra que existe diferencia significativa en las fuentes de variación bloque, existe diferencia altamente significativa en las fuentes de variación tratamiento, efecto principal de estiércol de ovino y efecto principal lineal para el nitrógeno; no se encontró significación para los efectos de interacción estiércol x nitrógeno. El coeficiente de variación fue de 13.61 %. Se estudiarán las diferencias entre tratamientos, efecto principal de estiércol de ovino y el efecto principal de regresión lineal de longitud de repollo sobre niveles de nitrógeno.

**Tabla 3.7.** Análisis de variancia de peso de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	2,226	1,113	13,87	0,0005
Tratamiento	7	2,97	0,424	5,31	0,0039
Estiércol de Ovino (E)	1	1,394	1,394	17,37	0,0009
Nitrógeno (N)	3	1,494	0,498	6,21	0,0067
Nitrógeno Lineal	1	1,390	1,390	17,32	0,0010
Nitrógeno Cuadrático	1	0,077	0,077	0,96	0,3430
Nitrógeno Cúbico	1	0,027	0,027	0,33	0,5736
Estiércol x Nitrógeno (E x N)	3	0,083	0,028	0,34	0,7938
Error	14	1,123	0,080		
Total	23	6,320			

CV (%) = 13.61; Promedio = 2.08

Los tratamientos de estiércol de ovino ( $t \cdot ha^{-1}$ ) – nitrógeno ( $kg \cdot ha^{-1}$ ), 10 – 150, 10 – 100, 10 – 50 y 5 – 150, no se diferencian y se obtienen las mayores pesos de repollo (2.808 a 2.143 kg) y los tratamientos de menores pesos de repollo fueron 10 – 0, 5 – 100, 5 – 50 y 5 – 0 (1.969 a 1.630 kg).

Se puede afirmar que la adición de estiércol de ovino de  $10 t \cdot ha^{-1}$ , juntamente con las dosis de nitrógeno de 50 a  $150 kg \cdot ha^{-1}$  favorece el aumento del peso de repollo, en comparación con los tratamientos donde se aplicó menores dosis de nitrógeno y



estiércol de ovino. Se puede deducir que el nitrógeno tiene un efecto marcado sobre el peso de repollo de col, comparado con los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno.

**Tabla 3.8.** Prueba de Tukey de peso de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

<b>Estiércol ovino</b> <b>t.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Nitrógeno</b> <b>kg.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Peso</b> <b>kg</b>	<b>n</b>	<b>Tukey</b>	
10	150	2,808	3	a	
10	100	2,325	3	a	b
10	50	2,185	3	a	b
5	150	2,143	3	a	b
10	0	1,969	3		b
5	100	1,849	3		b
5	50	1,737	3		b
5	0	1,630	3		b

DSM = 0.82

El efecto principal significativo del estiércol de ovino sobre el peso de repollo se puede apreciar en la tabla 3.9, siendo el mejor promedio para el nivel de 10 t.ha<sup>-1</sup> con promedio de 2.32. kg y en segundo lugar para 5 t.ha<sup>-1</sup> con 1.84 cm.

