

**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZÁN” HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

---

**FUENTES DE ABONAMIENTO Y SU EFECTO EN EL CARBONO  
ORGÁNICO DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE COL MORADA  
( *Brassica oleracea var. capitata*) EN EL CIFO - UNHEVAL**

---

---

**TESIS PÁRA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**TESISTA:**

**BACH. SAN ROQUE MAGUIÑA, Melissa Madeleine**

**ASESOR: M.Sc BRICEÑO YEN, Henry**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mis dos princesas que tengo en mi vida Melanie Amira y Mía Arely son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo de mis ganas de buscar lo mejor para ellas, aun a sus cortas edades me han enseñado y me siguen enseñando muchas cosas de la vida, son mi motivación más grande para concluir este proyecto de tesis.

A mi esposo Ángel Quispe Huallpa por su apoyo y paciencia en el transitar de este camino académico.

A mis queridos padres Daniel San Roque Capcha y violeta Maguiña Alvarado ellos siempre brindándome sus consejos.

Y a mis hermanos por sus alentadoras palabras de motivación y gracias a todos por hacer que este sueño se haga realidad.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todopoderoso porque a Él le debemos todo lo que tenemos y lo que somos, es El quien nos llena de sabiduría y entendimiento, gracias a El que nos llena de bondad y misericordia cada día, haberme permitido llegar hasta este punto y darme salud para lograr mis objetivos, además de brindarme su infinita bondad y amor.

A mi asesor M.Sc. Henry Briceño Yen, por su paciencia, apoyo y dedicarme de su valioso tiempo en transmitirme sus conocimientos durante la elaboración y ejecución del presente trabajo de investigación.

Agradecer a cada uno de los docentes de la Escuela Académico Profesional de Agronomía por impartirnos sus conocimientos, sus orientaciones, su modo de trabajar, su persistencia, su paciencia y motivación que han sido fundamentales para mi formación profesional.

## FUENTES DE ABONAMIENTO Y SU EFECTO EN EL CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO Y EL RENDIMIENTO DE COL MORADA- EN EL CIFO UNHEVAL

### RESUMEN

Las fuentes orgánicas mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la calidad de las cosechas. El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las fuentes de abonamiento y en el carbono orgánico del suelo y en el rendimiento de la col morada. Se instaló el experimento en las parcelas experimentales del CIFO – UNHEVAL, bajo un DBCA con 4 repeticiones y 3 tratamientos (T1: Convencional NPK, T2: Kimelgran y T3: Biot). Los parámetros registrados son: carbono orgánico del suelo y los componentes de rendimiento: circunferencia y peso de pella. Los resultados demuestran que las fuentes de abonamiento Biot (T3) y Kimelgran (T2) reportaron un mayor incremento del carbono orgánico en el suelo con 0.35 y 0.41% respectivamente y expresado en kilogramos por hectárea de 13,120 y 11,200 kg/ha; y el menor incremento por Convencional NPK (T1) de 0.07% y 2,240 kg/ha. En los componentes de rendimiento: circunferencia polar de pella, los tratamientos Biot (T3) y convencional NPK (T1) destacan con 53.17 y 49.33 cm respectivamente, en cambio en la circunferencia ecuatorial y peso de pella los tratamientos en estudio mostraron un mismo efecto. El Biot (T3) mostró semejanza en los promedios con Convencional NPK (T1) y Kimelgran (T2) a pesar de aportar menor cantidades de carbono orgánico.

**Palabras clave:** Abonamiento, carbono orgánico, rendimiento, pella

## **SOURCES OF COMPOSTING AND ITS EFFECT ON THE ORGANIC CARBON OF SOIL IN PURPLE CABBAGE YIELD – CIFO UNHEVAL**

### **ABSTRACT**

Organic sources improves the physical, chemical, and biological properties of the soil, as well as the quality of the crops. The research work aimed to evaluate the effect of sources of composting and its effect on the organic carbon of soil and purple cabbage yield. The experiment was installed in the experimental plots of the CIFO - UNHEVAL, under a DBCA 3 treatments with 4 replications (T3: Biot, T2: Kimelgran and T1: conventional NPK). The recorded parameters are organic carbon of the soil and the yield components: size, girth and weight of pella. The results show that Biot (T3) and Kimelgran (T2) composting sources reported a further increase of the organic carbon in the soil with 0.35 and 0.41% respectively and expressed in kilograms per hectare of 13,120 and 11,200 kg / ha; and the lower increase by Biot (T3) of 0.07% and 2,240 kg / has. In the components of performance: size of pella, the treatments Biot (T3) and Convencional NPK (T1) stand out with 53.17 and 49.33 cm respectively, instead in circumference and weight of pella in Studio treatments showed a same effect. Biot (T3) showed similarity in the averages with conventional NPK (T1) and Kimelgran (T2) despite providing lesser amounts of organic carbon.

**Key words:** composting, organic carbon, yield, pella

## INDICE DE TABLAS

<b>Cuadro 1.</b> Operacionalización de variables.....	37
<b>Cuadro 2.</b> Factor y tratamientos de estudio.....	40
<b>Cuadro 3.</b> Esquema de análisis de varianza para el diseño DBCA.....	41
<b>Cuadro 4.</b> Área total del campo experimental.....	43
<b>Cuadro 5.</b> Características de las parcelas experimentales.....	44
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza para diámetro polar.....	53
<b>Cuadro 7.</b> Prueba de Tukey para circunferencia polar.....	53
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza para circunferencia ecuatorial.....	55
<b>Cuadro 9.</b> Promedio de circunferencia ecuatorial.....	55
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza para peso de pella por planta.....	57
<b>Cuadro 11.</b> Promedio de peso de pella por planta.....	57
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza para peso de pella por ANE.....	59
<b>Cuadro 13.</b> Promedio de peso de pella por área neta experimental.....	59
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de varianza para rendimiento por hectárea.....	61
<b>Cuadro 15.</b> Promedio para rendimiento por hectárea.....	61
<b>Cuadro 16.</b> Características físicas, % M.O y % C orgánico del suelo antes de la aplicación de fuentes orgánicas.....	63
<b>Cuadro 17.</b> Variación del porcentaje de C orgánico del suelo.....	63
<b>Cuadro 18.</b> Variación de kilogramos por ha de C orgánico del suelo.....	63

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> de circunferencia polar de pella.....	45
<b>Figura 2.</b> de circunferencia ecuatorial de pella. ....	47
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de incremento de Carbono en el suelo .....	49
<b>Figura 4.</b> de peso de pella por ANE.....	51
<b>Figura 5.</b> del rendimiento por hectárea. ....	53
<b>Figura 6.</b> Porcentaje de incremento de Carbono en el suelo.....	53
<b>Figura 7.</b> Incremento de Carbono del suelo en kilogramos por ha. ....	55

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
INDICE DE TABLAS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEORICO.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1. FUNDAMENTACION TEORICA.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Col morada.....	3
2.1.2. Características botánicas.....	5
2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.1.4. Manejo agronómico.....	11
2.1.5. Valor nutritivo de la col.....	19
2.1.6. Carbono orgánico del suelo.....	19
2.1.7. Fuentes de abonamientos.....	22
<b>2.2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3. HIPOTESIS.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4. VARIABLES.....</b>	<b>28</b>
2.4.1. Operacionalización de variables.....	28
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1. Lugar de ejecución.....</b>	<b>29</b>
3.1.1. Condiciones agroecológicas.....	29
<b>3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....</b>	<b>30</b>

3.2.1. Tipo de investigación.....	30
3.2.2. Nivel de investigación.....	30
3.3. POBLACION, MUESTRA Y UNIDAD DE ANALISIS.....	30
3.3.1. Población.....	30
3.3.2. Muestra.....	30
3.3.3. Unidad de análisis.....	31
3.4. TRATAMIENTO EN ESTUDIO.....	31
3.5. PRUEBA DE HIPOTESIS.....	31
3.5.1. Diseño de la investigación.....	31
3.5.2. Características del campo experimental.....	33
3.5.3. Datos registrados.....	36
3.5.4. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	37
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.....	39
3.7. CONDUCCION DE LA INVESTIGACION.....	40
3.7.1. Adquisición de plantines.....	40
3.7.2. Preparación del terreno.....	40
3.7.3. Trasplante.....	40
3.7.4. Riego.....	40
3.7.5. Deshierbo.....	41
3.7.6. Recalce.....	41
3.7.7. Abonamiento.....	41
3.7.8. Aporque.....	41
3.7.9. Control fitosanitario.....	41
3.7.10. Cosecha.....	42
IV. RESULTADOS.....	43

<b>4.1. RENDIMIENTO.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.1. Circunferencia polar.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.2. Circunferencia ecuatorial.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.3. Peso de pella por planta.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1.4. Peso de pella por área neta experimental.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.5. Rendimiento por hectárea.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. CARBONO ORGANICO.....</b>	<b>53</b>
<b>V. DISCUSION.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.1. Circunferencia polar.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.2. Circunferencia ecuatorial.....</b>	<b>56</b>
<b>5.1.3. Peso de pella por planta.....</b>	<b>57</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>61</b>
<b>IX. ENEXOS.....</b>	<b>66</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La col morada (*Brassica oleracea*) var. capitata, es un tipo de col muy apreciado principalmente por el contenido de antocianina, el mismo que traslada sus beneficios a la salud humana debida a sus propiedades nutraceuticas,

Actualmente existe una demanda por el consumo de este tipo de productos, tanto a nivel nacional como local, de allí que se ha visto la necesidad de impulsar su cultivo pero previamente efectuar la evaluación correspondiente en lo que respecta al aporte nutricional ya sea mediante fuentes orgánicas o sintéticas, del mismo modo es necesario medir el efecto de estos procedimientos o aportes en lo que respecta a la fijación de carbono en el suelo. No se han reportado evaluaciones del comportamiento de la col morada y el efecto de diversas fuentes de abonamiento en el contenido de carbono del suelo.

La col morada presenta una demanda sostenida en el mercado local, y sus precios permiten obtener a los productores adecuados ingresos que le van a permitir dar mejores condiciones de vida a sus familias.

Asimismo es pertinente considerara que la brecha tecnológica a superar estará orientada a efectuar un adecuado manejo del recurso suelo, contribuyendo así a evitar su deterioro y por ende mejorar la capacidad tecnológica del productor

El impacto será positivo debido a que se orientara al uso adecuado de insumos y previa evaluación de los agentes bióticos que se puedan presentar en el desarrollo del cultivo. Los resultados se pondrán al alcance de los productores e interesados y servirán como referencia para posteriores investigaciones en esta hortaliza.

El presente trabajo de investigación permitió el logro de los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de las fuentes de abonamientos y el contenido del carbono orgánico del suelo en el rendimiento de la col morado CIFO – UNHEVAL.

### **Objetivos específicos:**

- Determinar el efecto de las fuentes de abonamiento en el contenido de carbono orgánico del suelo.
- Evaluar la influencia de la fuente en los componentes de rendimiento del cultivo.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Col morada

##### 2.1.1.1. Origen y distribución geográfica

**Ecured (2017)** menciona que la col morada (*Brassica oleracea*) var. *capitata*. Col lombarda o morado es originaria de Mediterránea. La historia señala que fue cultivada por los egipcios 2500 años antes de Cristo y posteriormente por los griegos. Los antiguos romanos la utilizaron como alimento, pero también como medicina para curar a los soldados. En la Edad Media esta hortaliza fue considerada como "el médico de los pobres" por su contenido en vitaminas, sales minerales y azufre. Durante el siglo XVI su cultivo se extendió a Francia e Inglaterra. En el siglo XVII se generalizó por toda Europa y a finales del siglo XVIII comenzaron a cultivarse en España. Durante el siglo XIX, las potencias coloniales europeas son las que extienden su consumo por todo el mundo.

**Bustamante (2007)** indica que las plantaciones de Brassicas en Europa se remontan a la cultura 600 años a.C. La (*Brassica oleácea*) var. *Capitata f. rubra* col morada, es una planta del genero *Brassica* nativa de la costa del sur y del oeste de Europa.

**Gordon y Barden (1992)** sostienen que las primeras formas de Repollo se originaron aparentemente en Europa y parte de Asia, siendo usada como comestible desde las épocas prehistóricas. El Repollo silvestre de la antigüedad, presumiblemente era del tipo acéfala, pero los tipos "cabeza dura" ya eran descritos en escrituras del siglo XII. A través de la investigación, la selección y el cruce de han producido muchos tipos diferentes.

**Babilonia y Reátegui (1994)** sostiene que el repollo es una hortaliza originaria de Asia menor, su cultivo se encuentra difundido por todo el mundo en nuestro país se cultiva muchas variedades y en la amazonia se están ensayando muchas de ellas.

**Wikipedia (2019)** manifiesta que la col es originaria de las zonas litorales atlánticas y mediterráneas de Europa. Es una planta conocida desde hace mucho tiempo. La col se origina de la planta salvaje *Brassica oleracea* L., procedente de la región mediterránea y, desde tiempos remotos se ha cultivado en Italia, Malta y Egipto.

**Chávez, (2007)** sostiene que la *Brassica oleraceae* L. son plantas nativas de Asia Occidental y Europa. La antigüedad de su cultivo es cercana a los 2,000 a 2,500 años a.c.; la cual puede reconocerse por el número de razas que existen y por las modificaciones profundas que se han sumado a los caracteres de la planta nativa; es decir, que la gran diversidad del género *Brassica* data de mucho antes del comienzo de nuestra era.

#### 2.1.1.2. Taxonomía

**Wikipedia (2019).** Señala que según su taxonomía se clasifica en:

Nombre común: Col morada o col lombarda

Nombre científico: *Brassica oleácea*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Brassicales

Familia: Brassicaceae

Género: *Brassica*

Especie: *Brassica oleracea*

Variedad: Capitata

Forma: Rubra

### 2.1.2. Características botánicas

**Chávez, (2007)** indica que la *Brassica oleracea var. Capitata f. Rubra* es una planta anual de la familia de las Crucíferas con tallo erguido consistente pero no leñoso. Tiene hojas de color rojo – violáceo, púrpura o morado. La parte aprovechable de la planta es una pella muy consistente hipertrofiada. La col lombarda es un repollo comestible de sabor ligeramente dulce y muy apreciado, que se caracteriza por el atractivo de su color morado, magenta o púrpura oscuro de sus hojas.

**Eco agricultor (2019)** señala que la col lombarda es una planta anual con tallo erguido consistente pero leñoso, con hojas de color rojo violáceo intenso y que posee un cogollo duro y compacto. Por otra parte, el repollo verde tiene las hojas de afuera verdes oscuras y las interiores van de verde pálido a verde claro.

#### **Raíz.**

**Ecohortum (2019)** señala al igual que las otras variedades botánicas de la especie, presenta un sistema radical profundo, pivotante pero superficial con el tiempo, que limita la capacidad exploratoria del suelo, haciendo a la planta muy sensible a falta de agua.