**Tabla 3.9.** Prueba de Tukey de peso de repollo de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

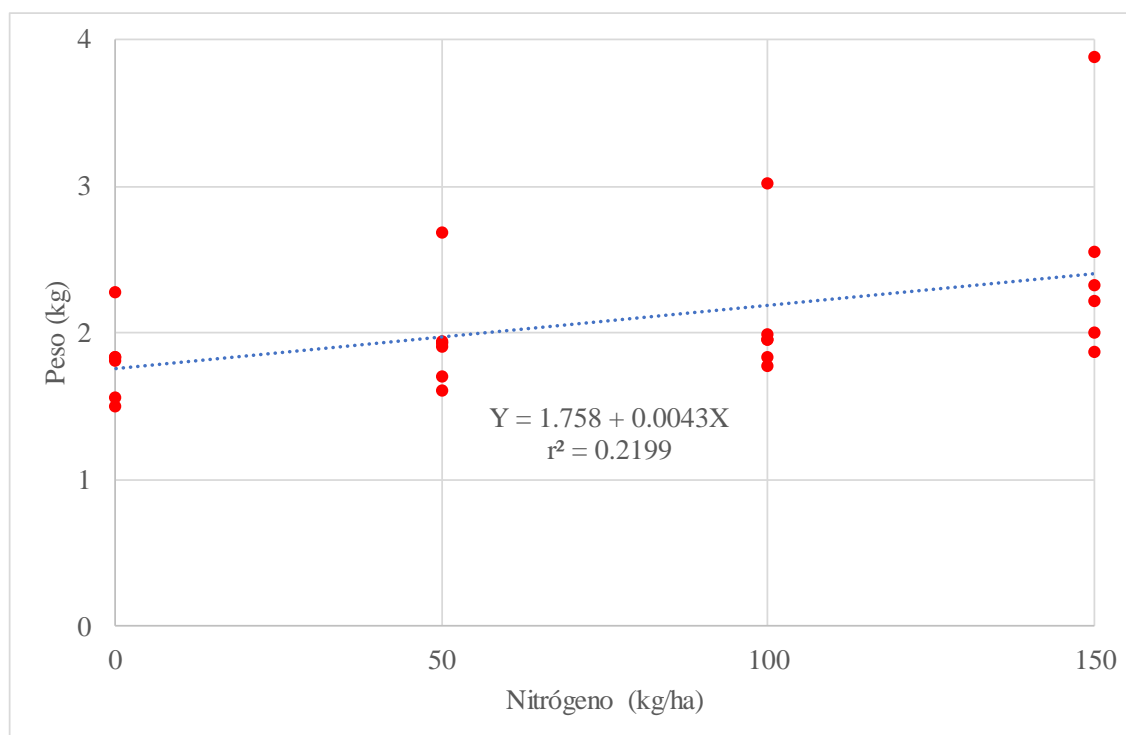
<b>Estiércol ovino</b> <b>t.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Peso</b> <b>kg</b>	<b>n</b>	<b>Tukey</b>	
10	2,32	12	a	
5	1,84	12		b

DSM = 0.25

La prueba de Tukey demuestra que la mayor dosis de estiércol de ovino que contiene mayor cantidad de nutrientes según el análisis reportado, principalmente nitrógeno, lo que generó el incremento de peso de repollo de col.

Al respecto de estos resultados con el estiércol de ovino, Rea (2012) encontró mayor peso de repollo con 16 t/ha de humus de lombriz con 5.10 kg por planta.

Se tiene un efecto principal lineal significativo para el nitrógeno (figura 3.3), la ecuación  $Y = 1.758 + 0.0043X$ , indica que por la adición de  $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de nitrógeno se produce un incremento de  $0.43 \text{ kg}$  en el peso de repollo, también si no se aplica nitrógeno, el peso de repollo es de  $1.758 \text{ kg}$ .



**Figura 3.3.** Regresión de peso de repollo sobre dosis de nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) en col (*Brassica oleracea* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

Concuerdan con la respuesta del peso de col a la aplicación de nitrógeno, Portillo (2015) quien encontró que el nitrógeno combinado con el fósforo producen mayor peso unitario de cabezas de repollo, siendo la mejor alternativa  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N y  $250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de P. Porras (2007) también encontró el mayor peso fresco de col con  $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N y densidad de 22,222 plantas. Sin embargo, Añes y Tavira (1985) no encontraron respuesta a las aplicaciones de N hasta la cantidad de  $225 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

#### 3.1.4. Rendimiento de repollos

El análisis de variancia para el diámetro de repollo de col de la tabla 3.10., muestra que existe diferencia altamente significativa en las fuentes de variación bloque, existe diferencia altamente significativa en las fuentes de variación tratamiento, efecto principal de estiércol de ovino y efecto principal lineal para el nitrógeno, no se encontró

significación para los efectos de interacción estiércol x nitrógeno. El coeficiente de variación fue de 9.26 %. Se estudiarán las diferencias entre tratamientos, efecto principal de estiércol de ovino y el efecto principal de regresión lineal de longitud de repollo sobre niveles de nitrógeno.

**Tabla 3.10.** Análisis de variancia de rendimiento de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	911105012	455552506	19,56	0,0001
Tratamiento	7	1063279713	151897102	6,52	0,0015
Estiércol de Ovino (E)	1	182425176	182425176	7,83	0,0142
Nitrógeno (N)	3	842274574	280758191	12,05	0,0004
Nitrógeno Lineal	1	820241856	820241856	35,21	<0,0001
Nitrógeno Cuadrático	1	9385003	9385003	0,40	0,5358
Nitrógeno Cúbico	1	12647715	12647715	0,54	0,4734
Estiércol x Nitrógeno (E x N)	3	38579964	12859988	0,55	0,6551
Error	14	326129570	23294969		
Total	23	2300514295			

CV (%) = 9.26; Promedio = 52113.17

Los tratamientos de estiércol de ovino ( $t \cdot ha^{-1}$ ) – nitrógeno ( $kg \cdot ha^{-1}$ ), 10 – 150, 5 – 150, 10 – 100, 5 – 100, 10 - 50 y 5 – 50, no se diferencian y se obtienen los mayores rendimientos de repollo ( $63,277$  a  $49,465$   $kg \cdot ha^{-1}$ ) y los tratamientos de menores longitudes fueron 10 - 0 y 5 – 0 ( $47,688$  a  $38,952$   $kg \cdot ha^{-1}$ ).

Se puede afirmar que la adición de estiércol de ovino de 10 y 5  $t \cdot ha^{-1}$ , juntamente con las dosis de nitrógeno de 50 a 150  $kg \cdot ha^{-1}$  es favorable para incrementar el rendimiento de repollos, en comparación con los tratamientos donde se aplicó fertilizante nitrogenado. Se puede deducir que el nitrógeno tiene un efecto marcado sobre el rendimiento de repollos, basta comparar con los testigos, donde no se aplicó nitrógeno.

**Tabla 3.11.** Prueba de Tukey de rendimiento de repollos de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino y nitrógeno. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

<b>Estiércol ovino</b> <b>t.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Nitrógeno</b> <b>kg.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimiento</b> <b>kg.ha<sup>-1</sup></b>	<b>n</b>	<b>Tukey</b>	
10	150	63277	3	a	
5	150	56035	3	a	b
10	100	55785	3	a	b
5	100	52973	3	a	b
10	50	52731	3	a	b c
5	50	49465	3	a	b c
10	0	47688	3		b c
5	0	38952	3		c

DSM = 13905.81

El efecto principal significativo del estiércol de ovino sobre el rendimiento de repollo se puede apreciar en la tabla 3.12, siendo el mejor promedio para el nivel de 10 t.ha<sup>-1</sup> con 54,870 kg.ha<sup>-1</sup> y en segundo lugar para 5 t.ha<sup>-1</sup> con 49,356 kg.ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 3.12.** Prueba de Tukey de rendimiento de repollos de col (*Brassica oleracea* L.) con dosis de estiércol de ovino. Canaán 2750 msnm, Ayacucho

<b>Estiércol</b> <b>t.ha<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimiento</b> <b>kg.ha<sup>-1</sup></b>	<b>n</b>	<b>Tukey</b>
10	54870	12	a
5	49356	12	b