**Jaramillo y Díaz, (2005)** mencionan la raíz es llamada pivote que penetra considerablemente en el suelo y cuya finalidad primordial es servir de anclaje a la planta; de esta raíz pivotante se deriva un sistema secundario o fasciculado, para la obtención de agua y nutriente. El 80% de las raíces se encuentra entre los 5 y 30 cm de profundidad.

#### **Tallo**

**Eco agricultor (2019)** señala que el tallo es de consistencia leñosa, no presenta ramificaciones debido a que el crecimiento en longitud se detiene en estados iniciales del desarrollo.

**Jaramillo y Díaz, (2005)** señalan que son herbáceos erguidos, cortos, poco ramificados, generalmente; debido a que el crecimiento en longitud se detiene en un estado temprano.

## **Hojas**

**Eco agricultor (2019)** menciona que las primeras hojas se despliegan normalmente, son grandes, de unos 45 cm de largo por 35 cm de ancho y cortamente pecioladas. La lámina es gruesa, oblonga-aovada o casi circular y de borde ondulado. La superficie es lisa o arrugada, de color verde o violáceo (el carácter hojas moradas es dominante sobre el color verde). Después de un tiempo se producen hojas que se despliegan sólo parcialmente formando una especie de caparazón rodeando a las hojas más nuevas, las que no se expanden. Por la continua formación y crecimiento de las hojas jóvenes, se forma la cabeza compacta de hojas, que corresponde al órgano de consumo de esta variedad.

**Jaramillo y Díaz, (2005)** indican que las hojas son alternas, simples, sin estípulas, con frecuencia lobuladas de color verde o rojizas, de bordes ligeramente aserrados, forma más o menos oval.

## **Cabeza**

**Jaramillo y Díaz, (2005)** señalan la cabeza como consecuencia de la hipertrofia de la yema vegetativa germinal y de la disposición envolvente de las hojas superiores, se forma la cabeza compacta de hojas muy apretadas que constituye la parte comestible, allí la planta acumula reservas nutritivas y en caso de no ser colectadas, estas reservas se movilizarán para la alimentación de la planta, necesaria para la emisión del talamo floral.

**Cásseres, E. (1984)** menciona que las cabezas de col pueden ser achatadas redondas o puntiagudas. A medida que maduran es deseable que los niveles de humedad sean más estables, porque una sequía, seguida por

una lluvia, puede llevar al resquebrajamiento de las cabezas. El llamativo color violáceo de las hojas se debe a la antocianina, un pigmento muy saludable que además de ser antioxidante, ayuda a la proliferación de linfocitos un tipo de leucocitos con un importante papel en el sistema inmunitario. Además, es antiinflamatorio.

## **Semilla**

**Eco hortum (2019)** señalan que el repollo produce una semilla pequeña, con cerca 0.16 cm de diámetro; de forma globular, superficie lisa y de tonalidades cafés en su completa madurez.

### **2.1.2.1. Fenología**

**Cásseres, E. (1984)** señalan que la fase vegetativa es la más importante para los productores hortícolas, y describen las etapas fenológicas de la siguiente manera:

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

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

**Tercera etapa:** esta es llamada de preformación de cabeza, la planta continúa produciendo hojas de pecíolo alargados y láminas extendidas, finalizando cuando la planta tiene aproximadamente doce hojas. Las hojas ya originadas, no formarán parte de la cabeza y sólo algunas de las producidas

durante la última etapa se doblarán ligeramente para formar una capa protectora de la cabeza.

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

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

### **2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos:**

#### **Clima**

**Gordon y Barden (1992)** reporta que el repollo prefiere los climas templados – húmedos, resiste bien a temperaturas bajas, aunque pueden producir una floración prematura. La col es una especie considerada rústica, sin embargo prefiere climas templados y húmedos resiste bien a las heladas y es muy sensible al calor excesivo y a las sequías.

**Van Haeff y Berlijn (1992)** señalan que la temperatura, la luz y la precipitación; son factores importantes, además, el viento puede ser un factor limitante, principalmente en la producción de hortalizas delicadas. Asimismo, indican que las hortalizas exigen diferentes temperaturas de acuerdo con su estado de desarrollo; respecto a la luz solar, las hortalizas tienen exigencias específicas con relación a la duración de la luz por día, y a su penetración o intensidad; una escasa penetración o intensidad deficiente de la luz resulta en un crecimiento raquíptico de la planta, o sea, los tallos crecen demasiado ligeros en comparación de las hojas, una excesiva penetración o intensidad de la luz puede producir quemaduras en la planta .

**Casseres (1984)** sostiene que el repollo es una hortaliza de clima fresco o templado, requiere bastante humedad, pero bajo ciertas condiciones se dan en climas que tienden a ser cálidas. Asimismo, indica que el promedio mensual óptimo de temperatura para esta Brassica es de 15°C a 18°C, con máximas medias de 23°C y mínimas promedios de 5°C para el mejor crecimiento y calidad.

**Babilonia y Reátegui (1994)** manifiesta que el clima preferido para la producción del repollo es el templado, la planta prospera mejor en la producción de cabeza a temperatura de 10 a 21 °C. El Repollo se cultiva por su yema terminal como en otras plantas cultivadas en que forman una estructura de almacenamiento.

**Chávez, F. 2007** señala que el cultivo prefiere los climas templado-húmedos, resiste bien las temperaturas bajas, aunque estas pueden producir una floración prematura. Le convienen los terrenos fértiles, de textura ligeramente arcillosa y que acumulan humedad, pero sin llegar a encharcarse. Se trata de una especie moderadamente resistente a la salinidad y no soporta los suelos ácidos.

### **Luminosidad**

**Chávez, F. 2007** indica que la temperatura óptima para sembrar un cultivo de repollo morado exitoso es de 60 a 65 grados. El repollo crecerá a temperaturas tan bajas como 45 grados y puede tolerar altas temperaturas de hasta 80 grados, pero si se calienta más, el repollo se empernará. Cuando una planta se siembra, produce un tallo de flores y luego se va a la semilla. Una vez que la flor se desarrolla, las hojas se ponen duras y amargas, arruinando el cultivo. La col requiere una temporada de crecimiento de 65 a 95 días.

**Gordon y Barden (1992)** menciona que la productividad del cultivo de col así como su color, textura, depende de gran parte de una alta luminosidad

solar. Por esta razón la ubicación de nuestro país es óptima para este tipo de cultivo, especialmente en los pequeños valles interandinos. En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien.

## **Humedad**

**Infoagro (2017)** indica que el sistema radicular de la col es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta un mal período de sequía, aunque esta sea muy breve. Por ser semillas pequeñas se hace necesaria una buena preparación del suelo, con una textura y granulometría adecuada para la siembra, sin encharcamientos y excelente nivelación. Al grupo de las crucíferas gustan los suelos ricos, húmedos, compactos y alcalinos. Si se dan estas 10 condiciones, disfrutarás de una cosecha de gran calidad a lo largo de todo el año, sobre todo en invierno, cuando escasean otras hortalizas.

## **Suelo**

**Manual de horticultura 2017** menciona que la adaptación de las hortalizas a diferentes suelos es relativamente amplia, en el caso de los Repollos que se adaptan muy bien a suelos francos, franco limoso y franco arenoso. El desarrollo de las hortalizas depende también del pH del suelo (5.8-7) afirma además que la topografía del terreno no determina su aptitud para la producción efectiva de hortalizas, un leve desnivel no dificulta las operaciones de campo, ni riego, para terrenos con mayores desniveles no son muy apropiados para cultivo de las hortalizas.

**Infoagro (2017)** indica que todas las crucíferas prefieren suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, estando el óptimo de pH entre 6,5 y 7. Requiere suelos de textura media. Soporta mal la salinidad excesiva del suelo y del agua de riego. Es conveniente que el suelo esté en un estado perfecto de humedad de tempero.

**(Maroto, 2002).** Señala que el cultivo se adapta bien, a terrenos ricos de textura media y arcillosa que retengan buena humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento. No le favorecen los suelos ácidos, sobre todo porque en ellos son más frecuentes los ataques de la hernia de la col (*Piasmodiophora brassicae Woronin*).

**Babilonia y Reategui (1994)** manifiesta que la col en Iquitos, se cultiva bien en suelos ricos en materia orgánica, tolera la acidez y la salinidad, siendo el pH óptimo de 6.0 a 6.8; además los suelos deben ser profundos y bien drenados.

#### **2.1.4. Manejo agronómico**

##### **Siembra**

**Chávez, F. (2007)** indica que La semilla de repollo se siembra entre  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  pulgada de profundidad. Las plantas raleadas se pueden trasplantar a otra fila o bandeja. Es necesario utilizar fertilizante iniciador (de entrada) cuando trasplante y riegue fertilizante con nitrógeno a lado de las plantas cuando las plantas estén a mitad de desarrollo. Así mismo es importante mantener el suelo húmedo, lo cual es necesario durante toda la etapa de crecimiento para producir un buen repollo. El repollo es un vegetal duro que crece bien, especialmente en suelos fértiles. Las plantas que ya han endurecido (cabeza), son tolerantes a las heladas y se pueden plantar a la entrada de la estación fría, en los huertos de vegetales.

**Ecohortum (2019)** señala que las plantas necesitan de suelos calcáreos, húmedos pero bien drenados, ricos en humus y profundos. Se recomienda añadir un abono, en especial si antes has cultivado en el mismo terreno alguna leguminosa. Se adaptan a todas las condiciones climáticas siempre y cuando reciban mucha luz natural.

## **Formas de siembra**

### **Método directo**

**Chávez, F. 2007** señala que se realiza en el campo definitivo para lo cual se utiliza 2 kg/ha de semilla con dos semillas por golpe y se realiza por raleo si es necesario cuando la planta tenga de 10 a 15 cm de altura, el distanciamiento depende de la variedad.

### **Método indirecto**

**Chávez, F. 2007** menciona que tradicionalmente la siembra se realiza en almacigueras que se llevaran a cabo en camas de 1.5 m - 2 m de ancho y 10 m de largo. La siembra suele hacerse al voleo, empleándose entre 2 y 3 gramos de semilla por metro cuadrado y pudiéndose contar con una producción media de 200 a 300 plantas por metro cuadrado de almacigueras.

### **Trasplante**

**Eco agricultor (2019)** menciona que a los 40 o 50 días de la siembra haremos el trasplante definitivo, prestando atención de cubrir la planta hasta la base de las hojas sin cubrir el brote central, pues es muy frágil.

### **Recalce**

**Caicedo, D. (2015)** indica que consiste en la sustitución de las plántulas que no logran adaptarse a las nuevas condiciones de desarrollo entre los 3 a 5 días después del trasplante.

### **Eliminación de malas hiervas**

**Serrano (1996)** reporta que durante los primeros estadios de la planta es común dar labores de bina al suelo. Cuando las plantas son más adultas

esta operación se sustituye por una escarda manual o química que mantenga al suelo limpio de malas hierbas. Si se colcha el suelo estas labores solo se realizarán antes de su instalación.

## **Riego**

**Mora (1990)** indica que es muy sensible a la sequía, por lo que se debe regar frecuentemente. Hay que tener mucho cuidado desde la plantación o desde el trasplante, regando cuando el terreno se seque, con riegos cortos o medios. Desde la segunda (o tercera) semana se riega una vez por semana a razón de unos 1.000 litros/Ha. Cuando el clima sea muy seco, a tres semanas de la recolección, se riega una vez hasta capacidad de campo, y luego se continúa con los riegos semanales. Es importante que no les falte agua cuando se acerca la recolección. Por otra parte el cultivo nunca debe quedar encharcado.

**Ecohortum (2019)** menciona lo mejor que para que crezcan durante todo el ciclo es regarlas con frecuencia pues son plantas sensibles a la sequía que necesitan de la humedad para desarrollarse. Esto sucede porque debido a sus hojas anchas el agua se evapora con mayor rapidez.

**Eco agricultor (2019)** indica que son muy sensibles a la sequía, por lo que se debe regar frecuentemente, necesita humedad, ya que, debido a sus hojas anchas se evapora más el agua. Debe tener un buen drenaje para que no se produzca podredumbre en las raíces.

## **Aporque**

**Fundesyram (2019)** señala que 15-20 días después del trasplante controla el crecimiento de hierbas y ayuda a que las plantas echen raíces. Se debe tener el cuidado de no causar daño a las hojas y raíces para evitar la entrada a las enfermedades como la bacteriosis.

## **Poda**

**Fundesyram (2019)** indica que en la etapa de formación y compactación de la cabeza del repollo es conveniente que realicemos podas, para eliminar las hojas dañadas, con lo que evitamos enfermedades.

## **Fertilización**

**Nitrógeno (N):** se recomienda una dosis de 100-225 kg/ha, el fertilizante se distribuye en una a tres aplicaciones, en banda a ambos lados del surco, antes del inicio de la formación de las cabezas. Se recomienda la utilización de dosis bajas cuando la col se haya plantado después de un cultivo muy fertilizado, en suelos arcillosos o cuando las condiciones ambientales propician el crecimiento acelerado del cultivo (**FAXSA, 2019**).

**Fósforo (P):** en suelos que muestren deficiencias de este nutriente (menos de 15 ppm), se recomiendan de 225-280 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que se aplican al voleo y antes del rayado de las camas. En suelos medios (15-30 ppm) de 170-225 kg/ha aplicados de la misma manera. Para los suelos con buen contenido de fósforo (+ 30 ppm) se pueden utilizar fertilizaciones no mayores de 90 kg/ha (**FAXSA, 2019**).

**Potasio (K):** en suelos que necesiten de este nutriente, es conveniente utilizar dosis de 110-220 kg/ha de K<sub>2</sub>O y la aplicación se realiza al voleo para incorporarlo al suelo antes del rayado de camas (**FAXSA, 2019**).

**Fundesyram (2019)** señala que requiere suficiente nitrógeno, el fosforo para el desarrollo radicular óptimo y asegurar el buen desarrollo el potasio es muy importante en verano para mantener la turgencia de las plantas.

**Eco agricultor (2019)** señala que el nivel de fertilidad de nitrógeno tiene mayor influencia en el desarrollo y rendimiento en repollo que cualquier otro nutriente en la planta debido a que es el nutriente frecuentemente

deficiente en nuestras regiones. Se sugiere aplicar 180 y 70 kg por hectárea de nitrógeno y fósforo respectivamente para lograr una buena producción. Se aplica una tercera parte del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra o trasplante, el resto del nitrógeno se aplica poco antes del inicio de la formación de cabezas.

## **Cosecha**

**Cásseres, E. (1984)** menciona que se cortan las pellas por su base separándolas de los tallos. Inmediatamente se arrancan también los tallos y se alejan del terreno de cultivo, ya que pueden infectar el suelo de plagas al pudrirse. Las coles recolectadas, si no se van a consumir inmediatamente, se conservan muy bien entre pajas.

**Ecohortum (2019)** indica que al momento de cosechar hay que tener cuidado y sacarlas de raíz, separándolas del tallo. También habrá que arrancar los tallos para evitar la aparición de enfermedades en el suelo debido a que al pudrirse se infectan con plagas.