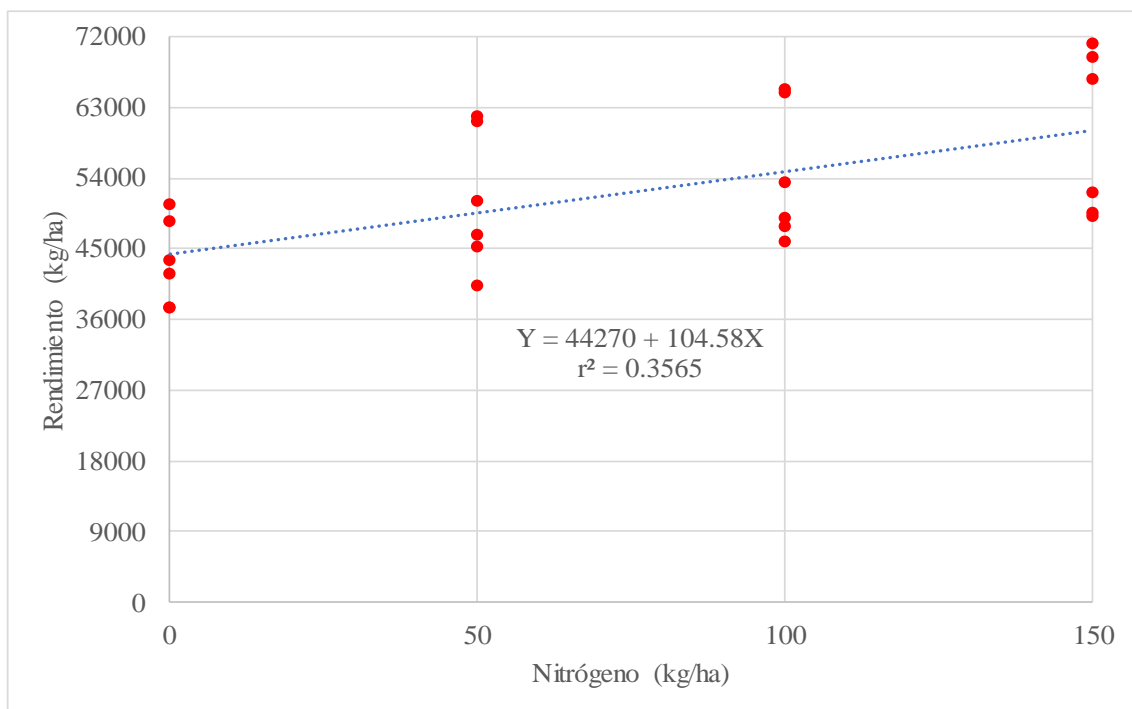
DSM = 4226.10

La prueba de Tukey demuestra que la mayor dosis de estiércol de ovino que según el análisis reportado, contiene mayor cantidad de nutrientes, principalmente nitrógeno, lo que genera mayor rendimiento de repollos de col.

Los rendimientos que se reportan como respuesta a la aplicación de estiércol de ovino (10 t/ha) son respaldados por Velez (2008) que logró el mayor rendimiento (58,095.23 kg.ha<sup>-1</sup>) cuando aplico 1 kg por planta de humus. Nina (2014) también logró los mayores rendimientos en col (81.858 y 76.858 t.ha<sup>-1</sup>) cuando aplico 11.3 t.ha<sup>-1</sup> de compost con ME y 15 t.ha<sup>-1</sup> de compost sin ME, respectivamente, en la variedad

Brunswick. Rea (2012) también halló el mayor rendimiento (84,996.60 kg.ha<sup>-1</sup>) con aplicación de 16 t.ha<sup>-1</sup> de humus de lombriz. Correa (2010) afirma que los abonos orgánicos tienen efecto positivo en la col, siendo los mejores 5 kg.m<sup>-2</sup> y 5 kg.m<sup>-2</sup> de estiércol de vacuno. Parra (2015) también reporta mayor rendimiento en la col Good Season (39 t.ha<sup>-1</sup>) por aplicación de abonos orgánicos, en este caso gallinaza sola y con aserrín. Armas (2013) también encontró el mayor rendimiento de col (25 t.ha<sup>-1</sup>) con aplicación de 8 kg de compost por m<sup>2</sup>. Cueva (2015) demostró la eficacia del guano de isla al lograr el mayor rendimiento de cabezas (6,508.92), aunque estos rendimientos son relativamente bajos.

Se tiene un efecto principal lineal significativo para el nitrógeno (figura 3.4), la ecuación  $Y = 44,270 + 104.58X$ , indica que por la adición de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno se produce un incremento de 10,458 kg.ha<sup>-1</sup> en el rendimiento de repollos de col, también si no se aplica nitrógeno, la longitud de repollo es de 44,270 kg.ha<sup>-1</sup>.



**Figura 3.4.** Regresión de rendimiento sobre dosis de nitrógeno (kg.ha<sup>-1</sup>) en col (*Brassica oleracea* L.). Canaán 2750 msnm, Ayacucho

La tendencia de la respuesta de rendimiento de col estimado en base a los resultados del presente trabajo, coinciden con Portillo (2015) que menciona que la mejor alternativa técnica para obtener mayor rendimiento de col es la combinación 120-250 kg.ha<sup>-1</sup> de N-

Rivera (2013) recomienda aplicar entre 150 a 200 libras de N por cuerda, y añade que la col absorbe la mayor cantidad de nutrimentos a la mitad de la etapa de crecimiento (formación y maduración de cabezas). López (2009) encontró los mejores resultados con 256.38 kg de N con un rendimiento de 29.28 t.ha<sup>-1</sup>. Porras (2007) encontró una tendencia para obtener el mayor rendimiento con 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N y 28,571 plantas por hectárea. Oliva (2019) en col Corazón de buey encontró los mayores rendimientos con 100 – 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N y P. Finalmente, Añez y Tavira (1985) encontraron efectos positivos del estiércol con las dosis de 20 a 40 m<sup>3</sup>/ha, añade que el cultivo de col responde al N, cuando no se aplica estiércol al suelo.

**Tabla 3.13.** ANAFUNVA de rendimiento de repollos de col (*Brassica oleracea* L.) Canaán, 2750 msnm

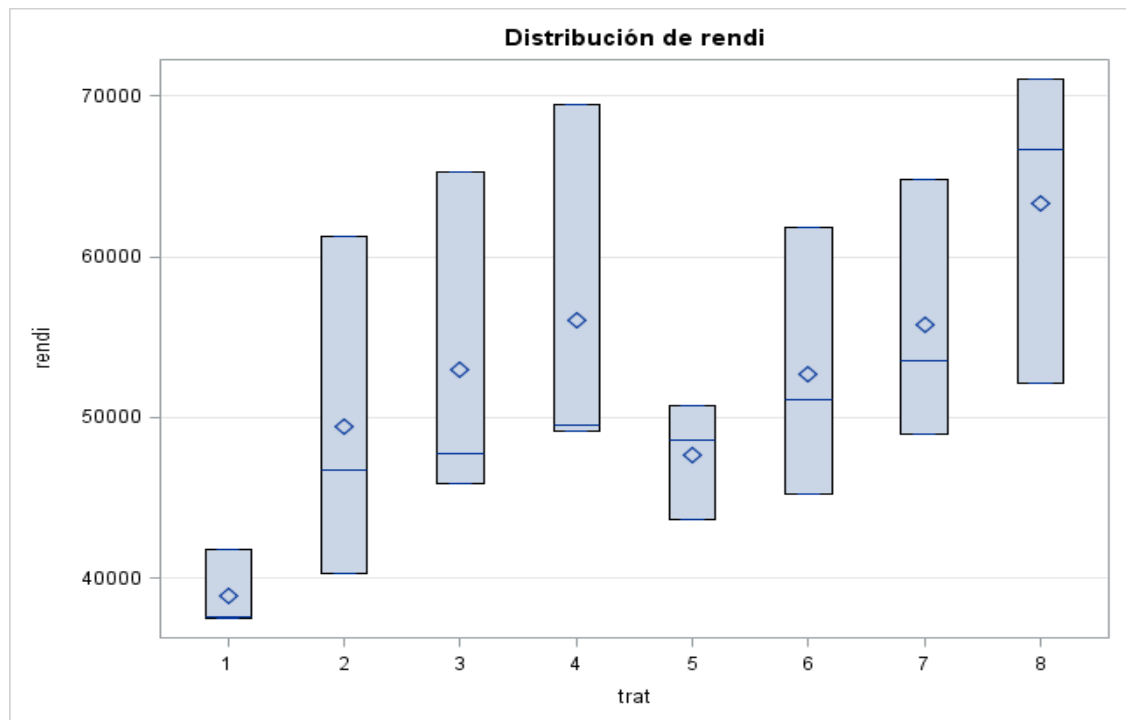
Contraste	G.L.	Contraste	C.M.	F-Valor	Pr>F
E1 vs E2	1	182425176.0	182425176.0	7.83	0.0142 *
R. lineal N/E1	1	449721979.3	449721979.3	19.31	0.0006 **
R. cuadr N/E1	1	41641776.3	41641776.3	1.79	0.2025
R. cubic N/E2	1	6456352.1	6456352.1	0.28	0.6068
R. lineal N/E2	1	372344717.1	372344717.1	15.98	0.0013 **
R. cuadr N/E2	1	4496976.3	4496976.3	0.19	0.6671
R. cubic N/E2	1	6192736.3	6192736.3	0.27	0.6142