**Eco agricultor (2019)** señala que las plantas comienzan con hojas más sueltas y acumulan cabezas con el tiempo. Las plantas están listas para cosechar cuando las cabezas se sienten duras y densas. Se cosecha la cabeza de repollo morado en el tallo con un cuchillo grande y afilado. Sostén la cabeza de repollo con una mano. Alcanza justo debajo de las últimas hojas planas, y corta a través del tallo. La col debe retirarse fácilmente.

**Manual de horticultura (2017)** señala que se cosechan entre los 65 y 115 días después del trasplante, según la variedad o híbrido sembrado. Las cabezas deben cortarse cuando estén firmes, compactas, y que presenten el color característico de la variedad (verde, morado, o de color típico de la variedad), y con una buena apariencia. Después del corte, el producto se deshoja y luego se coloca en cajas plásticas. Siempre pensando en reducir los daños mecánicos al producto al momento de realizar la cosecha, es

aconsejable dejar a la cabeza unas cuantas hojas externas para protegerla de daños físicos.

#### **2.1.4.1. Principales plagas**

##### **Palomilla (*Plutella xylostella*) Lepidoptera: Plutellidae**

**Casseres (1984)** menciona que es el insecto de mayor importancia en el cultivo de las brassicas. Las larvas son pequeñas, verdes azuladas y alcanzan hasta 12 mm de longitud; en los primeros estadios se alimenta en el envés de las hojas y producen pequeñas raspaduras, aunque la epidermis superior queda intacta. Las larvas mayores perforan las hojas, el corazón y otras partes comerciales que quedan llenas de galerías, excremento y telarañas, por lo que el repollo pierde el valor comercial. Para disminuir la incidencia de plutella, en el terreno y alrededores, se debe eliminar cualquier planta de la familia Brassicaceae, tales como el mastuerzo *Lepidium virginicum* y el navillo *Brassica campestris*, los cuales son hospederos de la plaga.

##### **Pulgón del repollo (*Brevicoryne brassicae*)**

**Mora (1990)** señala que en todas las temporadas afecta las plantas y sus productos. Son insectos pequeños de 1 a 2 mm, de color grisáceo por la capa serosa que los cubre; viven concentrados en colonias. La ninfa y el adulto chupan savia de las hojas, es decir, que se enrollan y encrespan. Este daño causa una reducción en el vigor de la planta, achaparramiento, marchitez y caída de las hojas. Los áfidos excretan mielecilla, que es producida por el exceso de savia ingerida, esta causa ennegrecimiento del follaje. Los síntomas también se manifiestan con la decoloración de hojas y deformaciones. El áfido penetra profundamente dentro de la planta y es difícil lograr contacto con el insecticida.

### **Gusano del repollo (*Pieris rapae* L)**

**Bustamante. 2007** señala que la larva de ese insecto es de color verde arteciopelado, es una de las más dañinas, pues devora hojas y a veces penetra en las cabezas, causando 49 perforaciones grandes e reguladores. Cuando ataca la planta recién trasplantada suele dañar el botón o cogollo, causando el desarrollo posterior de dos o más cabezas pequeñas mal deformadas y sin valor. El adulto es una mariposa blanca con manchas negras en las alas (3 a 4 manchas) que se ve con frecuencia en los repollales. Este insecto inverna en forma de pupa, el estado de larva es el que causa los daños y esta es e color anaranjado. En el dorso y rayas del mismo color nada más que discontinuadas en los costados, tiene tres pares de patas delgadas y cinco pares de falsas patas carnosas.

### **Chinche alerquin (*Murgantria histreanica* Eahn).**

**Babilonia y Reátegui (1994)** manifiesta que la mayoría de las veces destruye todo el cultivo, es un insecto chupador este insecto chupa la savia de la planta, esta se pone café y muere, inverna como adulto escondido en residuos vegetales. El adulto son chinches apestosas de manchas rojas y negras chillantes de 1.2 cm de longitud, el daño lo causa desde muy joven y por lo general es destructiva a través de sus cinco estadíos.

#### **2.1.4.2. Enfermedades**

##### **Podredumbre negra**

**Caicedo, D. (2015)** indican que es producida por una bacteria. Es una de las enfermedades de los cultivos de Crucíferas más importantes a nivel mundial. Las semillas infectadas con la bacteria originan las primeras plántulas enfermas, las que permanen asintomáticas por varias semanas, cuando las temperaturas son más bien bajas (15 – 18 °C). Con temperaturas

más elevadas, la enfermedad se manifiesta como un ennegrecimiento en los bordes. Finalmente estos se arrugan y desprenden, pero la bacteria ya habrá pasado a los restantes tejidos de las plántulas, las que pueden quedar más pequeñas, o adquirir una tonalidad amarillenta (clorosis), marchitarse y colapsar.

### **El mildiu**

**Mora (1990)** indica que es una enfermedad producida por un microorganismo semejante a un hongo, Los causantes de este tipo de enfermedades son patógenos, en un principio producen en la cara superior de las hojas manchas de color amarillo claro las que pueden estar limitadas por las nervaduras. Durante esta etapa de la enfermedad el tejido vegetal permanece vivo; el patógeno esporula en el envés de las hojas, en correspondencia con las lesiones finalmente la zona afectada muere, comenzando por el centro de la mancha.

### **Esclerotiniosis**

**Gordon y Barden (1992)** manifiesta como una podredumbre húmeda en tejidos principalmente carnosos, se forma rápidamente una abundante masa de micelio blanco y algodonoso, tornándose negros y duros al madurar tal es el caso del repollo.

#### **2.1.5. Valor nutritivo de la col**

**Pamplona (2012)** manifiesta que las coles son hortalizas compuestas mayormente por agua, y muy nutritivas por su riqueza en vitaminas y minerales, este alto contenido acuoso hace que sean alimentos de bajo aporte calórico. Tras el agua, los hidratos de carbono y la fibra son los componentes más abundantes, seguidos de una menor proporción de proteínas y grasas. Su contenido mineral, son ricos en potasio, además de presentar cantidades apreciables de calcio y magnesio. El potasio es un mineral necesario para la

transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, además de colaborar en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos. Además, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. En cuanto a las vitaminas, las coles se pueden considerar una buena fuente de provitamina A (sobre todo en la col rizada), folatos y vitamina C.

**Morales (2012)** señala que la vitamina E, al igual que la C, tiene acción antioxidante, mientras que la vitamina B3 o niacina actúa en el funcionamiento de los sistemas digestivo y nervioso, el buen estado de la piel y en la conversión de los alimentos en energía metabolizable.

#### **2.1.6. Carbono orgánico del suelo**

**FAO (2017)** indica que el carbono orgánico del suelo (COS) es el carbono que permanece en el suelo después de la descomposición parcial de cualquier material producido por organismos vivos. Constituye un elemento clave del ciclo global del carbono a través de la atmósfera, vegetación, suelo, ríos y océano.

**Blasco y Burbano (2015)** mencionan que la presencia del carbono en el suelo se puede considerar respecto al carbono orgánico del suelo (COS) o de la materia orgánica del suelo (MOS), advirtiendo que el carbono tiene funciones nutricionales particulares y que el catabolismo de los microorganismos se realiza en los compuestos orgánicos, toda vez que la MOS es el consolidado de la materia orgánica muerta y la biomasa. La cantidad total de la MOS está en función del balance entre la productividad de la biomasa y la velocidad catabólica de la misma. Cuando el catabolismo es menor que la entrada de biomasa, la materia orgánica se acumula, como sucede en las turbas o en muchos suelos de regiones frías y húmedas.

**Martinez et al (2008)** mencionan COS se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Además, al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad, el COS aumenta la solubilidad de varios nutrientes. El COS asociado a la materia orgánica del suelo proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico. Su efecto en las propiedades físicas se manifiesta mediante la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo. La cantidad de COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del suelo.

**Docampo (2010)**. Señala que el contenido de carbono en el suelo obedece a sus características y al equilibrio entre las tasas de entrada de carbono orgánico de origen vegetal y animal, y las de salida, resultantes del metabolismo microbiano que genera CO<sub>2</sub>. Como las tipologías de los suelos son diversas, hay que tomarlas en cuenta en los balances que determinan las cantidades de carbono orgánico en el suelo (COS), sumando a ello la influencia del clima y las prácticas de manejo adoptadas.

**Labrador (2012)**. Indica que la dinámica de este carbono en el suelo depende de la actividad biológica, como que la mayor parte de los microorganismos de este medio son heterotróficos y por consiguiente demandan compuestos orgánicos preformados; a lo anterior se suma la estabilización de diferente grado que sufren los compuestos orgánicos por la interacción con la fracción mineral del suelo, especialmente, con las arcillas.

**Martínez et al (2008)** mencionan que el carbono orgánico del suelo (COS) se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas afectando las propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. El COS se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Además, al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad, el COS aumenta la solubilidad de varios nutrientes.

El COS asociado a la materia orgánica del suelo proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico. Su efecto en las propiedades físicas se manifiesta mediante la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo. La cantidad de COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del suelo.

#### **2.1.6.1. Importancia del COS**

**Martínez et al. (2008)** señalan que la materia orgánica del suelo beneficia directamente a la comunidad microbiana del suelo, e indirectamente afecta a todos los demás organismos, en particular plantas. Nutrientes encuadrados en materia orgánica no están fácilmente disponibles para las plantas. Más bien, los microbios deben iniciar primero el proceso de descomposición y obtener energía a partir de carbono orgánico. A medida que la materia orgánica se descompone, los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo se eliminan en el suelo, y estarán disponibles para su absorción por las plantas. Las plantas no utilizan carbono en el suelo, ya que pueden adquirirlos a partir del dióxido de carbono atmosférico.

#### **2.1.6.2. Función del COS**

**Martínez et al. (2008)** señala que la materia orgánica entra en el suelo como las plantas y los animales mueren y empiezan a descomponerse. Moléculas de carbono de gravedad y de infiltración de agua se mueven hacia abajo a través del perfil del suelo, haciéndolos disponibles para el consumo de materia orgánica del suelo. Sin embargo, algunas formas de carbono se descomponen más fácilmente que otros. Carbono "viejo" en el perfil del suelo es mucho más resistente a la descomposición y se almacena en el suelo.

## 2.1.7. Fuentes de abonamiento

### 2.1.7.1 Kimelgran

**Martínez y Valdiviezo (2018)** reportan que es un complejo orgánico granulado de origen vegetal que mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Formulado para aplicarlo solo o en mezcla con fertilizantes granulados, orgánicos, químicos orgánicos minerales. Se aplica preferentemente en mezcla con los programas normales de fertilización del suelo en los cultivos, permitiendo reducir hasta un 30% de éstos, debido al incremento en la eficacia agronómica de los Macro y Micro elementos. Aporta una cantidad importante de silicio de origen vegetal, que mejora la asimilación del Nitrógeno, Fósforo y Potasio, neutraliza el aluminio, el Sodio y sales del suelo. También confiere ventajas en suelos livianos, disminuyendo pérdidas de agua y nutrientes por lixiviación. Permite una mayor resistencia a condiciones de estrés por exceso o falta de agua, incremento de temperatura y por ataques de plagas y/o enfermedades.

**Grupo químico:** Materia orgánica, Macro y Microelemento.

**Concentración:** 50% Materia orgánica; 25% Carbono; 18% Silicio; 2,5% Potasio, 2% Hierro; 2% Magnesio; 1,2% Nitrógeno y 1% Calcio y 1% Azufre.

**Formulación:** Granulado

**Modo acción:** Complejante de los macro y micro nutrientes del suelo.

**Instrucciones de uso:**

De preferencia aplicar el 100% de la dosis a la siembra o plantación, también se puede subdividir la dosis aplicando el 75% en el establecimiento y el 25% restante con el cultivo en desarrollo.

**Dosis para el cultivo de col:** Aplicar de 100-300 Kg/ha.

### 2.1.7.2. Biot

**Itagro (2019)** señala que tiene combinación de sustancias húmicas, de origen vegetal con proceso de humificación y liberación rápida, y de origen mineral con un proceso lento, compuesto por un complejo coloidal diverso, resaltando propiedades importantes para una mejor asimilación, vía sistema radicular, dinamizados por numerosos microorganismos que realizan la actividad biológica en la zona del sistema radicular tiene como función principal intercambiar los IONES de los fertilizantes con los de las plantas y por su condición de complejo coloidal, aplicándolo directamente en los fertilizantes, provoca una excelente asimilación de los nutrientes. Biot, aporta algunos elementos menores, quelatizados, ayudando al balance nutricional.

Biot contiene Silicio soluble en forma de óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), Este elemento otorga resistencia y rigidez a la pared celular de la planta contribuyendo a la economía del agua, estimula el desarrollo de sistema radicular, incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales y metales pesados, hidrocarburos, aluminio) y biótico (insectos, hongos, bacterias), Incrementa la productividad y calidad de las cosechas agrícolas. Es un buen fertilizante. Refuerza la capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos, requeridos para el crecimiento de la planta.

#### **COMPOSICION QUÍMICA**

Oxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) 35.00 %

Ácidos Húmicos 30.00 %

Nitrógeno 0.79 %

Fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) 0.77 %

Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) 1.40 %

Calcio ( $\text{CaO}$ ) 11.50 %

Magnesio ( $\text{MgO}$ ) 7.86 %

Azufre 5.37 %

Hierro 0.90 %

Zinc 0.14 %

**Dosis y momento de aplicación:** La dosis a emplear dependerá de la riqueza del suelo: biot 100kg. /ha.

01 Saco de Biot (25 Kg)

La razón fundamental de utilizar este insumo ecológico es por su condición de coadyuvar a la mejor asimilación de los fertilizantes suministrados a la planta en la zona radicular, por el intercambio catiónico que se produce dado el complejo coloidal que contiene y por contar con iones de carga eléctrica negativa (aniones), muy necesarios para que se produzca una imantación entre el complejo de fertilizantes y el sistema radicular de la plantación tratada.

## 2.2. ANTECEDENTES

**Págalo (2007)** estudió el efecto de 10 t. de Humus de lombriz (HL) y 10 t. de Bocashi (B) y sus interacciones en tres híbridos de repollo. Los resultados que obtuvo fueron: entre híbridos no hubo diferencias significativas, sin embargo, hubo variabilidad entre las dosis de abono; el Bocashi a la dosis de 10 t/ha destacó en el ancho (20,1 cm) y longitud (22,4 cm) de la hoja, diámetro del repollo (17,32 cm) y en el rendimiento (64,9 t/ha), la dosis de 5 t. en el porcentaje de prendimiento (99,16%) y en la altura del repollo (18,57 cm).

**Salinas (2012)** estudio en la tesis “Los abonos orgánicos y el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea*) var. Capitata Corazón de Buey en condiciones edafoclimáticas de Huacrachucro”. Efectuó un ensayo empleando diferentes abonos orgánicos como guano de isla (1 702 kg/ha), humus de lombriz (1 786 kg/ha), gallinaza (2 143 kg/ha) y compost (7 143 kg/ha) en el cultivo de repollo. Los resultados obtenidos fueron: el abono guano de isla sobresalió en la altura de planta (24,34 cm), diámetro de la cabeza (31,35 cm), tamaño de cabeza (51.95 cm), peso de cabeza (18,73 kg) y en el rendimiento del cultivo (65, 09 t/ha).