Al realizar el ANAFUNVA del rendimiento de repollos de col, se aprecia que existe diferencia significativa entre 5 y 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol.

En la Regresión Lineal de las dosis de N en 5 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol existe alta significación estadística, lo cual nos indica que entre las dosis de N hay diferencia entre ellas.

También, en la regresión lineal de las dosis de N en 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol existe alta significación, lo cual también indica la diferencia entre ellas.

Tanto para 5 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol y 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol no hubo significación en la regresión cuadrática y cubica.



**Figura 3.5.** Rendimiento de repollos de col (*Brassica oleracea* L.) de dosis de N con 5 y 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol. Canaán, 2750 msnm

En la figura se observa que con 5 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol, como para 10 t.ha<sup>-1</sup> de estiércol; a medida que se aumenta la aplicación de la dosis de nitrógeno, aumenta el rendimiento de repollos de col. Los incrementos de repollo de col son espectaculares cuando se agrega 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N, y son de menor impacto cuando se agregan a mayores dosis.

La explicación a esta respuesta se debería a que el estiércol no cubre las necesidades de la col, y por lo tanto, como la col requieren de nitrógeno disponible en mayor cantidad para cumplir su metabolismo, que en este caso es cubierto por el aporte de N-mineral, esta respuesta es muy evidente y espectacular.

## CONCLUSIONES

En base a los resultados de la investigación y bajo las condiciones donde se ejecutó, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se halló respuesta lineal positiva a la aplicación de nitrógeno en el cultivo de col en las variables de longitud de repollo, diámetro de repollo, peso de repollo y rendimiento de repollo de col; con la dosis de  $150 \text{ kg.ha}^{-1}$  de fertilización nitrogenada se obtuvo 24.18 cm, 21.83 cm, 2.475 kg y  $59,956 \text{ kg.ha}^{-1}$ , respectivamente.
2. La dosis  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  de estiércol de ovino aplicado al cultivo de col reporta mayor longitud de repollo, diámetro de repollo, peso de repollo y rendimiento de repollo, en comparación con la aplicación de  $5 \text{ t.ha}^{-1}$  de estiércol de ovino, con valores de 23.63 cm, 20.92 cm, 2.32 kg y  $54,870 \text{ kg.ha}^{-1}$ , respectivamente.
3. Con  $5$  y  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  de estiércol, se aprecia que a medida que se incrementa la dosis de N, se incrementa el rendimiento de repollos de col y es más evidente cuando se aplica  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N.



## **RECOMENDACIONES**

1. Para alcanzar mayor y mejor rendimiento de repollos de col, en Canaán y lugares con condiciones edafoclimáticas similares, se recomienda abonar con  $10 \text{ t.ha}^{-1}$  de estiércol y  $100 \text{ a } 150 \text{ kg.ha}^{-1}$  de nitrógeno.
2. Realizar investigaciones con mayores niveles de estiércol de ovino y fertilización nitrogenada para determinar la cantidad optima a aplicar en el cultivo de col.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añez, B y E. Tavira. (1985).** Efectos de la fertilización química y orgánica en los rendimientos del repollo. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Armas, E. (2013).** Niveles de compost con dosis uniforme de fertilizante orgánico foliar y su efecto en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L.) en Yurimaguas. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía. Iquitos, Perú.
- Bazán, C. (1975).** Enfermedades de cultivos hortícolas y frutícolas. Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú.
- Canet, R. (2008).** Uso de la materia orgánica en agricultura. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Valencia, España.
- Casseres, E. (1980).** Producción de hortalizas. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Correa, J. (2010).** Efecto de tres tipos de abonos orgánicos en el cultivo de col repollo *Brassica oleracea* L. Rio Grande, e la zona de Iquitos. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
- Cueva, J. (2015).** Los abonos orgánicos y el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea* L.) Variedad Charleston Wakefield, en condiciones edafoclimáticas del Instituto de Investigación Olerícola Frutícola -2012. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú.
- FAO. (2007).** Secuestro de carbono en tierras áridas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Fassbender, H. (1978).** Química de suelos. Editorial IICA, San José, Costa Rica.
- Fersini, A. (1979).** Horticultura práctica. Editorial Diana. Barcelona, España.
- Francis, C. (1985).** Todo sobre repollo. Editorial Aedos. Madrid, España.
- HORTUS. (2020).** Col corazón de buey. Disponible en:  
<https://www.hortus.com.pe/detalle-producto/fungicidas/col-corazon-de-buey>.  
Revisado: 2 setiembre 2020.  
[http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/3/Capitulo\\_2.pdf](http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/3/Capitulo_2.pdf)
- Israelsen, O. W. (1975).** Principios y aplicaciones de riego. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España.
- Labrador, J., A. Guiberteau, L. López y J. Reyes. (1993).** La Materia orgánica en los sistemas agrícolas. Manejo y utilización. Hojas divulgadoras. Núm. 3/93 HD.

Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Junta de Extremadura. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. España.

- López, F. (2009).** Efecto de la fertilización de nitrógeno y fósforo en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* Va.r. Botrytis) cultivar Menphis. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. Tacna, Perú.
- López, V. (1994).** Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México.
- Maroto, J. V. (1983).** Horticultura herbácea especial. Edición Mundi -Prensa, Madrid, España.
- Medina, D. (2005).** Manejo de estiércol de ovino mediante dos especies de lombriz, (*Eisenia foetida*) y una nativa. Tesis Lic. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, México.
- Messiaen, C. (1979).** Las Hortalizas, Técnicas Agrícolas y Producción Tropical. Editorial Blume. México.
- Nina, O. (2014).** Efecto del abonamiento con dos tipos de preparación de compost en el rendimiento de cuatro variedades de repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) en K' ayra- Cusco. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Antonio de Abad. Cusco, Perú.
- Noli, C. et al. (2015).** Influencia del estiércol en el establecimiento de pasturas. Disponible en: [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/593/1/Noli-influencia\\_estiercol.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/593/1/Noli-influencia_estiercol.pdf). Revisado: 20/10/2020.
- Oliva, M. (2019).** Características morfo-agronómicas en dos variedades de repollo (*Brassica oleracea* var. capitata L.) en función a la aplicación de dosis de fertilizantes. Revista de investigación en agroproducción sustentable 3(1): 46-54, 2019 ISSN: 2520-9760. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Perú.
- Parra, R. (2015).** Abonos orgánicos y su efecto sobre las características agronómicas y rendimiento de *Brassica oleraceae* L. “Col Repollo var. Good season”. San Juan Bautista - Loreto. 2015. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú.
- Porras, F. (2007).** Evaluación de dosis de fertilización nitrogenada y densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleraceae*, var capitata L.) Híbrido Izalco. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