**Palacios (2014)** estudio en la tesis “Comportamiento agronómico de las hortalizas col verde (*Brassica oleracea* var. *Viridis*), col morada (*B. oleracea* var. *Capitata*), con dos tipos de fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental La Playita 2013”. Los fertilizantes orgánicos, que fueron vermicompost, jacinto de agua, 50% vermicompost + 50% jacinto de agua y un testigo. En la col verde con este abono se obtuvo: altura de planta (22,06 cm), número de hojas (11,16), largo de hojas (21,06 cm), ancho de hojas (17,43 cm), circunferencia del repollo (55,53 cm), y peso del repollo (388,86 g). Para la col morada con jacinto de agua se obtuvo: altura de planta (24,50 cm), número de hojas (13,06), largo de hoja (23,22 cm), ancho de hoja (18,61cm), circunferencia del repollo (50,95 cm), y el peso del repollo con vermicompost con (462,46 g).

**Caicedo (2015)** estudio en la tesis titulada “Respuesta del cultivo de col morada (*Brassica oleracea*) a la aplicación de abonos orgánicos en la zona de Babahoyo”. Se investigaron ocho tratamientos formados por los abonos humus de lombriz, bovinaza y pollinaza en dosis de: 5000; 8000 y 10000 Kg/ha respectivamente y dos testigos con y sin fertilización química. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro y peso de repollos, y rendimiento del cultivo. Se obtuvo como resultado: el humus de lombriz destacó en la altura de planta a los 60 y 90 ddt, diámetro, peso y rendimiento con 12,13 y 18,40 cm, 14,75; 0.64 kg y 16 000 kg/ha respectivamente. Se concluye que la utilización de humus en dosis de 5000 kg/ha aumentó el rendimiento del cultivo de col con incrementos de más del 100 % con relación al testigo sin fertilizar, sin embargo, el mismo no fue económicamente rentable.

**Martínez et al (2008)** indican que el objetivo de este trabajo es relacionar el COS con la capacidad productiva del suelo mediante el estudio de la dinámica del carbono orgánico, su composición y efecto sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

**Vera et al (2013)** señalan que observa que el contenido de carbono orgánico total, determinado en las dos zonas de humedales investigadas,

tiende a incrementarse con la altitud (entre 3600–3950 msnm, que es el rango de este estudio), tanto el almacenado en el suelo, como en la biomasa, posiblemente causado porque a mayor altura la temperatura disminuye y la captación de la lluvia aumenta. En la gruesa capa de suelo el contenido en carbono orgánico total, COT, aumenta con la profundidad. En este caso, la variación está relacionada con el tipo de cobertura vegetal y de intervención en el suelo. El contenido COT es mayor en los suelos con cobertura de vegetación nativa de paja o almohadilla.

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis general**

Es significativo el efecto de las fuentes de abonamiento en el C orgánico y el rendimiento de col morada

### **Hipótesis específicos**

Existe diferencia significativa entre el efecto de las diversas fuentes respecto del C orgánico

En el tratamiento con kimelgran se obtuvieron rendimientos superiores a los demás tratamientos

## 2.4. VARIABLES

**Variable independiente:** Fuentes de abonamiento

**Variable dependiente:** Carbono orgánico y rendimiento

**Variable interviniente:** Condiciones agroecológicas del CIFO – UNHEVAL

### 2.4.1. Operacionalización de variables

		DIMENSIONES	SUBDIMENSIONES	INDICADORES
V A R I A B L E	<b>INDEPENDIENTE</b> Fuentes de abonamiento	Fuente orgánica y convencional	Convencional NPK	T1
			Kimelgran	T2
			Biot	T3
	<b>DEPENDIENTE</b> Carbono orgánico	Contenido de carbono orgánico	Porcentaje C	Antes de la siembra y después de la cosecha
			Carbono kg/ha	
	<b>DEPENDIENTE</b> Rendimiento	Componentes de rendimiento	Circunferencia polar de pella	Por planta
			Circunferencia ecuatorial de pella	
			Peso de pella	Por planta, ANE y hectárea
	<b>INTERVENIENTES</b> Condiciones agroecológicas	Condiciones edafoclimáticos	Temperatura Humedad Radiación solar	T° H°

**Cuadro 01.** Operacionalización de variables.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación Frutícola Olerícola (CIFO), ubicada en el margen izquierdo del río Huallaga y presenta la siguiente ubicación.

##### Ubicación política

Región	: Huánuco
Provincia	: Huánuco
Distrito	: Pillco Marca
Lugar	: Cayhuayna

##### Posición geográfica

Latitud Sur	: 09°58´ 12”
Longitud Oeste	: 76°15´ 08”
Altitud	: 1947 msnm

##### 3.1.1. Condiciones agroecológicas

Según el Mapa Ecológico actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), el área donde realice mi trabajo de investigación posee una zona de vida monte espinoso – Pre montano Tropical (me - PT), una temperatura media anual entre 18.8 y 24.5 °C; evapotranspiración anual entre 2 a 4 mm; el promedio de precipitación anual es de 250 a 500 mm; humedad relativa fluctúa de 60 a 70%. El clima es templado cálido.

## **3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación es aplicada porque los resultados de la tecnología (fuentes de abonamiento y su efecto en el COS del cultivo) se evaluaron en el cultivo de col morada, permitiendo su incorporación al sistema productivo del agricultor.

### **3.2.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es experimental porque se manipuló la variable independiente (fuentes orgánicas) con la finalidad de evaluar y determinar su efecto en la variable dependiente (carbono orgánico y rendimiento de col morado) y se comparó con un testigo (Convencional NPK)

## **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

### **3.3.1. Población**

Estuvo constituida por una población homogénea de 768 plantas en todo el campo experimental.

### **3.3.2. Muestra**

Estaba constituido por 288 plantas, correspondientes al área neta experimental. El tipo de muestreo realizado es Probabilístico, en su forma de muestreo aleatorio simple (MAS) ya que cualquiera de los plantines de col morada al momento del trasplante tuvo la misma probabilidad de formar parte de la muestra.

### 3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis fueron cada una de las plantas de col morada de la parcela experimental.

### 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

FACTOR	TRATAMIENTOS	CLAVES
FUENTES DE ABONAMIENTO	CONVENCIONAL NPK	T1
	KIMELGRAN	T2
	BIOT	T3

**Cuadro 2.** Factor y tratamientos de estudio.

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

El diseño empleado es el experimental es en forma de diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 3 tratamientos y 4 bloques homogéneos, haciendo un total de 12 unidades experimentales.

El análisis se ajustó al siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

$$i : 1, 2, 3 \quad j : 1, 2, 3, 4$$

**Donde:**

$Y_{ij}$  = Observación de la unidad Experimental

$U$  = Media general

$T_i$	=	efecto del $i$ – ésimo tratamiento
$B_j$	=	Efecto del $j$ – ésimo repetición
$E_{ij}$	=	Error aleatorio

Para la prueba de hipótesis se usó la técnica estadística de Análisis de Varianza o prueba de (ANDEVA), al nivel de significación de 1 % y 5 % de las fuentes de variabilidad de bloques y tratamientos. Para la prueba de comparación de medias se utilizó la Prueba de Tukey al nivel de significación de 1% y 5%.para determinar el nivel de significancia entre los tratamientos.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CME
BLOQUES ( $r - 1$ )	3	$a^2e + ta^2r$
TRATAMIENTOS ( $t - 1$ )	2	$a^2e + ra^2t$
ERROR EXPERIMENTAL ( $r - 1$ ) ( $t - 1$ )	6	$a^2e$
TOTAL	11	

**Cuadro 3.** Esquema de análisis de varianza para el diseño DBCA.

Para cada variable se determinó el Coeficiente de Determinación ( $r^2$ ) el cual indicará que porcentaje de los datos se ajustaría al DBCA, debiendo ser superior al 50%. También se estimó el Coeficiente de Variabilidad (CV), para establecer la variabilidad de los datos de campo, debiendo ser menor del 30 %. La fórmula para determinar el  $r^2$  y el CV son las siguientes:

#### Fórmula del coeficiente de determinación

$$r^2 = \frac{\text{SC Bloques} + \text{SC tratamientos}}{\text{SC Total}} \times 100$$

#### Fórmula del coeficiente de variabilidad

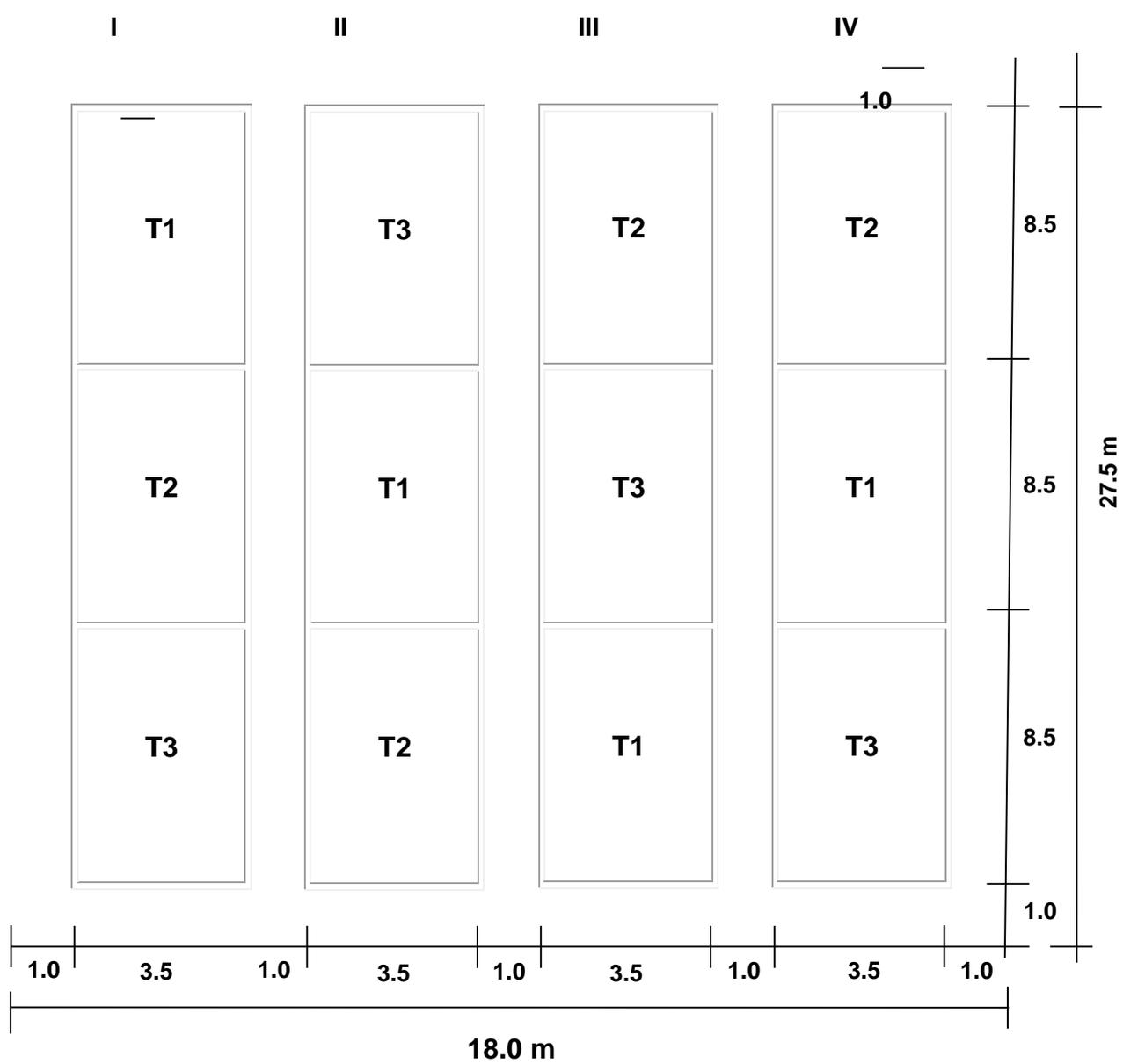
$$CV = \frac{\sqrt{CME}}{\bar{X}} \times 100$$

### 3.5.2. Características del campo experimental

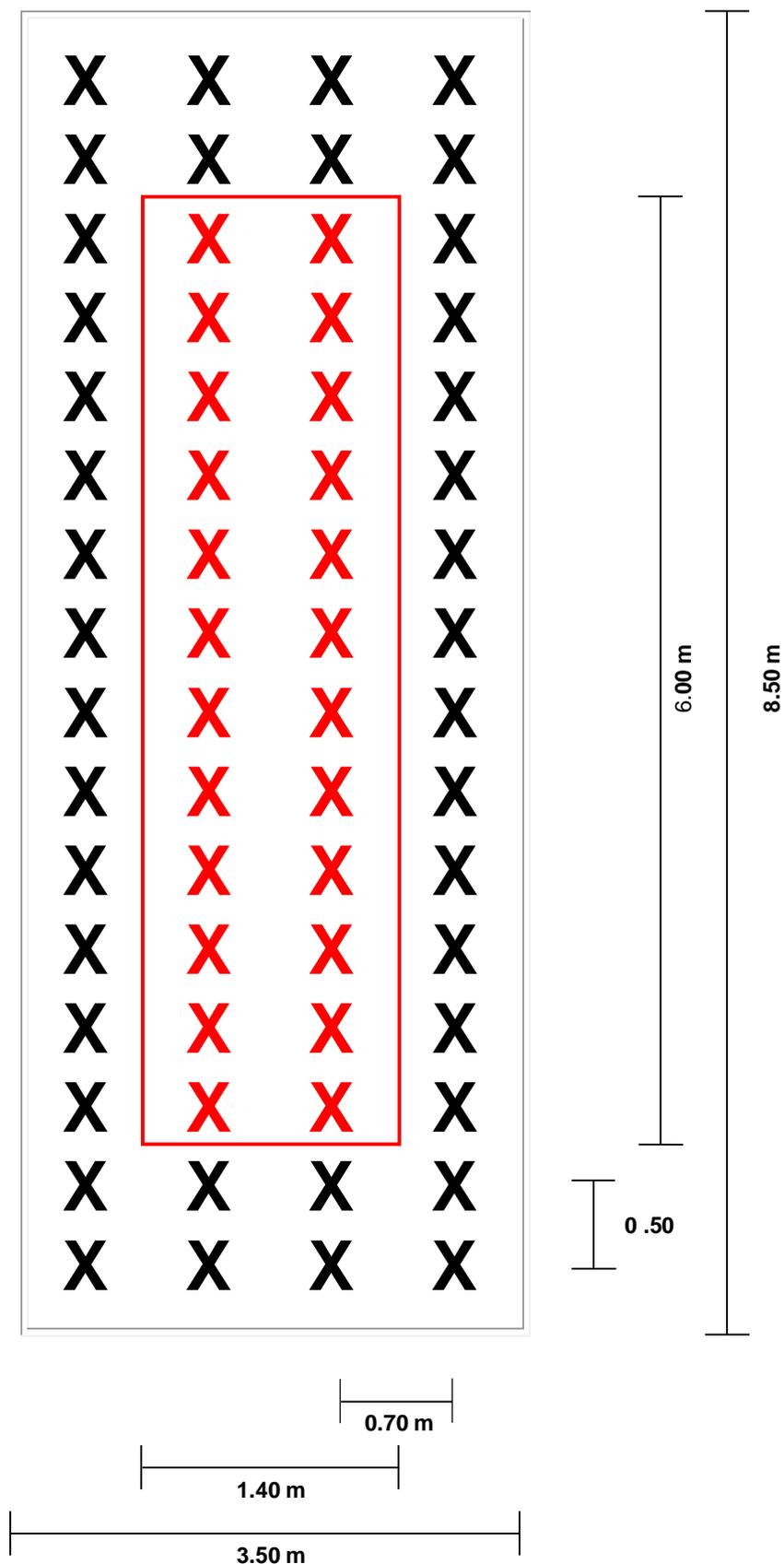
Largo del campo	27.50 m
Ancho del campo	18.00 m
Área total del Campo Experimental (27.5 x 18.0)	495.00 m <sup>2</sup>
Área total Parcela Experimental (3.5 x 8.5 x 12)	357.00 m <sup>2</sup>
Área de caminos (495 – 357)	138.00 m <sup>2</sup>

#### Bloques

Nº de bloques	4
Número de tratamientos	3
Largo de bloque	25.50 m
Ancho de bloque	3.50 m
Área experimental por bloques	89.25 m <sup>2</sup>
Área neta experimental	8.40 m <sup>2</sup>
Número de surcos por parcela	4
Distanciamiento entre surcos	0.70 m
Distanciamiento entre plantas	0.50 m
Número de plántulas por golpe	1
Número de golpes por surco	16
Número de plantas / tratamiento	64
Número de plantas del área neta experimental	24



**Cuadro 4.** Área total del campo experimental.



**Cuadro 5.** Característica de las parcelas experimentales.

### 3.5.3. Datos registrados

#### a) Rendimiento

- **Circunferencia de polar**

De las 24 plantas del área neta experimental se tomaron 12 pellas de col al azar y con ayuda de una cinta métrica se midió el centro polar de la pella, se promediaran los datos y se expresaron en cm.

- **Circunferencia ecuatorial**

De las 24 plantas del área neta experimental se tomaron 12 pellas de col al azar y con ayuda de una cinta métrica, se midió la circunferencia de las pellas de las plantas, se promediaron y los datos se expresaron en cm.

- **Peso de la pella por planta**

De las 24 plantas de col del área neta experimental, se tomaron al azar 12 pellas para ser pesados con una balanza, se sumaron y se obtuvieron el promedio por planta y los datos obtenidos han sido expresados en kilogramos.

- **Peso de pellas por área neta experimental**

Se cosecharon 24 plantas de col del área neta experimental, para ser pesados con una balanza, los datos obtenidos fueron expresados en kilogramos.

- **Rendimiento por hectárea**

Del peso de pellas por planta de col del área neta experimental, a través de la regla de tres simple se transformaron a hectárea en peso y expresó en kilogramos por hectárea.

## b) **Carbono orgánico**

Para determinar el incremento de carbono orgánico se realizó un análisis de suelo previo y posterior. El cálculo del carbono orgánico se empleó el porcentaje de materia orgánica el cual se multiplicó por el factor 1.724, este dato se transformará en kilogramos por hectárea mediante una regla de tres simple con el peso del suelo.

$$\% \text{ M. O} = \% \text{ C} \times 1.724$$

Despejando % C

$$\% \text{ C} = \% \text{ M. O} / 1.724$$

### 3.5.4. **Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.**

#### **Técnicas bibliográficas y de campo**

##### a) **Técnicas bibliográficas**

- **Análisis de contenido**

Sirvió para el estudio y análisis de manera objetiva y sistemática de los documentos bibliográficos y hemerográficas leídos para elaborar el sustento teórico, redactados de acuerdo a las normas de redacción del IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – Centro Agronómico Tropical y Enseñanza)

- **Fichaje**

Permitió obtener la información bibliográfica para elaborar el marco teórico de las diferentes referencias consultadas redactando de acuerdo a las

normas de redacción del IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – Centro Agronómico Tropical y Enseñanza).

**b) Técnicas de campo**

- **Observación**

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente en campo en el cultivo de la col.

- **Laboratorio**

Se realizó el análisis de suelo para obtener información sobre los requerimientos de fuentes de abonamientos en el carbono orgánico del suelo. Para ver el incremento del carbono orgánico.

**c) Instrumentos de recolección de la información**

- **Fichas**

Para registrar la información producto del análisis de los documentos en estudio. Estas fueron de: Registro o localización (fichas bibliográficas y hemerográficas e internet) y de documentación e investigación (fichas textuales o de transcripción y resumen).

- **Formato de recolección de datos**

Donde se registraron las observaciones realizadas sobre la variable dependiente.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **Materiales**

- Insecticidas.
- Semillas de col morada
- Fertilizantes: Urea, Fosfato diamónico y Cloruro de potasio
- Fuentes orgánicas: Kimelgran y Biot
- Materiales de escritorio.
- Estacas de madera.
- Cartel del proyecto
- Rótulos de madera de los tratamientos.
- Cordel
- Cal
- Costales.
- Wincha o cinta métrica

#### **Equipos**

- Balanza
- Cámara digital
- Computadora
- Mochila pulverizadora de 20 L.

### **3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.7.1. Preparación de terreno**

Esta labor se realizó en forma manual con ayuda de picos y rastrillos que consistió en desterronar y mullir los bloques de tierra, dejando nivelado el terreno para la demarcación del campo experimental.

#### **3.7.2. Demarcación del campo experimental**

Después de la preparación del terreno se procedió a la demarcación del campo experimental, esta actividad consistió en realizar el trazado de todo el campo experimental, siguiendo el croquis estructurado en el proyecto de investigación. Para ello se utilizaron las siguientes herramientas y materiales: estacas, winchas, cordel, machete, cal y otros.

#### **3.7.3. Análisis del suelo**

El análisis de suelo se hizo en dos etapas el primero fue el 22 febrero del 2018 y el segundo después de la cosecha se procedió a sacar la muestra en forma zig zag de cada tratamiento T1, T2, T3 para ver el porcentaje de COS que hay antes de la siembra. Y el segundo análisis se sacó la muestra después de la cosecha y se llevó la muestra al laboratorio para su respectivo análisis.

#### **3.7.4. Surcado**

Esta actividad se realizó en forma manual, haciendo usos de picos y guiados por un cordel, se procedió a la apertura de los surcos en cada uno de las parcelas experimentales de acuerdo a los distanciamientos establecidos en el proyecto de investigación.

### **3.7.5. Adquisición de los plantines**

Se compró mil platines de col morada variedad Ruby Queen de 45 días de almácigo aprox. Tenían entre 10 a 12 cm.

### **3.7.6. Transplante**

Se realizó a los 25 de febrero del 2018 cuando las plántulas tenían de 5 a 6 hojas verdaderas y una altura de 10 a 12 cm. De la superficie del suelo, la extracción se hizo de forma manual se escogieron plantines vigorosas para luego llevarlo al campo definitivo, el distanciamiento entre surcos fue de 0.70 cm. y de 0.50 cm. entre plántulas.

### **3.7.7. Riego**

El primer riego en campo se inició inmediatamente después del trasplante, los siguientes riegos se realizaron luego de observar las características de humedad del suelo, considerando que además se contaba con lluvias que favorecían el desarrollo del cultivo en las diferentes etapas.

### **3.7.8. Recalce**

Se realizó a los 5 días después del trasplante debido a que algunas plantas no prendieron se realizaron 15 plántulas con la finalidad de contar con el número exacto de acuerdo con el diseño experimental.

### **3.7.9. Deshierbo**

Se realizó de forma manual con un azadón, a los 40 días después del trasplante, se eliminó las malezas dentro del cultivo de col con el objetivo de favorecer el desarrollo normal de las plantas y evitar la competencia en cuanto a luz agua y nutrientes.

### **3.7.10. Fertilización**

La primera fertilización fue a los 10 días del trasplante, proporción de biot y Kimelgran 5g/golpe de cada fertilizante. Y la segunda fertilización a los 30 días después de la primera fertilización la misma cantidad de dosis en cada etapa. Dosis 142kg/ha.

Y para NPK se hizo la primera fertilización a los 10 días y la segunda fertilización a los 30 días después de la primera 10gr/golpe a la misma proporción de dosis en cada etapa. Dosis 280k/ha.

### **3.7.11. Aporque**

Esta labor se realizó juntamente con el segundo abonamiento, a los 40 días después del trasplante.

### **3.7.12. Control fitosanitario**

Durante las fases del desarrollo del cultivo se tuvo una baja incidencia de plagas y enfermedades, confirmándose que la col morada es poco susceptible a ello, únicamente se efectuaron tres aplicaciones de alfacipermetrina a la dosis de 20 ml por mochila de 20 litros, para el control de polilla.

### **3.7.13. Cosecha**

La cosecha se efectuó a los 90 días después del trasplante en forma manual cuando el 50% de las coles del campo experimental tenían consistencia dura y se comprobó cuando las pellas no cedieron a las presión de los dedos, y se llevó acabo con un cuchillo haciendo corte en la base de la cabeza, cosechando primero el área neta experimental del campo y posteriormente las plantas de los bordes.

## IV. RESULTADOS

Los resultados son expresados en el análisis de los promedios y se presentan en cuadros y figuras interpretados estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (**n.s**), quienes tienen significación con (\*) y altamente significativos con (\*\*).

Para la comparación de los promedios, de acuerdo a la significación de las fuentes de variación, se aplicó la prueba de Tukey al 5% y 1%.

La interpretación de los promedios se hizo aplicando lo siguiente: los tratamientos que tiene la misma letra, nos indica que no presenta diferencia estadística significativa; mientras que los tratamientos que no llevan las mismas letras, indica que si existe diferencia estadística significativa, mostrando diferencia entre tratamientos.

En cada variable a estudiar se evaluó el Coeficiente de Variabilidad (**CV**), para establecer la dispersión de los datos de campo, debiendo ser menor del 30 %. Asimismo el Coeficiente de Determinación ( $r^2$ ) el cual indica que porcentaje de los datos se ajustaría al DBCA, debiendo ser superior al 50%.

### 4.1. Rendimiento

#### 4.1.1. Circunferencia polar

El análisis de varianza del **cuadro 6**, indica que para la fuente Bloques al 5% y 1% de margen de error no se evidencia diferencias estadísticas significativas, es decir hubo un mismo manejo en cada bloque; mientras que para la fuente Tratamientos si muestra diferencia estadística significativa al 5% de margen de error.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 6.01%, lo que representa confiabilidad en el análisis estadístico; mientras que el coeficiente de determinación indica que un 82.09% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta 49.33 cm.

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para circunferencia polar.

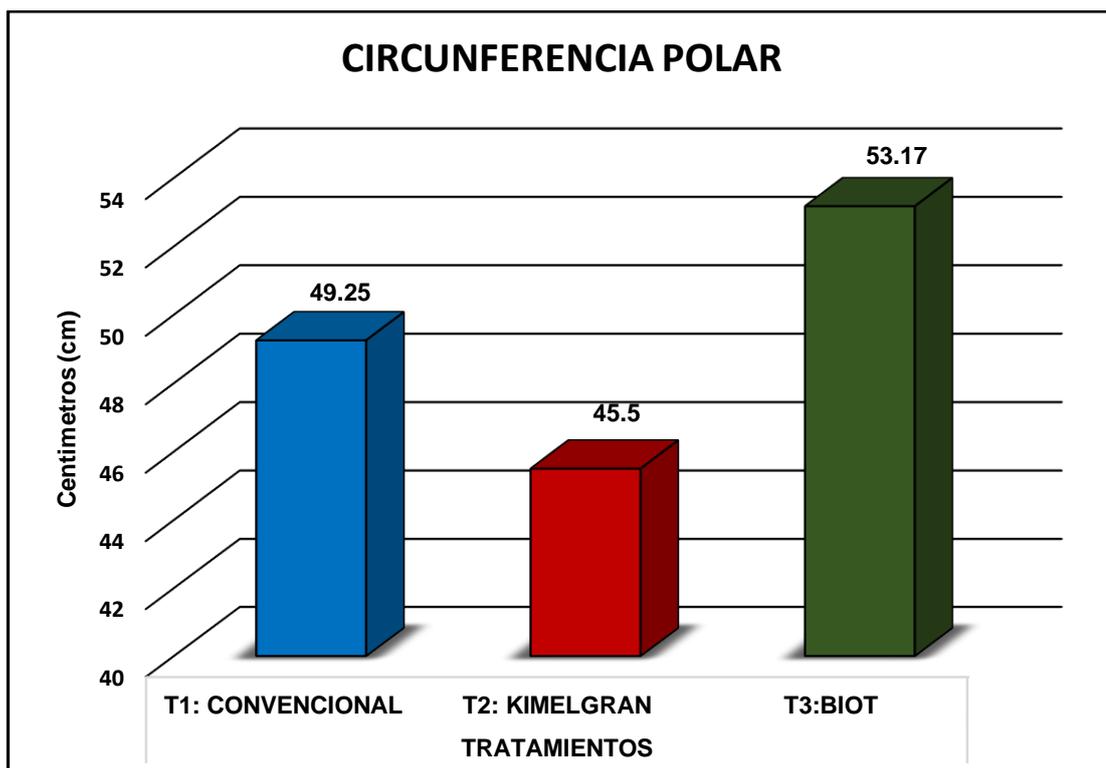
FV	GL	SC	CM	Fc	P - VALUE	SIG.
Tratamiento	2	117.581	58.791	6.69	0.030	*
Bloque	3	124.280	41.427	4.72	0.051	ns
Error	6	52.705	8.784			
Total	11	294.566				

**CV = 6.01%**      **r<sup>2</sup> = 82.09%**       **$\bar{X}$  = 49.33 cm**

La prueba de Tukey para circunferencia polar se muestra en el **cuadro 7**, el cual muestra que al 5% de margen de error se forman dos rangos estadísticos, el primero conformado por los tratamientos T3 y T1 y el segundo por los tratamientos T1 y T2, esto indica que el tratamiento T3 es diferente y superior al T2. Al 1% de margen de error, los tratamientos se comportan de la misma manera para la variable. El tratamiento T3 registra el mayor promedio con 53.17 tal como se representa en la **Figura 1**.

**Cuadro 7.** Prueba de Tukey para circunferencia polar.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	T3 BIOT	53.17	a	a
2	T1 NPK	49.33	a b	a
3	T2 KIMELGRAN	45.50	b	a



**Figura 1.** De circunferencia polar de pella.

#### 4.1.2. Circunferencia ecuatorial

El análisis de varianza de la **Cuadro 8** indica que para la fuente Bloques y Tratamientos no se evidencian diferencias estadísticas significativas al 5% y 1% de margen de error, es decir que en cada bloque se realizó el mismo manejo del cultivo y en el caso de la fuente tratamientos ninguno de ellos ejerció efecto sobre la variable.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor de 7.07%, lo que muestra precisión en la recolección de datos. El coeficiente de determinación indica que un 74.92% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta un valor de 47.12 cm.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para circunferencia ecuatorial.

FV	GL	SC	CM	Fc	P - VALUE	SIG.
Tratamiento	2	77.65	38.83	3.51	0.098	n.s
Bloque	3	120.83	40.28	3.64	0.084	n.s
Error	6	66.42	11.07			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>264.91</b>				

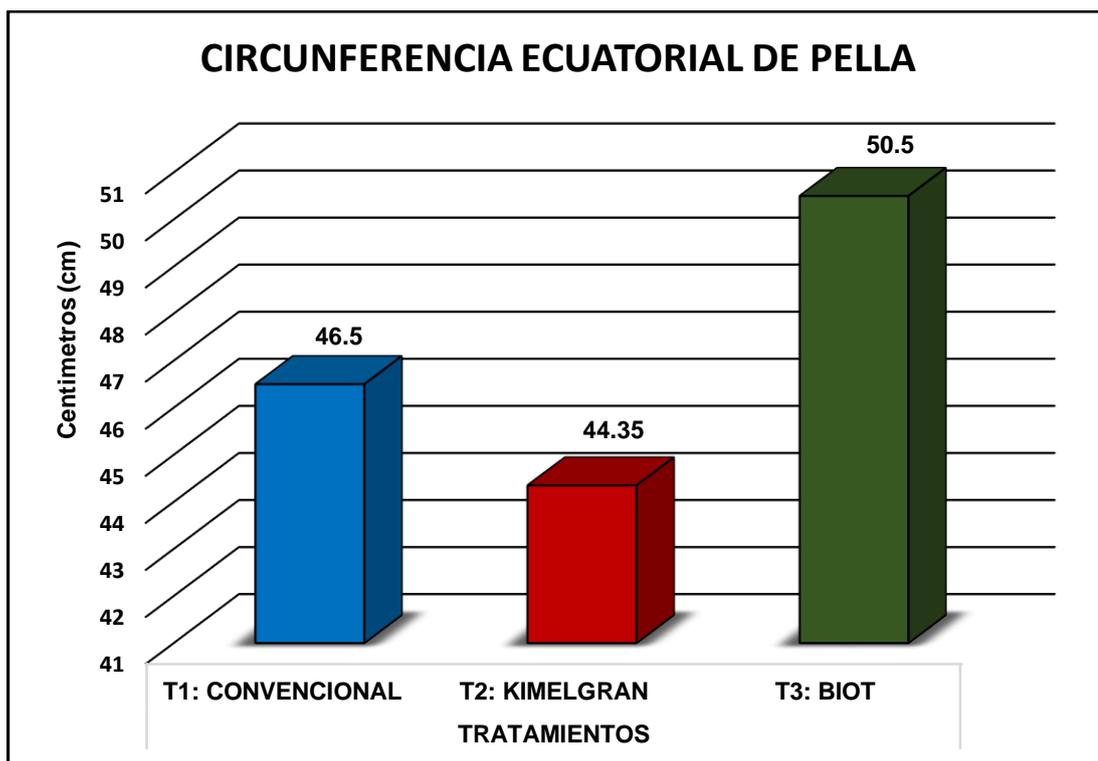
CV = 7.07%

 $r^2 = 74.92\%$  $\bar{X} = 47.12$  cm

En el **cuadro 9**, se muestra la prueba de comparación de promedios de Tukey para diámetro ecuatorial, en donde se observa que no existen niveles de significación estadística para los tratamientos al 5% y 1% de significación. Siendo el tratamiento T3 quien obtuvo el mejor promedio con 50.50 cm de diámetro, seguidos por el tratamiento T1 y T2 con 46.50 cm y 44.35 cm de circunferencia respectivamente; dichos promedios también se ven representados en un histograma de valores en la **figura 2**.

**Cuadro 9.** Promedio de circunferencia ecuatorial.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	T3 BIOT	50.50	a	a
2	T1 NPK	46.50	a	a
3	T2 KIMELGRAN	44.35	a	a



**Figura 2.** De circunferencia ecuatorial de pella.

#### 4.1.3. Peso de pella por planta

En el **cuadro 10** se muestran los resultados del análisis de varianza para peso de pella por planta, donde la fuente Bloques y Tratamientos no se evidencian diferencias estadísticas significativas al 5% y 1% de margen de error.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor aceptable de 18.73%, lo que muestra confianza en el procesamiento de los datos. El coeficiente de determinación indica que un 58.52% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta un valor de 1.59 kg.

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para peso de pella por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	P - VALUE	SIG.
Tratamiento	2	0.1947	0.0974	1.10	0.392	n.s
Bloque	3	0.5549	0.1850	2.09	0.203	n.s
Error	6	0.5317	0.0886			
Total	11	1.2813				

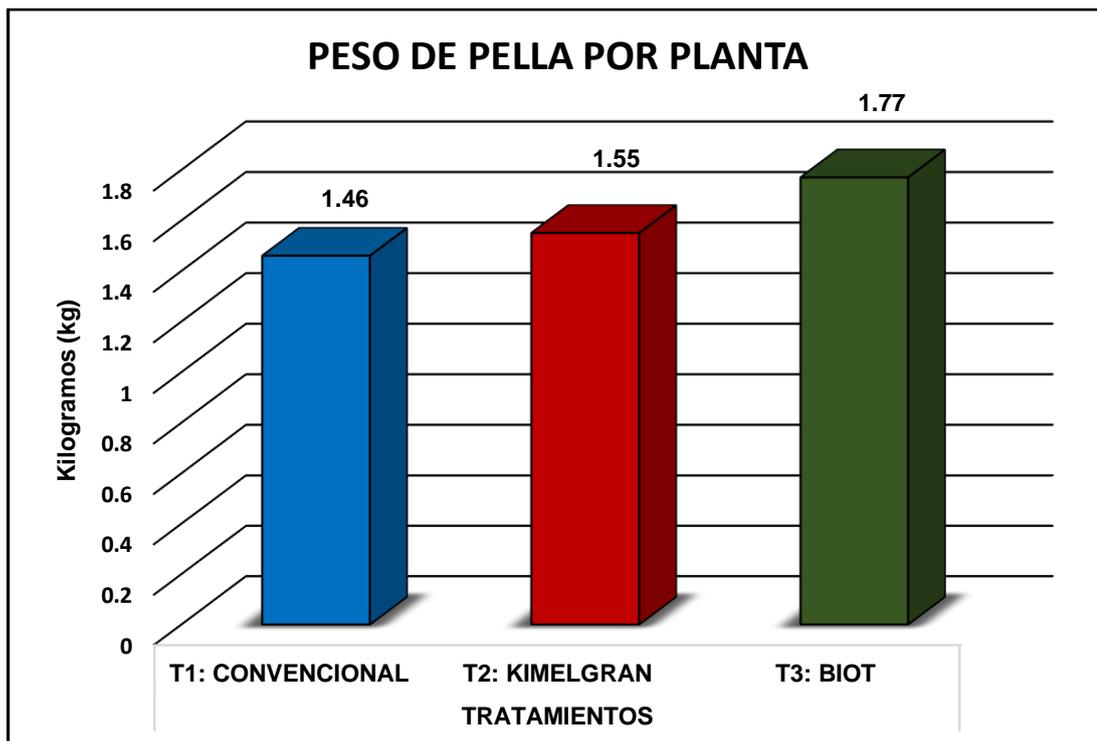
CV = 18.73%

 $r^2 = 58.52\%$  $\bar{X} = 1.59 \text{ kg}$ 

En el **cuadro 11**, se muestra la prueba de comparación de promedios de Tukey para peso de pella por planta, en donde se observa que no existen niveles de significación estadística para los tratamientos al 5% y 1% de significación. Siendo el tratamiento T3 quien obtuvo el mejor promedio con 1.77 kg, seguidos por el tratamiento T2 y T1 con 1.55 kg y 1.46 kg de peso respectivamente; dichos promedios también se ven representados en un histograma de valores en la **figura 3**.

**Cuadro 11.** Promedio de peso de pella por planta.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	T3 BIOT	1.77	a	a
2	T2 KIMELGRAN	1.55	a	a
3	T1 NPK	1.46	a	a



**Figura 3.** peso de pella por planta.

#### 4.1.4. Peso de pellas por área neta experimental

Los promedios de peso de pella por planta se multiplicaron por el total de plantas existentes en el área neta experimental, siendo estas 24 plantas por cada área neta experimental.

El resultado del análisis de varianza se visualiza en el **cuadro 12**, donde para peso de pella por área neta experimental, la fuente Bloques y Tratamientos no se expresan significación estadística al 5% y 1% de margen de error, es decir en los tratamientos el efecto de las fuentes orgánicas es el mismo.

El coeficiente de variabilidad obtuvo un valor confiable de 18.73%, lo que revela precisión en la recolección de datos de campo. El coeficiente de determinación indica que un 58.52% de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta un valor de 38.26 kg.

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para peso de pella por área neta experimental.

FV	GL	SC	CM	Fc	P - VALUE	SIG.
Tratamiento	2	112.16	56.08	1.10	0.392	n.s
Bloque	3	319.62	106.54	2.09	0.203	n.s
Error	6	306.25	51.04			
Total	11	738.02				

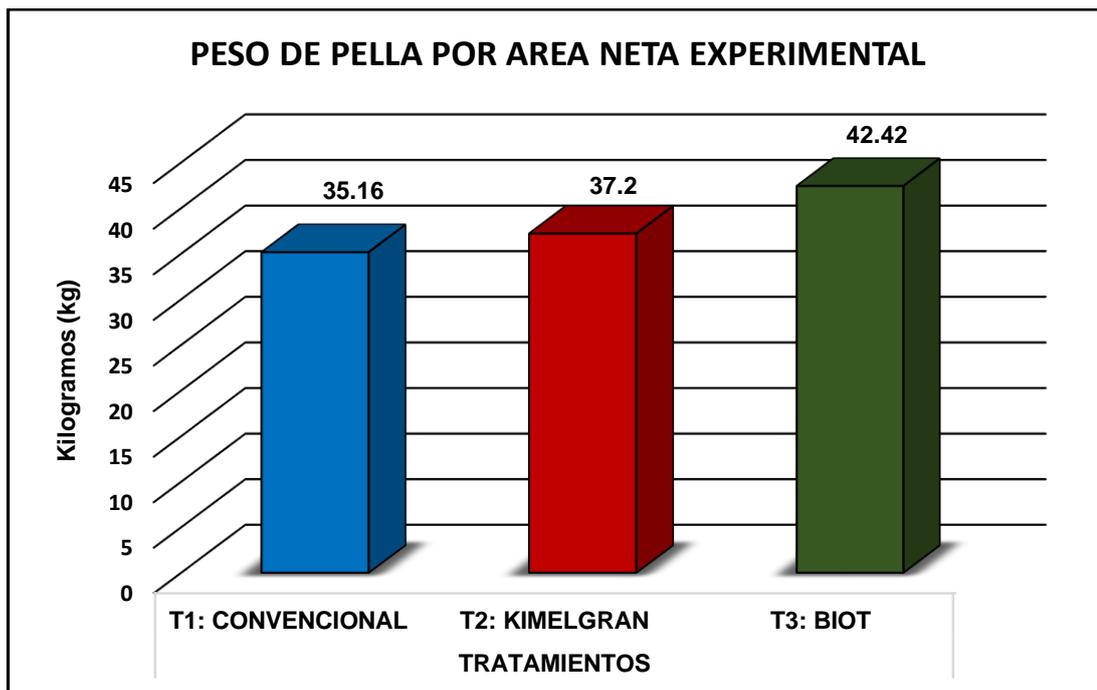
CV = 18.73%

 $r^2 = 58.52\%$  $\bar{X} = 38.26$  kg

El cuadro 13, se muestra la prueba de comparación de promedios de Tukey, en donde observa que el tratamientos T3 superó aritméticamente a los demás tratamientos con 42.42 kg de promedio en peso, seguidos del T2 y T1 con 37.20 kg y 35.16 kg respectivamente; no existiendo significación para los tratamientos al 5% y 1%. Estos resultados también son representados en el histograma de la figura 4.

**Cuadro 13.** Promedio de peso de pella por área neta experimental.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	T3 BIOT	42.42	a	a
2	T2 KIMELGRAN	37.20	a	a
3	T3 NPK	35.16	a	a



**Figura 4.** De peso de pella por área neta experimental.

#### 4.1.5. Rendimiento por hectárea

Los promedios de peso de pella por área neta experimental se transformaron a rendimiento por hectárea mediante una regla de tres simples.

El resultado del análisis de varianza para rendimiento por hectárea se muestra en el **cuadro 14**, donde para la fuente bloques y tratamientos no se muestran diferencias estadísticas significativas al 5% y 1% del margen de error. El coeficiente de variabilidad es de 18.73 % el cual nos indica la precisión y confiabilidad de la recolección de datos y el análisis estadístico. El coeficiente de determinación indica que el 58.52 % de los datos se ajustan al modelo del diseño DBCA. La media general reporta 45547.62 kg.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza para rendimiento por hectárea.

FV	GL	SC	CM	Fc	P - VALUE	SIG.
Tratamiento	2	158952285	79476143	1.10	0.392	n.s
Bloque	3	452972981	150990994	2.09	0.203	n.s
Error	6	434026991	72337832			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>1045952258</b>				

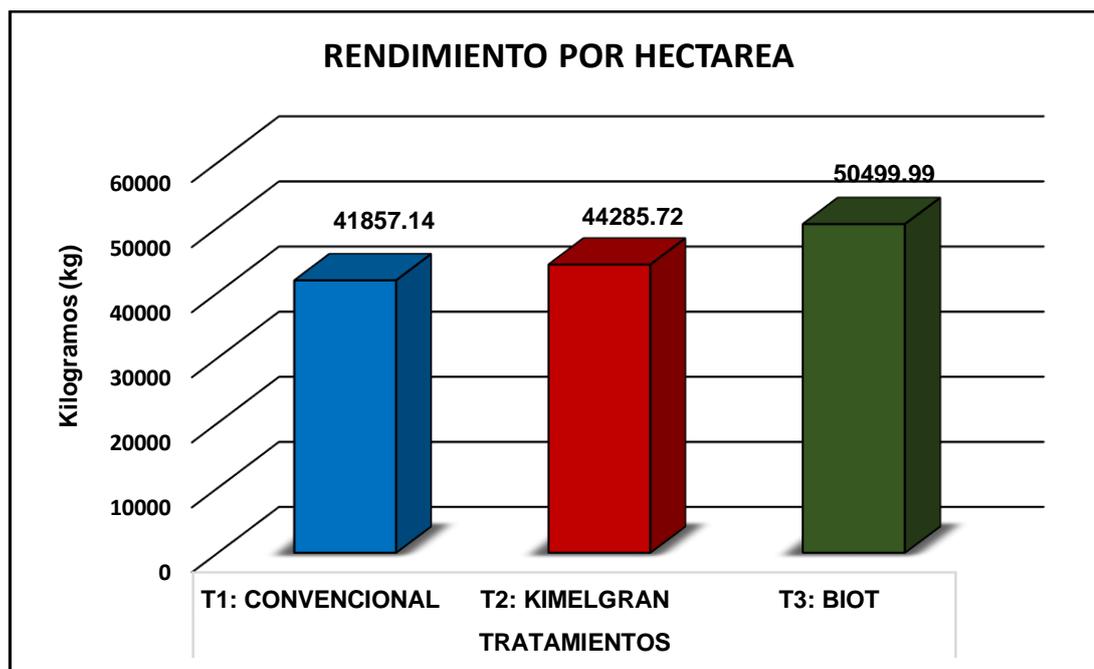
CV = 18.73%

 $r^2 = 58.52\%$  $\bar{X} = 45547.62$  kg

En el **cuadro 15**, se muestra la prueba de comparación de promedios de Tukey a los niveles de significación de 5% y 1%, no existiendo significación entre los promedios de rendimiento por hectárea, siendo el tratamiento T3 quien obtuvo mejor promedio con 50499.99 kg. Seguidos de los tratamientos T2 y T1 con 44285.72 kg y 41857.14 kg respectivamente. Dichos resultados también son mostrados en gráficos del histograma de la **figura 5**.

**Cuadro 15.** Promedio para rendimiento por hectárea.

O.M.	Tratamiento	Promedio	Nivel de significación	
			0.05	0.01
1	T3 BIOT	50499.99	a	a
2	T2 KIMELGRAN	44285.72	a	a
3	T1 NPK	41857.14	a	a



**Figura 5.** Del rendimiento por hectárea.

#### 4.2. Carbono orgánico

El suelo donde se instaló el experimento presenta una textura Franca arenosa, de 3'200,000 kg/ha del suelo, 2.25 % de M.O y 1.31 % de C orgánico equivalente a 41,920 kg/ha de C orgánico (**cuadro 16**). El tratamiento T3 reporta un mayor incremento en porcentaje de C orgánico con 0.41% lo que equivale a 13,120 kg/ha, seguido del tratamiento T2 el cual tuvo una variación de 0.35% equivalente a 11,200 kg/ha; y el tratamiento T1 es el que menor variación de C orgánico presenta con 0.07 % equivalente en peso a 2240 kg/ha. (**cuadro 17** y **cuadro 18**). Estos valores son representados por grafico de histogramas en la **figura 6** y **figura 7**.

**Cuadro 16.** Características físicas, % M.O y % C orgánico del suelo antes de la aplicación de fuentes orgánicas.

	Clase textural	Franco arenoso
<b>Suelo</b>	Peso del suelo (kg/ha),	3'200,000.00
	Capa arable (m.)	0.20
<b>% M.O</b>	Inicial	2.25
	Inicial	1.31
<b>% C. org.</b>	kg/ha	41,920.00

**Cuadro 17.** Variación del porcentaje de C orgánico del suelo.

<b>Tratamientos</b>	<b>% C. org inicial</b>	<b>% C org. Final</b>	<b><math>\Delta</math>% C. org.</b>
T1: Convencional NPK	1.31	1.38	0.07
T2: Kimelgran	1.31	1.66	0.35
T3: BIOT	1.31	1.72	0.41

**Cuadro 18.** Variación de kilogramos por hectárea de C orgánico del suelo.

<b>Tratamientos</b>	<b>C org. inicial (kg/ha)</b>	<b>C org. Final (kg/ha)</b>	<b><math>\Delta</math> C org. (kg/ha)</b>
T1: Convencional NPK	41,920.00	44,160	2,240
T2: Kimelgran	41,920.00	53,120	11,200
T3: BIOT	41,920.00	55,040	13,120

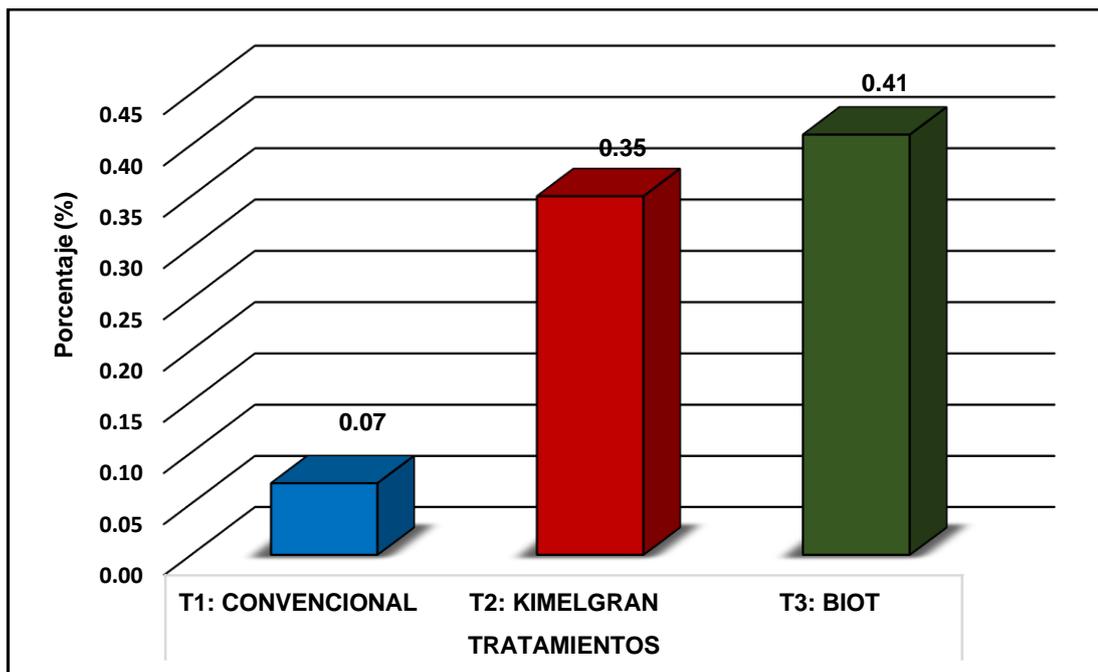


Figura 6. Porcentaje de incremento de Carbono en el suelo.

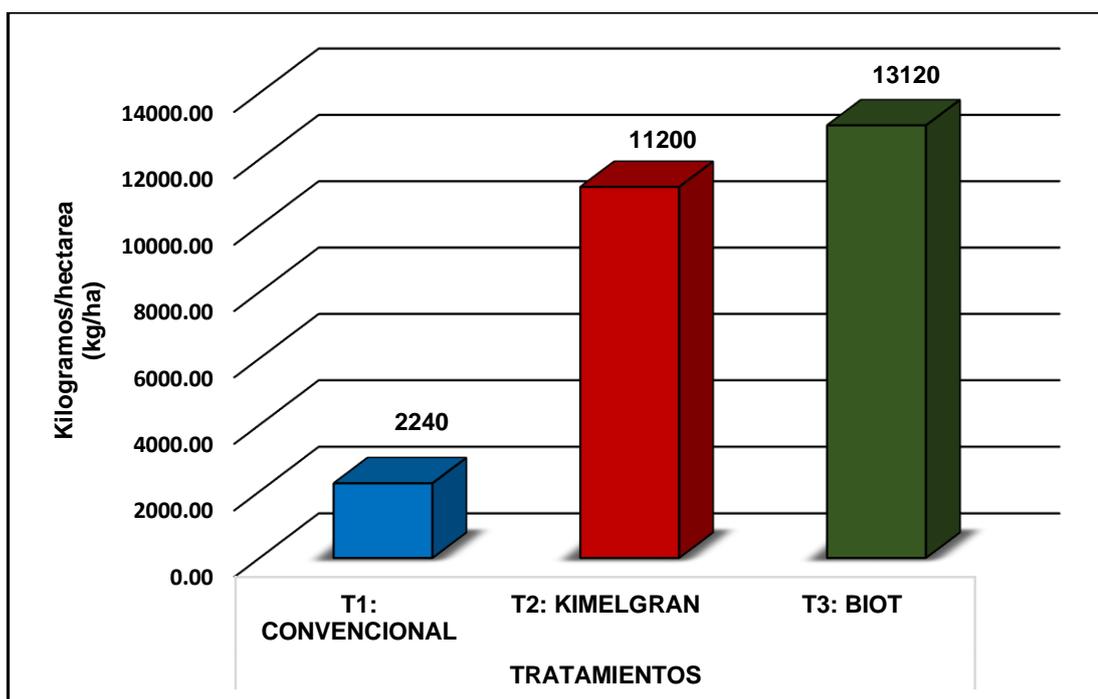


Figura 7. Incremento de Carbono del suelo en kilogramos por hectárea.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

#### 5.1.1. Circunferencia polar

Los resultados expresan que los tratamientos T3 (Biot) y T2 (Kimelgran) destacan estadísticamente al obtener los mayores tamaños con 53.17 y 49.33 cm respectivamente, promedios que son superiores a lo obtenido por Págalo (2007) y Salinas (2012) de 18,57 cm y 24,39 cm respectivamente.

El comportamiento obtenido por el tratamiento T2 (Kimelgran) es destacable ya que el promedio reportado es estadísticamente semejante al tratamiento T3 (Biot), esto es posible debido a que Kimelgran aporta una cantidad importante de silicio de origen vegetal el cual mejora la asimilación del nitrógeno, fósforo y potasio (Martínez y Valdivieso, 2018)

Por otro lado, las condiciones del suelo del campo experimental favorecieron el desarrollo de la planta de col morada al tener una textura franco arenoso, coincidiendo con lo mencionado por Maroto (2002) que el cultivo prefiere suelo de textura media a arcillosa.

#### 5.1.2. Circunferencia ecuatorial

Respecto a esta variable el efecto de los tratamientos no mostró efecto, al tener un comportamiento semejante, variando los promedios entre 14.12 y 16.07 cm, que al ser confrontados con Palacios (2014) es superado, debido a que aplicó el abono jacinto de agua (*Eichornia crassipens*) el cual posee alta concentración de materia orgánica.

Cabe destacar el efecto de los tratamientos T1 (Convencional NPK y T2 (Kimelgran) los cuales mostraron un efecto similar al del tratamiento T3

(Biot), al tener concentraciones de macro y micro nutrientes considerables (ITAGRO, 2019; Martínez y Valdivieso, 2018).

### **5.1.3. Peso de pella por planta**

En cuanto a esta variable, los tratamientos en estudio mostraron un efecto similar estadísticamente. En el peso de pella por planta los promedios fluctuaron entre 1.46 a 1.77 kg, por área neta experimental variaron de 17.56 a 21.21 kg, y por hectárea entre 41,812.50 a 50,490.48 kg/ha. Siendo el tratamientos T3 el que mayor promedio reporta, seguido del tratamientos T2 y T1.

El resultado obtenido es superado por Págalo (2007) y Salinas (2012) quienes reportan 64,900; 65,089.29 y 65,090 kg/ha respectivamente, debido a que aplicaron altos niveles de abono orgánico. Por otra parte, los resultados son superiores al contrastarse con Palacios (2014) y Caicedo (2015); lo que demuestra la posibilidad de superar los resultados obtenidos si se incrementan las dosis de Kimelgran y Biot.

## **5.2. CARBONO ORGÁNICO**

Respecto a esta variable se logró un mayor incremento de carbono orgánico con los tratamientos T3 (Biot) y T2 (Kimelgran) con 0.35 y 0.41% respectivamente y expresado en kilogramos por hectárea de 13,120 y 11,200 kg/ha. Estos resultados evidencian que si se realiza un manejo adecuado del suelo y de los fertilizantes sintéticos es posible mantener las condiciones del suelo en equilibrio (Ringuelet y Gil, 2005), ya que el carbono orgánico permite una mayor disponibilidad de nitrógeno, incrementa la solubilidad de los demás nutrientes y la población de microorganismos, asimismo modifica las propiedades físicas del suelo (Martínez *et al.*, 2008), esto último se evidencia en el análisis de suelo previo, donde la textura del suelo fue Franco Arenoso y el análisis posterior registra la clase textural Franco.

El análisis estadístico de los componentes de rendimiento circunferencia y peso de pella, demuestran que la aplicación del tratamiento T3 (Biot) y T2 (Kimelgran) tuvo una mineralización más rápida y mejor sincronización de esta con las necesidades nutricionales del cultivo (Arévalo *et al.*, 2007).

Sin embargo, los resultados de circunferencia y peso de pella también indican que el T1 (NPK) tuvo un comportamiento similar a los tratamientos T3 y T2, a pesar de aportar menor cantidad de carbono orgánico (0.07% y 2,240.00 kg/ha), lo que se debe al incremento de la capacidad del intercambio catiónico (CIC), que según ITAGRO (2019) Biot tiene la función principal del intercambio de iones entre los nutrientes del suelo y las raíces de las plantas.

## VI. CONCLUSIONES

Según a los resultados obtenidos y de acuerdo a los objetivos específicos planteados se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Las fuentes de abonamiento Biot (T3) y Kimelgran (T2) reportaron un mayor incremento del carbono orgánico en el suelo con 0.35 y 0.41% respectivamente y expresado en kilogramos por hectárea de 13,120 y 11,200 kg/ha; y el menor incremento por Convencional NPK (T1) de 0.07% y 2,240 kg/ha.
2. En los componentes de rendimiento: tamaño de pella, los tratamientos Biot (T3) y Convencional NPK (T1) destacan con 53.17 y 49.33 cm respectivamente, en cambio en la circunferencia y peso de pella los tratamientos en estudio mostraron un mismo efecto. El Biot (T3) mostró semejanza en los promedios con Convencional NPK (T1) y Kimelgran (T2) a pesar de aportar menor cantidades de carbono orgánico.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Considerar dentro del plan de abonamiento del cultivo de col morada la aplicación de la fuente orgánica Kimelgran y Biot por el comportamiento mostrado en las variables carbono orgánico y componentes de rendimiento.
2. Efectuar investigaciones acumulación de carbono orgánico en el suelo mediante la aplicación de otras fuentes orgánicas como el humus, compost, bocashi y abonos verdes.
3. Realizar el mismo estudio con otras especies hortícolas y determinar la tasa de acumulación de carbono orgánico en el suelo.

## VIII. LITERATURA CITADA

1. **Arévalo, G.; Hernández, T.; Salcedo, E.; Galvis, A. 2007.** Aplicación de fertilizantes sintéticos o abonos verdes y su efecto sobre la cantidad de nitrato residual en el suelo. Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente. 13 (02). 85 – 90 pp.
2. **Bustamante. 2007.** Evaluación de la germinación y vigor en semillas de pensamiento (*Viola sp*), brócoli (*Brassica oleáceas var. Itálica*), coliflor (*Brassica oleácea var. Botrytis*) y repollo (*Brassica oleáceas var. Capitata*) Investigación agronómica. España.
3. **Babilonia, A. y Reategul, J. (1994).** El cultivo de hortalizas en la selva baja del Perú. Manual Técnico- Práctico. Iquitos- Perú. 187 pp.
4. **Blasco, M. & Burbano, H. 2015.** La vida en el suelo. Notas sobre su bioquímica y microbiología. Pasto: Impresos La Castellana. 365p.
5. **Caicedo, D. 2015.** Respuesta del cultivo de col morada (*Brassica oleracea*) a la aplicación de abonos orgánicos en la zona de Babahoyo. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos – Ecuador. 65 p.7
6. **cásseres, E. (1984).** Producción de Hortalizas. Edit. IICA, San José - Costa Rica. 378 pág.
7. **Cunalata, C. 2013.** Determinación de carbono orgánico total presente en el suelo y la biomasa de los parámetros de las comunidades de Chimborazo y Shobo en Ecuador 2013. Tesis para obtener título de ingeniero agrónomo. Escuela superior politécnica de chimborazo – Ecuador.
8. **Docampo, R. 2010.** La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola. Serie Actividades de Difusión N°

687. Las Brujas: INIA -Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate". 81 - 88p.
9. **Chávez, F. 2007.** El cultivo de la col. Quito – Ecuador. Curso internacional de producción de hortalizas para la exportación (Corporación PROEXANT). 7p
10. **Ecured. 2017.** Cultivo de col. (en línea). Consultado el 29 de noviembre del 2017 disponible en: <https://www.ecured.cu/Col>
11. **Ecohortum 2019.** Cultivo de col lombarda. (en línea). Consultado el 3 de noviembre 2019 disponible en:
12. **Enciclopedia agropecuaria. 2007.** Producción Agrícola II. Práctica de la agricultura y ganadería. Cultivos protegidos Editorial Océano Centrum. Barcelona España. 768p.
13. **Eco agricultor. 2019.** El cultivo de la col lombarda y el repollo. (en línea). Consulta realizada el 5 de noviembre del 219. Disponible en: <https://www.ecoagricultor.com/el-cultio-col-lombarda-y-repollo/>
14. **FAO. 2019.** Mapa de carbono orgánico del suelo. (en línea). Consulta realizada 3 de noviembre de 2019 disponible en: <http://www.fao.org/3/i8195es/l8195ES.pdf>
15. **Fundesyram. 2019.** Manejo agronómico del cultivo de repollo. (en línea) consulta realizada el 5 de noviembre del 2019 disponible en: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1205>
16. **FAXSA. (2019).** Col repollo, información general y de cultivo. (En línea). Consultado el 15 de octubre del 2019 disponible en: <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60cl001.htm>.

17. **Gordon y Barden (1992)**. Horticultura. Editorial AGT. Editor S.A. México. 727 pp.
18. **Infoagro. 2017**. El cultivo de la col china. (en línea). Consulta realizada en noviembre de 2017 disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/colchina.htm>
19. **ITAGRO. 2019**. Ficha técnica de Biot. (En línea). Consultado el 25 de marzo de 2019. Disponible en: <http://itagro.com.pe/papers/ft/FT-ITAGRO-BIOT.pdf>
20. **Jaramillo J. y Díaz, C. 2005**. El Cultivo de las Crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Compiladores. CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Manual Técnico 4. Rio negro, Antioquia, Colombia. 176 p
21. **Labrador, J. 2012**. Avances en el conocimiento de la dinámica de la materia orgánica dentro de un contexto agroecológico. Agroecología. 7: 91-108.
22. **Manual de horticultura. 2017** guía completa para el cultivo y cuidado de hortalizas (en línea). Consultado el 29 de noviembre del 2017 disponible en: <https://es.scribd.com/doc/56665949/Manual-de-Horticultura-Guia-completa-para-el-cultivo-y-cuidado-de-hortalizas>
23. **Maroto, J.V. 2002**. Horticultura Herbácea Especial. 5ta Edición. Ed. Mandí Prensa. Madrid- España. 197p
24. **Martínez, E.; Fuentes, J.; Acevedo, E. 2008**. Carbono orgánico y propiedades del suelo. Revista Científica de Suelo Nutr. Veg. 8 (1). 68-96 PP.

25. **Martínez, M y Valdiviezo, V. 2018.** Ficha técnica de Kimelgran (en línea). Consultada 03 de octubre del 2018. Disponible en: <http://www.chemiesa.com/wp-content/uploads/2015/04/Ficha-Tecnica-KIMELGRAN.pdf>
  
26. **Mora, M.D.1990.** Manejo de la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella L*) en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea var. capitata*) en el Departamento de Francisco Morazán. Honduras. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras, C.A.117-120p.
  
27. **Págalo, H. 2007.** Efectos del humus de lombriz y bocashi en tres híbridos de col (Brásica olerácea), en la parroquia Calpi, provincia de Chimborazo (en línea). Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, EC. Consultado: 01 de Diciembre del 2017. Disponible en: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/170/1/TESIS.pdf>
  
28. **Palacios, J. 2014.** Comportamiento agronómico de las hortalizas col verde (*Brassica oleracea var. Viridis*), col morada (*B. oleracea var. Capitata*), con dos tipos de fertilizantes orgánicos en el Centro Experimental La Playita 2013. Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Técnica de Cotopaxi. México. 88 p.
  
29. **Pamplona. 2012.** Importancia de Cultivos Hortícolas. Editorial Ataneo. Colombia 32 p
  
30. **Serrano, Z. 1996.** Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Ed. Zoilo Serrano Cermeño. Sevilla. 638 pp.
  
31. **Salinas, I. 2012.** Los abonos orgánicos y el rendimiento del cultivo de col (*Brassica oleracea*) var. Capitata Corazón de Buey en condiciones edafoclimáticas de Huacrachucro. Tesis para optar el Título de

Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco – Perú. 64 p.

32. **Sisalima, F. 2017.** Estudio técnico de caracterización física, química y funcional con aplicación al proyecto de norma técnica INEN de col morada (*Brássica olerácea* var. capitata f. rubra). (En línea). Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Industrialización de Alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial, EC. Consultado: 01 de diciembre del 2017. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/1>
33. **Van Haeff y Berlijn, D. (1992).** Manual para educación agropecuari<sup>a</sup>. Editorial Trillas. 100 pp.
34. **Wikipedia (2019).** Brassica oleracea var. Capitata. (en línea) consultado 5 de noviembre 2019 disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Brassica\\_oleracea\\_var.\\_capitata\\_f.\\_rubra](https://es.wikipedia.org/wiki/Brassica_oleracea_var._capitata_f._rubra)

## ANEXOS

### ANEXO 1. Promedios de circunferencia polar de pella

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T1: Convencional NPK	42.25	49.33	52.50	53.25	<b>49.33</b>	<b>197.33</b>
T2: Kimelgran	42.58	39.33	49.00	51.08	<b>45.50</b>	<b>182.00</b>
T3: Biot	51.58	51.83	55.83	53.42	<b>53.17</b>	<b>212.67</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>45.47</b>	<b>46.83</b>	<b>52.44</b>	<b>52.58</b>	<b>49.33</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>136.42</b>	<b>140.50</b>	<b>157.33</b>	<b>157.75</b>		<b>592.00</b>

### ANEXO 2. Promedios de circunferencia ecuatorial de pella

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T1: Convencional NPK	41.67	42.33	48.75	53.25	<b>46.50</b>	<b>186.00</b>
T2: Kimelgran	41.25	38.42	48.33	49.42	<b>44.35</b>	<b>177.42</b>
T3: Biot	50.75	50.67	48.08	52.50	<b>50.50</b>	<b>202.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>44.56</b>	<b>43.81</b>	<b>48.39</b>	<b>51.72</b>	<b>47.12</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>133.67</b>	<b>131.42</b>	<b>145.17</b>	<b>155.17</b>		<b>565.42</b>

**ANEXO 3.** Promedios de peso de pella por planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T1: Convencional NPK	1.18	1.05	1.55	2.08	<b>1.46</b>	<b>5.85</b>
T2: Kimelgran	1.41	1.58	1.40	1.81	<b>1.55</b>	<b>6.20</b>
T3: Biot	1.78	2.02	1.29	1.98	<b>1.77</b>	<b>7.07</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.46</b>	<b>1.55</b>	<b>1.41</b>	<b>1.96</b>	<b>1.59</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>4.37</b>	<b>4.65</b>	<b>4.23</b>	<b>5.87</b>		<b>19.12</b>

**ANEXO 4.** Promedios de peso de pella por área neta experimental

TRATAMIENTOS	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T1: Convencional NPK	28.32	25.20	37.20	49.92	<b>35.16</b>	<b>140.64</b>
T2: Kimelgran	33.84	37.92	33.60	43.44	<b>37.20</b>	<b>148.80</b>
T3: Biot	42.72	48.48	30.96	47.52	<b>42.42</b>	<b>169.68</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>34.96</b>	<b>37.20</b>	<b>33.92</b>	<b>46.96</b>	<b>38.26</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>104.88</b>	<b>111.60</b>	<b>101.76</b>	<b>140.64</b>		<b>459.12</b>

**ANEXO 5.** Promedios de rendimiento por hectárea.

TRAT	BLOQUES				PROMEDIO	TOTAL
	I	II	III	IV		
T1: NPK	33726.19	29904.76	44178.57	59440.48	<b>41812.50</b>	<b>167250.00</b>
T2: Kimelgran	40404.76	45095.24	39988.10	51595.24	<b>44270.83</b>	<b>177083.33</b>
T3: Biot	50714.29	57809.52	36773.81	56664.29	<b>50490.48</b>	<b>201961.90</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>41615.08</b>	<b>44269.84</b>	<b>40313.49</b>	<b>55900.00</b>	<b>45524.60</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>124845.24</b>	<b>132809.52</b>	<b>120940.48</b>	<b>167700.00</b>		<b>546295.24</b>

## ANEXO 6. Análisis de suelo previo a la instalación del experimento



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 AV. UNIVERSITARIA S/N - TINGO MARIA - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

[analisisdesuelosunass@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunass@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE		SAN ROQUE MAGUÑA MELISSA M.				PROCEDENCIA				UNHEVAL - HUANUCO													
N°	COD. LAB.	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
		CULTIVO	SECTOR	Arena %	Arcilla %	Limo %							Ca	Mg	K	Na	Al	H					Bas. Camb.
1	S2634	CAMOTE	CAYHUAYNA	63.2	18.4	18.4	Pranco Arenoso	7.07	2.25	0.10	17.78	111.95	8.50	6.40	1.45	0.36	0.29	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA : 22 de febrero del 2018

RECIBO: 0532243



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis G. Mansilla Mireya  
 JEFE

## ANEXO 7. Análisis de suelo posterior de la instalación del experimento



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 AV. UNIVERSITARIA S/N - CARRETERA CENTRAL KM 1.21 - TINGO MARIA - CELULAR 941531359  
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos  
[analisisdesuelos@hottmail.com](mailto:analisisdesuelos@hottmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:			SAN ROQUE MAGUIÑA MELISSA M.										PROCEDENCIA:			UNHEVAL									
Nº LAB.	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO					pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES						CICe	%	%	%		
	REFERENCIA	SECTOR	Arena	Arcilla	Limo	Textura	Ca							Mg	K	Na	Al	H	Bas. Camb.					Ac. Camb.	Sat. Al
1	S3173	M1	COL MORADA	CAYHUAYNA	41	22	37	Franco	7.60	2.38	0.11	5.24	69.27	7.17	5.52	1.32	0.09	0.23	--	--	--	--	100.00	0.00	0.00
2	S3174	M2	COL MORADA	CAYHUAYNA	51	21	29	Franco	7.75	2.86	0.13	5.52	73.47	7.12	5.60	1.29	0.12	0.11	--	--	--	--	100.00	0.00	0.00
3	S3175	M3	COL MORADA	CAYHUAYNA	51	20	29	Franco	7.46	2.96	0.13	5.71	73.97	6.94	5.45	1.30	0.12	0.07	--	--	--	--	100.00	0.00	0.00

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

FECHA : 12 de junio del 2018

RECIBO N° 001-0545336

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
 LAB. ANALISIS DE SUELOS

Ing. Luis C. Mansilla Miroya  
 JEFE



**ANEXO 8.** Panel fotográfico de la investigación.



**Fig. 1.** Preparación del terreno.



**Fig. 2.** Trazado del terreno.



**Fig. 3.** adquisición de las plántulas.



**Fig.4.** Trasplante.



Fig. 5. Riego.



Fig. 6. Riego.



**Fig. 7.** Deshierbo.



**Fig. 8.** Deshierbo.



**Fig. 9.** secado de muestra para el análisis.



**Fig. 10.** Abonamiento.



**Fig. 11.** Aporque.



**Fig. 12.** Aporque.



**Fig. 13.** Recolección de babosas.



**Fig. 14.** Control fitosanitario.



**Fig. 15.** Cosecha.



**Fig. 16.** Cosecha.



**Fig. 17.** Diámetro polar de pella.



**Fig. 18.** Peso del Pella.



Fig.19. Evaluación de jurados del área experimental.

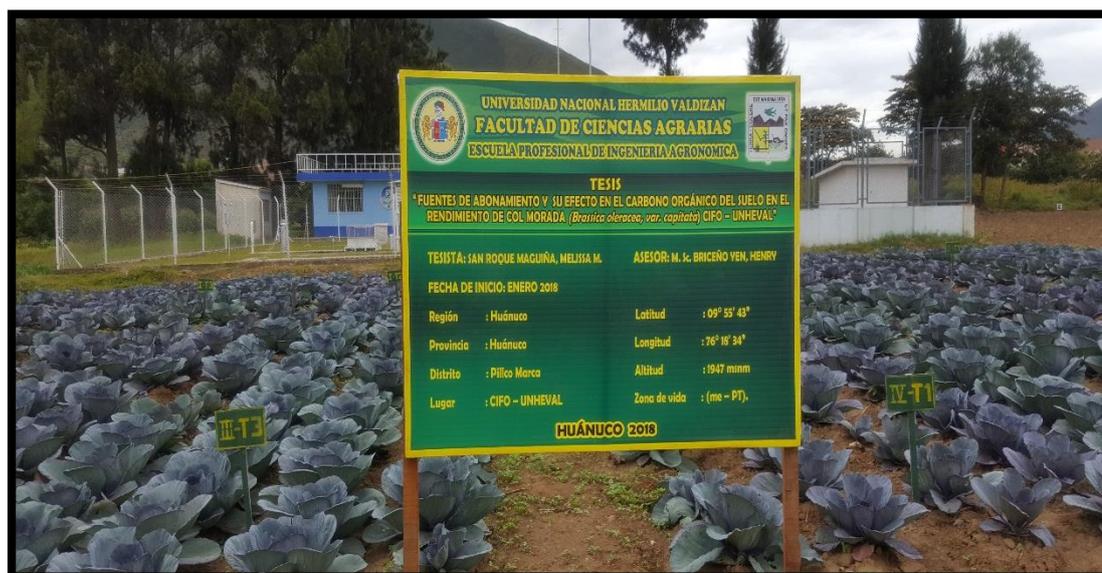


Fig. 20. Panel de investigación.