- Portillo, H. (2015).** Efecto de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de repollo. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Rafael Saldivar. Zacapa, México.
- Rea, F. (2012).** Respuesta del cultivo de col (*Brassica olerácea*) a la aplicación de tres tipos de abonadura orgánica en la zona de Otavalo, provincia de Imbabura. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Babahoyo. Carchi, Ecuador.
- Reyes, J., R. Luna, M. Reyes, G. Suarez, C. Ulloa, M. Rivero, D. Cabrera, A. Alvarado y J. Gonzales. (2016).** Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo de la col (*Brassica oleracea* L.). Biotecnia. Volumen XVIII, Numero 3 (28-32). Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- Rivera, L. (2013).** Conjunto tecnológico para la producción de Repollo. Estación Experimental de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico. Puerto Rico.
- Sarli, A. (1974).** Tratado de horticultura. Edición Mundi - Prensa. Barcelona, España.
- Seymour, J. (1980).** El Horticultor autosuficiente. Editorial Blume. Barcelona, España.
- Tiscornia, J. R. (1989).** Manual de horticultura de hojas. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Tortosa, G. Alburquerque, J., Ait-Baddi, G. y J. Cegarra. (2012).** The production of comercial organic amendmets and fertilisers by composting of the two-phase olive mil waste (“alperujo”). Journal of cleaner production, 26, 48-55 DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.12.008.
- Valadez, A. (1994).** Producción hortalizas. 5ta reimpresión. Edit. Limusa S.A. México D.F 298 p.p.
- Van Hawtt. (1985).** Control preventivo y mecánico. México.
- Velez, Y. (2008).** Rendimiento del cultivo de col quintal (*Brássica oleracea*), utilizando dos tipos de abonos orgánicos (humus y biol) en la Parroquia El Airo, del Cantón Espíndola. Tesis Ing. Administración y producción agropecuaria. Carrera de Administración y producción agropecuaria. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

# ANEXOS

**ANEXO 1.**  
**DATOS ORDENADOS DE COL**

<b>BLOQUE</b>	<b>ESTIERCOL</b>	<b>N</b>	<b>PESO</b>	<b>LONG</b>	<b>DIAM</b>	<b>RDTO</b>
1	5	0	1.498	19.4	15.6	37508
1	5	50	1.699	23.4	17.8	40330
1	5	100	1.768	24.6	19.8	45875
1	5	150	1.998	23	20	49152
1	10	0	1.805	23.2	18.6	43667
1	10	50	1.946	24.8	19.6	45219
1	10	100	1.959	26	21.4	48999
1	10	150	2.218	25.2	21.8	52158
2	5	0	1.559	21.6	18.6	41759
2	5	50	1.612	23	19.8	46768
2	5	100	1.83	23.6	20.4	47785
2	5	150	1.874	23.9	20.6	49509
2	10	0	1.831	22.2	19.6	48616
2	10	50	1.93	23.2	19.8	51123
2	10	100	1.995	23	21.2	53536
2	10	150	2.326	23	23.4	66629
3	5	0	1.834	16.6	16.6	37589
3	5	50	1.9	20.8	18.8	61298
3	5	100	1.95	22.2	19	65258
3	5	150	2.556	25.6	22.8	69443
3	10	0	2.272	22.4	20	50780
3	10	50	2.68	23	20.4	61850
3	10	100	3.02	23.2	22.8	64821
3	10	150	3.88	24.4	22.4	71044

**ANEXO 2**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 1.** Surcado del terreno



**Foto 2.** Trasplante de plantones



**Foto 3.** Control de malezas



**Foto 4.** Cosecha de la col





**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

### **“Abonamiento nitrogenado y estiércol de ovino en el rendimiento de col (Brassica oleracea L.) Canaan, 2750 msnm - Ayacucho”**

Autor : Juan Pastor Escobar Ochoa

Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 20 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 31 de agosto de 2021

---

**Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO**  
**Presidente de comisión**

# Abonamiento nitrogenado y estiércol de ovino en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L.). Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

*por* Juan Pastor Escobar Ochoa

---

**Fecha de entrega:** 31-ago-2021 12:45p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1638962309

**Nombre del archivo:** TESIS\_JUAN\_PASTOR\_ESCOBAR\_OCHOA.docx (1.12M)

**Total de palabras:** 14054

**Total de caracteres:** 70835

# Abonamiento nitrogenado y estiércol de ovino en el rendimiento de col (*Brassica oleracea* L.). Canaán, 2750 msnm – Ayacucho

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
2	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://dspace.utb.edu.ec">dspace.utb.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://www.yumpu.com">www.yumpu.com</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%

9	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %
12	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
13	dokumen.site Fuente de Internet	<1 %
14	hortus.com.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	<1 %
16	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
20	www.agronorte.com.py Fuente de Internet	

<1 %

---

21

moam.info

Fuente de Internet

<1 %

---

22

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

---

23

dspace.udla.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo