

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral  
en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L. variedad itálica)**

**Canaán, 2750 msnm – Ayacucho**

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

**PRESENTADO POR:  
Kevin Jhossler Vivanco Orosco**

**ASESOR:  
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**

**Ayacucho – Perú**

**2023**

*A mis padres Antonia y Artidoro, pilares de mi educación, con todo mi cariño ya que fueron quienes me orientaron en mi vida personal y profesional.*

*A mi hermana Gisela quien me ayudó en el presente trabajo de investigación.*

*A mi abuelo Antonio quien descansa en paz, quien ilumina mi camino desde el cielo, a mi abuela Ritha quien estuvo acompañándome la mayor parte de mi vida, a mis primos(as) quienes pretenden seguir mi camino.*

## **AGRADECIMIENTO**

Mi profunda gratitud a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Institución prestigiosa de mi formación profesional, a la Facultad de Ciencias Agrarias, donde compartimos los saberes durante el proceso de mi formación profesional.

De forma especial a la Escuela Profesional de Agronomía y a mis maestros del Departamento Académico de Agronomía y Zootecnia, por haberme brindado sus conocimientos, experiencias para acumular las competencias pertinentes durante mi estadía en sus aulas universitarias.

Al ingeniero Walter Augusto Matéu Mateo por su colaboración y aporte en la instalación, conducción y evaluación del presente trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Antecedentes de la investigación.....	4
1.2 Centro de origen y distribución.....	4
1.3 Clasificación taxonómica.....	5
1.4 Composición nutritiva del brócoli.....	5
1.5 Morfología de la planta.....	6
1.5.1 Sistema radicular.....	6
1.5.2 Tallo.....	6
1.5.3 Hojas.....	6
1.5.4 Inflorescencia.....	6
1.5.5 Flores.....	7
1.5.6 Fruto.....	7
1.5.6.1 Semilla.....	7
1.6 Fases del cultivo.....	7
1.7 Variedades de brócoli.....	8
1.8 Requerimientos edafoclimáticos.....	9
1.8.1 Clima.....	9
1.8.2 Suelo.....	10
1.8.3 Agua.....	10
1.9 Manejo agronómico.....	11
1.9.1 Almácigo.....	11
1.9.2 Época de siembra.....	11
1.9.3 Trasplante.....	12
1.9.4 Densidad de plantas y su efecto.....	12

1.9.5	Aporque y escarda.....	15
1.9.6	Riego .....	16
1.9.7	Abonamiento .....	16
1.9.8	Control de malezas .....	18
1.9.9	Plagas y enfermedades .....	19
1.9.10	Cosecha .....	19
1.9.11	Postcosecha .....	20
1.9.12	Rendimiento .....	21
1.10	Descripción de abonos orgánicos e inorgánicos .....	22
1.10.1	Características generales .....	22
1.10.2	Categorías de los abonos o fertilizantes .....	22
1.10.3	Abonos orgánicos .....	23
1.10.4	Compost .....	24
1.10.5	Abonos inorgánicos.....	26
1.10.6	Proceso de fabricación de fertilizantes inorgánicos .....	28
1.10.7	Principales características de los fertilizantes inorgánicos. ....	28
1.10.8	Tipos de fertilizantes inorgánicos .....	29
CAPÍTULO II.....		34
METODOLOGÍA .....		34
2.1	Ubicación del terreno .....	34
2.1.1	Ubicación .....	34
2.1.2	Análisis físico químico del suelo .....	34
2.1.3	Análisis físico- químico del abono orgánico (mallki).....	35
2.2	Características climáticas .....	36
2.3	Material vegetal.....	39
2.4	Factores de estudio.....	40
2.5	Tratamientos.....	40
2.6	Descripción del campo experimental .....	40
2.6.1	Características del experimento .....	40
2.7	Diseño experimental.....	42
2.8	Instalación y conducción del experimento .....	42
2.8.1	Almácigo .....	42
2.8.2	Limpieza del terreno.....	43

2.8.3	Preparación del terreno.....	43
2.8.4	Demarcación y estacado del campo experimental .....	43
2.8.5	Trasplante .....	43
2.8.6	Recalce .....	43
2.8.7	Abonamiento .....	43
2.8.8	Riego .....	44
2.8.9	Aporque y deshierbo .....	44
2.8.10	Control fitosanitario .....	44
2.8.11	Cosecha .....	44
2.9	Parámetros evaluados.....	45
2.9.1	Número de hojas por planta .....	45
2.9.2	Altura de planta (cm).....	45
2.9.3	Diámetro ecuatorial de la pella (cm) .....	45
2.9.4	Altura de pella (cm).....	45
2.9.5	Diámetro del pedúnculo de la pella (mm) .....	45
2.9.6	Peso de pella (g) .....	45
2.9.7	Peso de la planta (kg) .....	46
2.9.8	Rendimiento de pella (kg. ha <sup>-1</sup> ) .....	46
CAPÍTULO III .....		47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		47
3.1	Número de hojas por planta .....	47
3.2	Altura de planta .....	48
3.3	Diámetro ecuatorial de la pella .....	49
3.4	Altura de pella .....	50
3.5	Diámetro del pedúnculo .....	52
3.6	Peso de la pella.....	53
3.7	Peso biomasa.....	56
3.8	Rendimiento de pella.....	57
3.9	Análisis de costo beneficio .....	61
CONCLUSIONES.....		63
RECOMENDACIONES .....		64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		65
ANEXOS.....		72

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Efecto de la densidad de siembra del brócoli cv. “Pirate” sobre el rendimiento y características de inflorescencia primaria” .....	13
Tabla 1.2. Calidad de la producción de brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. itálica) cv. Imperial bajo 4 densidades de siembra .....	14
Tabla 1.3. Extracción de N, P Y K por brócoli cv. Medium late 423 .....	17
Tabla 1.4. Categorías de las pellas de brócoli según su diámetro .....	20
Tabla 1.5. Cantidad de compost por cultivo .....	25
Tabla 1.6. Rangos y valores medios en la composición química del compost .....	26
Tabla 2.1. Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán a 2750 ms n. m .....	35
Tabla 2.2. Análisis físico químico de la muestra del abono orgánico (Mallki) .....	36
Tabla 2.3. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014-2015, de la Estación Meteorológica de Canaán (Senamhi)-Ayacucho .....	37
Tabla 2.4. Características del brócoli imperial.....	39
Tabla 2.5. Tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo de investigación .....	40
Tabla 3.1. Análisis de variancia del número de hojas por planta.....	47
Tabla 3.2. Análisis de variancia de la altura de planta.....	48
Tabla 3.3. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización en promedio de la densidad de siembra para la altura de planta.....	48
Tabla 3.4. Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de la pella.....	49
Tabla 3.5. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el diámetro ecuatorial de la pella en promedio de las densidades de planta .....	50
Tabla 3.6. Análisis de variancia de la altura de pella.....	50
Tabla 3.7. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para la altura de inflorescencia .....	51
Tabla 3.8. Análisis de variancia del diámetro del pedúnculo .....	52
Tabla 3.9. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el diámetro del pedúnculo .....	52
Tabla 3.10. Análisis de variancia del peso de pella .....	53
Tabla 3.11. Prueba de Tukey del efecto principal de densidad para el peso de pella .....	54

Tabla 3.12. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el peso de pella....	54
Tabla 3.13. Análisis de variancia del peso de biomasa.....	56
Tabla 3.14. Prueba de Tukey del efecto principal de densidad para el peso de la biomasa a la madurez de cosecha.....	56
Tabla 3.15. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el peso de la biomasa por planta .....	56
Tabla 3.16. Análisis de variancia del rendimiento de pella .....	57
Tabla 3.17. Prueba de Tukey del efecto principal de densidad para el rendimiento de pella .....	57
Tabla 3.18. Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el rendimiento de pella.....	58
Tabla 3.19. Análisis económico de los tratamientos.....	61



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Composición nutricional del Brócoli.....	5
Figura 2.1. Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014-2015 de la Estación Meteorológica de Canaán (Senamhi)-Ayacucho .....	38
Figura 2.2. Unidad experimental.....	41
Figura 2.3. Croquis del campo experimental y randomización .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Costos de producción por tratamiento .....	73
Anexo 2. Panel Fotográfico .....	83

## RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en el centro experimental Canaán a 2750 msnm del distrito de Andrés Avelino Dorregaray de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho; con el objetivo de determinar la densidad de plantas y fórmulas de abono orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L.) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho y realizar el estudio económico de beneficio costo (B/C) de los tratamientos los resultados a los que se logró arribar son los siguientes: La densidad de planta con mayor rendimiento en producción de pella de brócoli fue la de 31,250 plantas/ha. la que corresponde a un distanciamiento entre surcos de 0.80m y entre plantas de 0.40m; La fertilización con: 120-60-60 NPK, 80-40-40 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> mallki y 40-20-20 NPK + 4 t ha<sup>-1</sup> mallki mostraron mejores resultados en el rendimiento obteniendo con 17,876, 17,084 y 15,659 kg.ha<sup>-1</sup> de pella respectivamente; Los tratamientos T5 (120-60-60N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 31,250 plantas. ha<sup>-1</sup>), T10 (120-60-60N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 25,000 plantas/ ha) y T4 (80-40-40 N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 2 t. ha<sup>-1</sup> mallki + 31,250 plantas/ha) son los que alcanzaron el mayor índice de C/B con 2.4, 2.1 y 2.0 y un beneficio neto de S/. 24,228.00 y S/. 19,455.20 y S/. 22,980.27 respectivamente.

**Palabras clave:** Densidad, abonamiento, orgánico y mineral

## INTRODUCCIÓN

El brócoli (*Brassica oleracea* L.) es una hortaliza que posee importancia económica en el mundo debido a que contiene sustancias con valor alimenticio y medicinal. Tanto el área foliar y la pella tienen un alto valor nutricional por sus contenidos de proteínas, carbohidratos, fibra, calcio y hierro, entre otros. Los últimos descubrimientos lo consideran rico en vitamina A, ácido ascórbico, así como apreciables cantidades de tiamina, riboflavina, niacina, hierro y calcio (Soria, 2020).

En el Perú se cultiva brócoli en 3,845 ha, con un rendimiento promedio de 13,602 kg.ha<sup>-1</sup>, siendo los departamentos de mayor producción Lima con 28,828 toneladas, Lima Metropolitana 11,610 toneladas, La Libertad con 5,974 toneladas, Arequipa 2,241 toneladas, sin embargo, en la estadística el departamento de Ayacucho aparece sin producción. A pesar de ello, debido a sus cualidades alimenticias y nutraceuticas, el consume se ha incrementado y consecuentemente su cultivo en los valles interandino en menor cuantía, considerando que el clima de esta parte es bastante adecuado para el cultivo de esta hortaliza. Apurímac cuyas condiciones edafoclimáticas son similares a las de Ayacucho, tiene un rendimiento de 6,517 kg.ha<sup>-1</sup>, lo cual es un indicativo que se obtienen rendimientos bajos, frente a otros como Junín que registra 17,085 kg ha<sup>-1</sup> (MINAGRI, 2018).

La mayor parte del suelo agrícola de la región de Ayacucho, presentan niveles bajos de materia orgánica y de baja fertilidad, por lo que se consideran como suelos pobres en elementos nutritivos, por lo tanto, esta característica se traduce en bajo rendimiento de los cultivos, ya sea en cantidad como en calidad alimenticia de las cosechas. El contenido de nutrientes y materia orgánica disponibles en el suelo son cada vez más reducidos, debido a la extracción de los cultivos y la erosión; para restablecer dichos nutrientes es necesario adicionar macro elementos y micro elementos al suelo como fertilizantes, cuando se trata de mejorar la parte física del suelo se añade materia orgánica entre ellos el Mallki.

Otro factor importante a tomar en cuenta en el cultivo es la densidad de plantas que tiene influencia directa en el rendimiento y calidad de pellas de brócoli.

Por todo lo mencionado la información servirá como referencia al agricultor en el uso adecuado de los fertilizantes, los beneficios de la materia orgánica (Mallki) y la óptima densidad de plantas en el cultivo de brócoli.

En el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.
2. Evaluar la influencia de las fórmulas de abono orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.
3. Realizar el análisis de costo beneficio de los tratamientos.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 Antecedentes de la investigación**

El cultivo de brócoli está difundándose de forma favorable en los valles interandinos del Perú, cuyos rendimientos bajo estas condiciones agroecológicas fluctúan desde 6 t. ha<sup>-1</sup> a 17 t. ha<sup>-1</sup> (MINAGRI, 2018).

El rendimiento de la pella con fertilización química es estadísticamente superior al abonamiento orgánico en 35 % y al testigo en 52 %. También en cuanto al rendimiento de biomasa la fertilización química es estadísticamente superior al abonamiento orgánico en 24 % y al testigo en 32% (Herrera, 2001).

La variedad Pirata a una densidad de 0.30m x 0.20m, obtuvo un rendimiento de producto comercial de 17.395 kg. ha<sup>-1</sup>.

La respuesta a la evaluación del “Estudio comparativo de abonos orgánicos y fertilizantes sintéticos en el rendimiento del híbrido de brócoli legasy (*Brassica oleracea* var. italica) en condiciones agroecológicas de Huánuco - 2010” obtuvo diferencia estadística para el peso de la pella con el factor fertilización (Condeso, 2019).

#### **1.2 Centro de origen y distribución**

Según Región de Murcia Digital (2017), el origen del brócoli considera la región del Mediterráneo oriental, en Oriente próximo: península de Anatolia, Líbano o Siria en la cual se dice que existieron los primeros ejemplares provenientes de una especie silvestre común con coles y coliflor, durante el Imperio Romano esta verdura fue cultivada para consumo y a mediados del siglo XX su producción se desarrollaría en Eupora.

De acuerdo a Maroto (2002) citado en Infante (2018), señala que “la región mediterránea oriental: Asia menor, Líbano, Siria entre otros sería el centro de origen de este cultivo”.

En Perú, fue introducido hace más de 40 años, su consumo ha sido muy escaso en el mercado limeño y por ende su cultivo se limitó a pocas hectáreas. A partir del año 1990 su producción se viene acrecentando en la costa central simultáneamente con la agroindustria de exportación de producto congelado (Toledo, 2003).

### 1.3 Clasificación taxonómica

ECURED (2021), considera la siguiente clasificación taxonómica para el brócoli:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Brassicales
Familia	:	Brassicaceae
Género	:	Brassica
Especie	:	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>Itálica</i>
Nombre común	:	Brócoli

### 1.4 Composición nutritiva del brócoli

Según Herbazest (2020) el valor nutritivo y contenido calórico del brócoli, en base a 100g de porción comestible se detalla en la figura 1.1

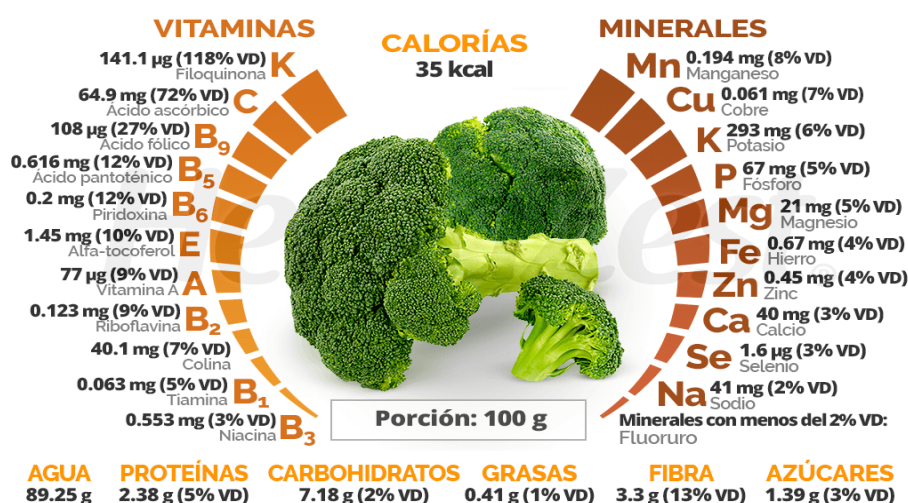


Figura 1.1. Composición nutricional del Brócoli

Nota. Adaptado de USDA National Nutrient Database, por Herbazest (2020), <https://www.herbazest.com/es/hierbas/brocoli>

## **1.5 Morfología de la planta**

### **1.5.1 Sistema radicular**

La raíz primaria de este cultivo puede alcanzar hasta 80 cm del suelo y sin embargo desaparece durante el que contempla la extracción de las plántulas del almácigo. Tiene una raíz pivotante y leñoso, en campo definitivo entre los primeros 0,4-0,6 m de profundidad se concentra la mayor parte de las raíces secundarias, terciarias y raicillas (Toledo, 2003).

### **1.5.2 Tallo**

Toledo (2003) menciona que” la planta de brócoli tiene un tallo principal cuya longitud varía de 20-50 cm y 2-6 cm de diámetro, la parte superior del tallo está delimitada por el desarrollo de la inflorescencia principal”.

El tallo principal es cilíndrico es relativamente grueso (3 a 6 cm de diámetro), de 20 a 50 cm de alto, sobre el cual disponen las hojas en forma helicoidal, con entrenudos cortos (Diego, 2015, p. 6).

### **1.5.3 Hojas**

El brócoli tiene de 15 a 30 hojas grandes las cuales presentan de 30 cm de ancho y 50 cm de longitud aproximadamente. Asimismo, presenta una lámina lobulada, un peciolo de mayor tamaño que la col o coliflor y tiene una desarrollada e impermeable cutícula ceros (Toledo, 2003).

Vislao (2013), indica que presenta un peciolo con mayor desarrollado que las coles, alcanzado un tamaño equivalente a un tercio del tamaño total de la hoja. Varían de 15 0 30 hojas según el cultivar, son de tamaño grande, incluso mayor de 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. En la base de la hoja puede tener a ambos lados del peciolo pequeñas fracciones de lámina a modo de folíolos y con de tipo cerosos.

### **1.5.4 Inflorescencia**

La inflorescencia que presenta el brócoli es de tipo corimbo cuyas flores están dispuestas en el eje principal está conformada por flores dispuestas en un corimbo principal. La coloración de los corimbos varía de color verde claro a púrpura, según la variedad (Jaramillo y Díaz ,2006, citado por Diego, 2015, p. 6).



Toledo (2003) explica lo siguiente:

La inflorescencia del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta verdura. En nuestra zona, a la pella se le conoce como “cabeza” y al conjunto de flores individuales se le dice florete, los cuales se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la pella. El conjunto de floretes forma el corimbo.

La inflorescencia inicialmente es compacta y firme, pierde consistencia debido a la maduración de las flores, separación de floretes y al crecimiento y desarrollo de los pedúnculos. El color de la pella tiene distintas tonalidades de verde, dependiendo del cultivar.

### **1.5.5 Flores**

Las flores poseen un color amarillo y posee cuatro pétalos con una forma de cruz por la cual se denomina con el nombre de las plantas crucíferas” (Manual Agropecuario,2002, citado por Diego, 2015, p.7).

Presenta flores actinomorfas y perfectas, debido a la autoincompatibilidad la polinización es cruzada y se realiza con intervención de los insectos polinizadores (Toledo, 2003).

### **1.5.6 Fruto**

Presenta un fruto de tipo silicua con un número mayor a 10 semillas, el fruto es dehiscente a la madurez, las semillas poseen una forma redonda y son pequeñas (2 mm. de diámetro), cuya coloración es marrón oscuro a rojizo. El peso de 1000 semillas es aproximadamente 4 gramos (Toledo, 2003, p.10).

#### **1.5.6.1 Semilla**

Valadez (1994) citado por Diego (2015), señala que la semilla tiene una forma redonda con un diámetro de 0.002 a 0.003 m. (p.7).

## **1.6 Fases del cultivo**

Krarup (1992) citado por Tenorio (2012,) afirma que se puede considerar las fases descritas a continuación en el desarrollo del cultivo de brócoli:

- **Fase de crecimiento:** Periodo donde la planta solamente desarrolla hojas.

- **Fase de inducción floral:** Esta etapa se da por inicio posteriormente a un determinado número de días con temperaturas bajas, al mismo tiempo que está ocurriendo este proceso, la planta sigue formando hojas de tamaño menor que en la primera fase de crecimiento.
- **Fase de formación de pellas:** La planta desarrolla una pella en el ápice y paralelamente en las yemas axilares de esta forma inicia el proceso de inducción floral con la aparición de nuevas pellas más pequeñas que la pella principal.
- **Fase de floración:** Se inicia un crecimiento en longitud de los tallos que sostienen las partes de la pella, las que se abren con los pétalos dispuestos en forma de cruz.
- **Fase de fructificación:** Una vez fecundada las flores se inicia con el proceso de desarrollo del fruto de forma silicua que posee las semillas.

### 1.7 Variedades de brócoli

Según el infoAgro (2022), Se tiene variedades desde grano muy roñoso hasta los tipos muy sueltos, pasando por las formas intermedias. Teniendo en cuenta el ciclo de formación de la pella desde la siembra a la madurez, se clasifican en variedades de temprana, mediana y tardía estación. Las variedades tempranas se siembran a finales de junio, en clima continental y se cosecharán entre los meses de octubre y diciembre. Las de estación media se siembran en la misma fecha y se cosecharán en enero y febrero, y las variedades tardías recolectarán entre los meses de marzo y mayo.

- **Admiral:** Brócoli de ciclo medio. 80-85 días desde trasplante a la cosecha.
- **Coaster:** Ciclo medio-largo. 80-85 días desde trasplante a la cosecha.
- **Greenduke y Peyet:** Ciclo de 80-90 días
- **Corvet:** Variedad precoz. 90-95 días desde la siembra. Resistente a *Peronospora brassicae*.
- **Shogum:** Ciclo semi tardío. Tolerante a *Peronospora brassicae*.
- **Marisa:** Muy precoz. 55-60 días desde el trasplante a la cosecha.

Infante (2018) proponen, que las variedades de brócoli se dividen según el tiempo que demora desde el trasplante hasta la maduración comercial de la pella: Variedades precoces (menos de 50 días): Futura, Pacman; variedades semiprecoces (entre 50 y 70 días): Everest, Pirata, Viking; variedades tardías (más de 70 días): Calabrese, Green Sprouting, Legacy.

Las principales variedades de brócoli consumidos en la actualidad en nuestro medio son el “Pirate” el cual es utilizado para la exportación de brócoli congelado y el “Packman” para el consumo en fresco. La variedad “viking” de flores pequeñas y cabeza compacta, está siendo cada vez utilizado por la industria de congelado. Las variedades antes mencionadas son híbridos cuyos rendimientos es alto (10-16 t/ha) que presentan pellas bien compactas, desarrolladas y de color azulado o verde intenso (Toledo, 2003).

Ortiz (2019). Señalan algunos de las principales variedades según su periodo de siembra a recolección:

- Variedades precoces (menos de 90 días): Green Duke, Premium Crop, Chancellor, Dandy, Early, Emperor, Green Comet, Zeus y Sprinter.
- Variedades intermedios (entre 90 y 110 días): Green Valiant, Idol, Citation, Clipper, Green Belt, Legend, Ninja, Avenger y pirata.
- Variedades tardíos (más de 110 días): RS19015, Samurai, Arcadia, Climax, Shogun, Viking, Marathon y Legacy.

## **1.8 Requerimientos edafoclimáticos**

### **1.8.1 Clima**

El brócoli requiere lugares con altos niveles de humedad relativa y una temperatura en un rango de 15 – 18 °C; sin embargo, hay variedades que prosperan bajo condiciones de temperaturas moderadas entre 20-25 °C (Infante, 2018 menciona a Maroto, 1983; Toledo, 1995; Ugás et al., 2000).

Se tendrá una pella pequeña y de bajo peso a causa de las temperaturas menores a 10 °C con duración de días cortos que provocarán un crecimiento lento de la hortaliza. Sin embargo, las temperaturas altas no son perjudiciales en los primeros estadios del cultivo (Huachos, 2009).

Managua (2007) citado por Vislao (2013) explica que este cultivo requiere una temperatura óptima de 15 a 18 °C, con un límite inferior mínimo de 5 °C y máximo de 25 °C pues al sobrepasar este límite la calidad del producto se ve afectada a causa de la pérdida de compactación del corimbo por crecimiento y separación de los floretes, la apertura de las flores individuales y los procesos de senescencia se aceleran. Esta hortaliza es resistente a las heladas ligeras.

Según el infoAgro (2022), la planta se desarrolla normalmente cuando las temperaturas durante la fase de crecimiento están entre 20 y 24 °C, en la fase de inducción floral 10 y 15°C durante varias horas al día. La planta y pella resiste temperaturas cercanas a 0 °C, sin embargo, tiene que ser pocas horas al día. Las variedades que tiene inflorescencia única y blanca (similares a la coliflor) son menos resistentes a las heladas que los brócolis que tienen pellas secundarias. La humedad relativa óptima debe estar entre los 60 y 75%.

### **1.8.2 Suelo**

Respecto al suelo, los suelos fértiles con alto contenido en materia orgánica son recomendables que tengan un buen drenaje y un pH de 6.8 a 7. Es ligeramente tolerante a la acidez siendo el rango de tolerancia a pH de 5.5 a 6.5 (Mendoza, 2004).

Gutierrez (2005) menciona a Casseres (1980) explica, “que este cultivo no es muy exigente en cuanto al tipo de suelo, se cultivan desde suelos arenosos a los orgánicos. Prospera óptimamente en un pH entre 5.5 y 6.5, es poco tolerante a la mucha acidez”.

Opta suelos con tendencia a la acidez y no a la alcalinidad, requiere un pH óptimo entre 6,5 y 7, además, de suelos con textura media. No soporta la excesiva salinidad del suelo y del agua de riego. En suelos ligeros se puede trasplantar cultivares de estación temprana y en suelos fuertes los cultivares tardíos. Es importante que el suelo este en un estado de humedad a capacidad de campo (infoAgro, 2022).

### **1.8.3 Agua**

Gaspar (2021) mencionado por Moreno (2018) explica, que los contenidos altos de sales o toxicidad en el agua de riego perjudican al cultivo en su proceso de crecimiento y desarrollo. Este cultivo no tolera la deshidratación, teniendo una difícil recuperación a este problema, principalmente en la etapa de más alto crecimiento.

Mamani (2014), sostiene que el requerimiento hídrico del brócoli depende del sistema de riego que se utiliza, señala que, de manera general bajo el riego por inundación, el brócoli necesita aproximadamente 1286 m<sup>3</sup>/ha. y en riego por goteo 858 m<sup>3</sup>/ha. para llegar a un desarrollo adecuado del cultivo.

## **1.9 Manejo agronómico**

### **1.9.1 Almacigo**

Se recomienda almacenar aproximadamente 100 g de semilla para instalar una hectárea. La cama de almacigo se debe preparar con sustrato fértil con alto contenido de materia orgánica y textura suelta para el óptimo desarrollo y retirar fácilmente de las plántulas, así evitar daños radiculares para su trasplante. El almacigo se debe realizar con una anticipación de 25 a 30 días antes del su trasplante (Collantes, 1994).

Según Bolea (2002) citado por Gómez (2012) sostiene, que el cultivo de brócoli se debe preparar y almacenar 35 días antes del trasplante al campo definitivo. El sustrato tiene que tener la siguiente composición: tierra vegetal, tierra del lugar, humus de lombriz y arena fina, este sustrato tiene que retener humedad. El distanciamiento de siembra debe ser de 10 cm-12 cm de distancia entre hileras y entre semillas a 1 cm, la profundidad recomendable es a medio centímetro o 5 veces el diámetro de la semilla, este tipo de almacigo se realiza en camas o platabandas.

El periodo de crecimiento en almacigo es de 35 a 49 días pudiendo reducir hasta 25 a 30 días de edad para nuestra zona. Se realiza en suelos mullidos enriquecidos con materia orgánica, para después realizar el trasplante cuando alcancen 12-15 cm de longitud o 4-5 hojas verdaderas (Castaños, citado por Mendoza, 2004).

Jaramillo y Díaz (2006) citado por Jaramillo et al. (2016) sostienen, actualmente la alternativa que viene remplazando a los semilleros tradicionales es la utilización de bandejas plásticas para producción de plántulas en confinamiento, por cada semilla sembrada se obtiene una nueva plántula existe una amplia gama de recipientes para producción de plántulas, la más utilizadas son las fabricadas en polipropileno se recomienda bandejas de 53 a 128 conos con volumen de celda de 37 a 28 cm<sup>3</sup> porque permiten un mayor desarrollo de la raíz y el follaje.

### **1.9.2 Época de siembra**

Prado (2012) menciona a Chuchón (1999) explica, que la temperatura tiene un efecto importante en el rendimiento y calidad del producto. La época de siembra resulta crítico para el éxito de la producción y económico del cultivo sobre todo en regiones templadas, de estaciones marcadas. Las siembras en épocas frías de invierno a inicios de primavera y que se

tiende con el aumento de la temperatura, considera ser más exigente en el momento de la siembra y se requiere de cultivares adaptados para prosperar en estas condiciones.

Maroto et al. citado por Gaspar (2021) señala que para una misma variedad de brócoli cultivada en estaciones primaverales o de principios de otoño, en donde la temperatura y/o iluminación son adecuados para el desarrollo de la planta, el tamaño de la inflorescencia suele ser más grande que en los ciclos invernales.

### **1.9.3 Trasplante**

Se debe eliminar las plantas débiles y las que presentan la yema terminal abortada. Se extrae las plántulas del almácigo cuando tengan 18-20 cm de altura y 6-8 hojas verdaderas, lo que tiene lugar a los 50 días de almacigado. La planta tiene que ser vigorosa y estar bien desarrollada (infoAgro, 2022).

La forma habitual para el proceso de siembra es por almácigo el cual lo realizan en suelos preparado y enriquecidos con materia orgánica para después realizar el trasplante de las plántulas cuando tengan de 2-15 cm de altura o de 4-5 hojas definitivas (Instituto Rual Valle Grande, 1994).

Soncco (2019) menciona a Delgado de la flor et al., (2000) nos manifiesta que se realiza el trasplante de las plántulas cuando tengan de 3 a 5 hojas y de 8 a 10 cm de altura, plántulas con buena vigorosidad, habiendo pasado de 3 a 4 semanas después de la siembra. El suelo tiene que estar húmedo para realizar los hoyos de un tamaño adecuado para acomodar el sistema radicular y apisonar con la mano para que el plantín quede firme en el suelo para luego regar inmediatamente. El trasplante se realiza a raíz desnuda cuando el almacigo provenga de siembras en campo abierto o raíz con un poco de sustrato con el método “speedling”.

Rodríguez (2010) citado por Gómez (2012) explican que el trasplante se realiza a campo definitivo o la unidad de producción cuando las plántulas tengan de 4 a 5 hojas verdaderas y de 10 a 15 cm de altura, en un marco de plantación de 30 cm entre plantas y 35 cm entre surco.

### **1.9.4 Densidad de plantas y su efecto**

Generalmente se emplean unas densidades de plantas de 12.000-30.000 por hectárea, que en marcos de plantación sería 0.80-1 m entre surcos y 0.40-0.80 m entre plantas (infoAgro, 2022).

Habitualmente en nuestro medio el trasplante se realiza con espaciados en surcos simples a 0,7m, en una sola hilera de plantas por línea y 0,50 m entre plantas el cual da una población de 28 571 plantas/ha. El gran desarrollo de la agroindustria de exportación en los últimos años en los valles de chincha y cañete, ha conllevado a la tendencia de siembras de alta densidad (>50 000 plantas/ha). Un ejemplo es la instalación con doble hilera en surcos distanciados 1 m y 0,35 m entre plantas en la hilera (57 143 plantas/ha). No obstante, los problemas de pudrición de las pellas, en zonas y épocas de alta humedad relativa, ha hecho que la densidad de siembra se redujera drásticamente (Toledo, 2003).

**Tabla 1.1.** Efecto de la densidad de siembra del brócoli cv. “Pirate” sobre el rendimiento y características de inflorescencia primaria

Población y disposición		Rendimiento	Peso fresco	Diámetro
(plantas/ha)	(m x m)	(t/ha)	(g)	(cm)
20 000	1.0x0.5	9.5	513	16.2
25 000	0.8x0.5	11.1	466	15.3
25 000	1.0x0.4	9.9	476	15.0
31 300	0.8x0.4	10.3	420	14.9
33 300	0.6x0.5	11.5	373	14.2
33 300	1.0x0.3	12.4	444	15.3
41 700	0.6x0.4	15.1	384	15.1
41 700	0.8x0.3	13.9	370	14.4
55 600	0.6x0.3	13.5	272	13.1

Nota: Tomado de krarup (1992) por Toledo (2003)

Mamani (2014) menciona a Vigliola (1986), indica que las distancias de siembra pueden ser de 30x30, 40x40 ó 50-70 entre hileras y 20, 30 ó 40 cm entre plantas, si se reduce la distancia, los rendimientos de una sola cosecha aumentan y el peso de la pella se reduce, sin embargo, la pella no es la misma en todos los cultivares

Las distancias de siembra más utilizadas dentro del cultivo según Valadez (1997) citado por Mamani (2014) son las siguientes:

Distanciamiento entre surcos:

- Surco simple: 0,65 a 0,75 m.
- En surco doble: 0,9 a 1 m.

La disposición de las plantas ya sea en surco simple o doble se recomienda una distancia entre planta de 0,30 a 0,35 m (aproximadamente 3 plantas/m).

Según Jaramillo y Díaz (2006) citado por Jaramillo et al (2016) sostiene que a menor distancia se tiene productos de menor peso y tamaño, pero en mayor número, con lo que se logra mayor rendimiento por hectárea. Chung citado por Gaspar (2021) explica que a una alta densidad de plantación de brócoli se obtendrá pellas de menor tamaño y peso, además brotes secundarios de menor desarrollo. Por lo tanto, a una alta densidad se tendrá un menor peso de inflorescencia, pero mayor producción, y por ende mayor rendimiento por hectárea.

El peso de las inflorescencias primarias y secundarias se reduce a medida que se aumenta la población de plantas por unidad de área, sin embargo, el rendimiento se incrementa hasta un cierto límite y se conserva debido al mayor número de plantas. En nuestra zona esta hortaliza se conduce de 28 000 a más de 50 000 plantas por hectárea. La decisión del distanciamiento de siembra y población de plantas dependerá de los siguientes factores: hábito de crecimiento del cultivar, el mercado de destino e incidencia de problemas fitopatológicos (Toledo, 2003).

Infante (2018) concluyó en su trabajo de investigación que la densidad de siembra afectó el diámetro de la inflorescencia y altura de inflorescencia más no así en el peso de la inflorescencia y diámetro del pedúnculo, sin embargo, numéricamente la densidad de plantas (20 000) tiene mayor peso de la inflorescencia respecto a las demás densidades como se observa en la tabla.

**Tabla 1.2.** Calidad de la producción de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) cv. Imperial bajo 4 densidades de siembra

<b>Distanciamiento (cm)</b>	<b>Densidad</b>	<b>Peso fresco de inflorescencia (g)</b>	<b>Diámetro de inflorescencia (g)</b>	<b>Altura de inflorescencia (cm)</b>	<b>Diámetro pedúnculo (mm)</b>
60	20000	593.86 a	14.38 a	12.70 a	4.90 a
50	25000	565.65 a	13.15 ab	10.79 b	4.23 a
40	30000	499.22 a	12.75 ab	10.02 b	4.33 a
30	40000	489.96 a	11.78 b	9.24 b	4.27 a
ANVA		Ns	*	*	Ns
Promedio		537.17	13.02	10.69	4.43
CV(%)		19.51	6.37	6.92	9.26

Nota: Tomado de Infante (2018)



Gaspar (2021) en su trabajo de investigación concluyó que para el rendimiento del brócoli no hubo diferencias estadísticas significativas bajo las diferentes densidades de siembra. En cuanto a calidad del cultivo hubo diferencias estadísticas significativas en lo que se refiere peso de la pella, diámetro de la pella y diámetro de pedúnculo.

Lozano et al. (2019) concluyeron que a una menor densidad de siembra (mayor distancia de trasplante) se obtuvo un aumento del peso de pellas cosechadas, 257 g para un distanciamiento de 30 x 30 y 207.3 g por pella para un distanciamiento de 15 x15.

Fraire et al. (2010), menciona los mayores diámetros de florete y hueco en el tallo fueron con la densidad de 55 000 plantas ha<sup>-1</sup> y los menores ( $P \leq 0.05$ ) diámetros de florete y de hueco en el tallo fueron con la densidad de 75 000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Luna (2018) menciona que la variable rendimiento mostró diferencias estadísticas significativas entre las densidades, donde la densidad 1 (17 plantas/m<sup>2</sup>) presentó un mayor rendimiento de 26,85 t.ha<sup>-1</sup> con respecto a las otras densidades, densidad 2 (11 plantas/m<sup>2</sup>) con un rendimiento de 19,88 tn. ha<sup>-1</sup> y densidad 3 (8 plantas/m<sup>2</sup>) con un rendimiento de 15,28 tn. ha<sup>-1</sup>.

### **1.9.5 Aporque y escarda**

Corporación (2014) citado por Jaramillo et al. (2016) menciona que el aporque, el deshierbe y la fertilización son actividades adicionales que realizan los agricultores y en un 96.88 % de los casos, se elaboran entre los 20 y 30 días después del trasplante. El aporque se realiza después del abonamiento; su rol es acercar suelo a la base de la planta con el fin de cubrir el abono y brindarle más apoyo a esta.

Ortiz (2019) menciona a Sánchez (2004), Se entiende por escarda a la acción de remover la costra que se forma en el sustrato (a causa de la solución de nutrientes y partículas de polvo que se van confinando). Esta costra reduce la entrada de aire al suelo, por tal motivo la escarda mejora la aireación del mismo. Por otro lado, el aporque consiste en acercar una porción del sustrato a la base del cultivo.

Valadez (1993) recomienda que “esta actividad se efectúa antes de cada riego. La escarda tiene como objetivo oxigenar y aflojar el suelo por lo cual se debe realizar las escardas necesarias sobre todo en suelos arcillosos”.

### **1.9.6 Riego**

Hernán (2001) citado por Santillán (2016), indica que el riego debe ser abundante y regular en la fase de crecimiento. En la fase de inducción floral y formación de pella, conviene que el suelo esté sin excesiva humedad (p.24).

La exigencia hídrica del cultivo es de 650-700 mm de agua por campaña. Necesita un riego inmediato después del trasplante. Luego, el suelo se debe conservar a capacidad de campo hasta que comience la madurez. Se debe suspender los riegos aproximadamente 20 días antes de la recolección. El excesivo riego reduce la producción del brócoli (Zumárraga,2008).

Villalobos-Reyes et al. (2005) concluyen que en el periodo de 30 a 50 “días después del trasplante existe un aumento sucesivo en el coeficiente de desarrollo del cultivo (Kc) del cultivo, pues se desarrolla entre el 60 % y 70 % de follaje que se manifiesta en aumento de requerimientos hídricos (Kc). Después de los 50 DDT (época de la formación de la pella), se aumenta claramente del coeficiente de desarrollo hasta el momento de la recolección, la decadencia que se observa en los últimos 10 días del ciclo se debe a la disminución del consumo de agua del brócoli cuando se elimina la pella durante la recolección.

### **1.9.7 Abonamiento**

Para obtener una buena cosecha de calidad exportable se debe hacer un apropiado suministro de nutrientes. En tal sentido, debe realizarse un análisis de suelo para la determinación de la dosis de fertilización. La tabla 1.3 muestra los valores de extracción total de nitrógeno (559 kg. ha<sup>-1</sup>), fósforo (23 kg. ha<sup>-1</sup>) y potasio (723 kg. ha<sup>-1</sup>) por un cultivo de brócoli con un rendimiento de 32 300 kg. ha<sup>-1</sup>. Se observa que el cultivo necesita extraer altas cantidades de nitrógeno y potasio mas no así en fósforo el cual extrae en pocas cantidades (Toledo,2003).

**Tabla 1.3.** Extracción de N, P Y K por brócoli cv. Medium late 423

<b>Parte de la planta</b>	<b>Peso fresco (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Peso seco (t.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>N (Kg.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>P (Kg.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>K (Kg.ha<sup>-1</sup>)</b>
Hojas	72.2	8.8	373	12	335
Tallos	37.1	3.5	110	5	202
Inflorescencias	32.3	3.2	57	4	147
Raíces	6.8	1.3	19	2	39
<b>TOTAL</b>	<b>148.4</b>	<b>16.8</b>	<b>559</b>	<b>23</b>	<b>723</b>

Nota: Esta tabla muestra la extracción de nutrientes por el cultivo de brócoli. Tomado de Magnifico et al (1987), por Toledo (2003)

Se “recomienda dosis referenciales de 80 - 120 kg de N. ha<sup>-1</sup>, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y 60 kg de K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, para suelos pobres. En el caso de sembrarse el brócoli en suelos de fertilidad media y en rotación con otros cultivos intensamente fertilizados, basta con aplicar 80-120 kg de N. ha<sup>-1</sup> (Toledo, 2003, p. 27).

Diego (2015) menciona a Catacora (1995) Como referencia se propone una dosis de fertilización de 140-60-60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en suelos sueltos y pobres. La extracción de N, P, K, para el cultivo de brócoli es muy alto por ello se recomienda 20 t. ha<sup>-1</sup> de materia orgánica a la preparación del suelo o en bandas al cambio de surco.

El abonamiento nitrogenado deberá fraccionarse en dos partes: la primera mitad abonando localizadamente entre plantas, a los 15 días después del trasplante, y la segunda 30 días después al fondo del surco y mediante un cambio de surco (Bravo, citado por Collantes, 1994).

Casas (1192) citado por Condeso (2019) sugiere la dosis de fertilización de 120 - 60 - 60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O /ha, aplicar todo el fósforo y potasio y un tercio antes del trasplante. Propone aplicar 20 toneladas de materia orgánica (guano de corral), el cual se puede incorporar el suelo mediante la labor de aradura.

Cartagena (1998) mencionado por Diego (2015), sugiere que la aplicación de nitrógeno en dosis de 120 a 240 kg/ha responde cuando se aplica fósforo de 50 a 210 kg/ha. Durante el primer mes de trasplante se aprovecha entre 5 y 10% del total de nutrientes y la máxima asimilación sucede durante la formación de la pella.

Tintaya (2019) menciona a Díaz (2015), explica que el cultivo de brócoli necesita que el sustrato esté bien abonado, pues es exigente en nitrógeno (N) y Potasio (K), por lo que es necesario aportar compost, puesto que en la agricultura orgánica está prohibido el uso de los fertilizantes químicos. Un acochado o una cobertura vegetal constante mantendrá la humedad necesaria y aporta un plus de materia orgánica.

Según Dufault y Waters (1985) citado por Prado (2012), señala que en todas las poblaciones de plantas que se evaluaron, pudieron observar que al aumentar la dosis de N de 56 a 224 kg. ha<sup>-1</sup> aumentaba linealmente el peso de la cabeza de brócoli. Así como las poblaciones de las plantas aumentaban de 24 000 a 72 000 plantas. ha<sup>-1</sup> con dosis de N de 112 a 224 kg. ha<sup>-1</sup> mantenidos constantes, el peso de la inflorescencia disminuía linealmente (p.25).

Ortiz (2019) menciona a Tamayo (2006), sostiene que de acuerdo a un análisis de suelo se obtuvieron respuesta a la aplicación el momento del trasplante de materia orgánica (5 toneladas. ha<sup>-1</sup>) y de fertilizante químico con proporción 1:3:1 (N: P: K), a razón de 5 g/planta, aplicados a los 20 días después del trasplante. El abonamiento debe realizarse en corona alrededor de la planta después del abonamiento se debe realizar el aporque.

Illescas y Vesperinas (1989) citado por Tenorio (2012), explican que es un cultivo que requiere un alto nivel de materia orgánica, que se aplicará un mes o dos meses antes del trasplante a una dosis de 4 tn. ha<sup>-1</sup> de estiércol bien fermentado. Este cultivo es exigente en potasio y boro, en suelos donde el magnesio es escaso conviene hacer la incorporación de este elemento.

### **1.9.8 Control de malezas**

Las malezas compiten con el brócoli por luz, agua, nutrientes y espacio físico, además de actuar como hospederas de distintas plagas y patógenos. Su presencia dificulta también la realización de las labores culturales. Por estas razones, es indispensable diseñar un programa de control adecuado de manera de asegurar la eliminación de las malezas del campo (Toledo, 2003, p. 29).

Jaramillo y Díaz (2006) citados por Jaramillo et al. (2016), mencionan que la época más crítica para el control de las malezas es a los 45 días después del trasplante, es indispensable realizar dos deshierbes manuales, el primero entre los 15 y 20 días después del trasplante (al momento

de realizar el primer abonamiento). El segundo a los 40 a 50 días después del trasplante si fuera necesario.

Gómez (2012) citado por Ortiz (2019), sostiene que habitualmente se lleva uno o dos desyerbes, la primera se realiza a los 20 días después del trasplante, la segunda unas dos semanas después, se utilizan herramientas que no remuevan demasiado el suelo y a no más de 5 cm de profundidad para que no afecte las raíces. La época para el control de malezas es a los primeros 45 días después del trasplante.

### **1.9.9 Plagas y enfermedades**

Delgado de la Flor (1988) citado por Diego (2015), explica que las principales plagas del brócoli son gusano de tierra (*Feltia* spp, *Agrotis* spp), barrenadores de los brotes (*helluda undalis*), pulgón (*Brevicoryne brassicae*), comedores de hojas (*Plutella xylostella*, *Pseudoplusia includens* *Pieris monuste*). La enfermedad más importante es el mildiu (*Peronospora parasitica*,) que afecta principalmente a nivel de almácigo, la mayoría de los híbridos comerciales se han desarrollado con resistencia a esta enfermedad en los EE. UU (p.18).

Según Toledo (2003) las principales plagas y enfermedades que afectan al brócoli en nuestro medio son:

- Gusano de tierra (larvas de noctuidos).
- Barrenador de brotes (*Hellula phidilealis*).
- Pulgón (*Brevicoryne brassicae*; *Myzus persicae*).
- Comedores de hoja (*Plutella xylostella*; *Pseudoplusia includens*; *Leptophobia aripadeserta*).
- Mildiú (*Peronospora parasitica*).

### **1.9.10 Cosecha**

Según el InfoAgro (2022), el brócoli de buena calidad debe tener las inflorescencias cerradas y de color verde oscuro brillante, compacta (firme a la presión de la mano) y el tallo bien cortado y de la longitud requerida. La cocha empieza cuando la longitud del tallo alcanza 5 o 6 cm, posteriormente se van cosechando a medida que se va produciendo los rebrotes de pellas laterales.

La presencia de color amarillento de las pellas es un indicador de sobremadurez y senescencia por lo cual lo hace indeseable. Se cosecha cuando la pella alcanza su máximo tamaño, es compacta y las flores individuales no estén abiertas. El color de la inflorescencia debe ser verde, con un tono púrpura en ciertos cultivares. El diámetro de la pella principal varía entre 14-20 cm, habitualmente se ha considerado que las pellas con diámetros mayores de 15 cm señalan sobremadurez del producto; no obstante, hoy en día hay cultivares híbridos que producen pellas que exceden ese tamaño (Toledo, 2003).

La cosecha debe realizarse de preferencia en las primeras horas de la mañana dependiendo de las temperaturas imperantes, y se repite a los tres o cinco días, con la finalidad de que la inflorescencia mantenga su máxima calidad (Maroto, 2002, citado por Díaz, 2015).

Cosme (2015) Mencionado por Ortiz (2019) indica, que la cosecha se realiza cuando el domo está bien formado y compacto, entre 90 y 115 días después del trasplante, dependiendo de la variedad; se corta dejando 4 – 5 cm de tallo.

Las pellas de brócoli según su diámetro se clasifican en las siguientes categorías, que se presentan en la tabla 1.4 (Oberpaur, citador por Quenta, 2013).

**Tabla 1.4.** Categorías de las pellas de brócoli según su diámetro

<b>Categoría 1°</b>	<b>Categoría 2°</b>	<b>Categoría 3°</b>
Mayor de 16 cm	14- 15,9 cm	12-13.9 cm

Nota: Tomado de Oberpaur (2011) por Quenta (2013)

Según Acosta et al (2018), se puede clasificar el brócoli según su calibre (diámetro ecuatorial en la sección mayor de la inflorescencia), en:

1. Pequeño, con un peso menor de 300 g y un diámetro menor de 13 cm.
2. Mediano, con un peso entre 300-500g y un diámetro entre 13-16 cm.
3. Grande, con un peso mayor de 500 g y un diámetro mayor de 16 cm.

### **1.9.11 Postcosecha**

Debido a niveles inadecuado de CO<sub>2</sub> y de O<sub>2</sub> bajo atmosfera controlada y la aparición y propagación de ciertas enfermedades como las manchas bacteriales y pudrición bacterial blanca

se produce los siguientes deterioros a causa de un mal manejo postcosecha: ablandamiento de los tejidos, amarillamiento de la pella, mal olor y sabor (Agroeconómico, 1991).

Mamani (2014) menciona a Krarup (1992) manifiesta, que debido a que la pella del brócoli es un órgano muy perecible, una vez que es recolectada, por tener flores en activa diferenciación y crecimiento presenta un metabolismo acelerado por lo cual tiene altas tasas respiratorias, sensible a déficits hídricos, que llevan rápidamente a deshidrataciones superiores del 5 % del peso fresco, por lo tanto, es muy necesario un exigente y rápido manejo durante la postcosecha. Este manejo significa enfriarlo a 0 °C mantenerlo en un ambiente con 95 % o más de humedad relativa.

### **1.9.12 Rendimiento**

Herrera (2001). Manifiesta, que el rendimiento de la pella con fertilización química es estadísticamente superior al abonamiento orgánico en 35 % y al testigo en 52 %. También en cuanto al rendimiento de la materia verde la fertilización química es estadísticamente superior al abonamiento orgánico en 24 % y al testigo en 32%.

Ortiz (2019) concluye, que la aplicación conjunta de abonamiento orgánico y químico fue el de mayor rendimiento de inflorescencia alcanzando 22.93 tn. ha<sup>-1</sup> con respecto a los tratamientos con abonamiento orgánico y testigo. la superioridad de los fertilizantes inorgánicos se debe principalmente al efecto inmediato de los elementos nutritivos (N, P, K) presentes en los fertilizantes químicos que poseen características de fácil solubilidad e inmediata asimilación por el sistema radicular de la planta. Por otro lado, los tratamientos con fertilizantes orgánicos que, al tener elementos nutritivos de lenta solubilidad y disponibilidad, afectan significativamente en el rendimiento ya que el brócoli es una planta de periodo vegetativo corto (100 días después del trasplante).

Prado (2012) menciona que existe una gran respuesta a la fertilización inorgánica y el abonamiento orgánico en sus diferentes niveles, la fórmula de fertilización de 380-300-300 de NPK y 9.0 t. ha<sup>-1</sup> de compost es el que muestra un mayor rendimiento de pellas de brócoli con 10.0 t. ha<sup>-1</sup>, el testigo adicional con 6.0 t. ha<sup>-1</sup> un rendimiento de pellas de brócoli con 5.5 t. ha<sup>5r</sup> y el testigo que no recibió ningún tipo de abonamiento arroja un rendimiento de 3.8 t. ha<sup>-1</sup> de pellas de brócoli.

Krarup (1992) citado por Condeso (2019) indica que el análisis ya hecho de algunos investigadores demostró variaciones importantes de los rendimientos según el cultivar, época de siembra, población, fertilización, etc., sin embargo, la cifra de rendimiento promedio en Estados Unidos, el principal productor del mundo, es de 10 a 12 t. ha<sup>-1</sup> de las inflorescencias primarias.

Fonagro (2009) citado por Condeso (2019) reporta que “en este mismo valle de Chíncha, el cultivar, Everest, produjo 14,6 t. ha<sup>-1</sup>, frente a 11,4 t. ha<sup>-1</sup> de Pirate teniendo además la ventaja de ser más precoz”.

Según Infante (2018). El rendimiento se vio influenciado por las densidades de siembra. La densidad de 40 000 pl. ha<sup>-1</sup> produjo el mayor rendimiento (19.59 t. ha<sup>-1</sup>), mientras que la densidad de 20 000 pl. ha<sup>-1</sup> produjo el menor rendimiento (11.32 t. ha<sup>-1</sup>).

El mayor rendimiento de pella primera, segunda, tercera y total se obtuvo con la p1 (28 600 plantas. ha<sup>-1</sup>) y la d5 (con deshierbo continuo: tres deshierbos) con 3.75, 6.14, 1.86 y 12.37 t. ha<sup>-1</sup> y 6.40, 10.54, 3.18 y 21.17 t. ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tenorio, 2012).

## **1.10 Descripción de abonos orgánicos e inorgánicos**

### **1.10.1 Características generales**

Grijalva (1995) citado por Cueva (2015) Se argumenta que el mantenimiento de la fertilidad del suelo está estrechamente ligado al uso adecuado de fertilizantes y al manejo de los cultivos. El objetivo principal de la fertilización es aumentar el rendimiento de manera eficiente, minimizando los costos por unidad de producción. Esto se logra al aplicar los fertilizantes de acuerdo con las necesidades específicas del cultivo, las cuales se determinan mediante el análisis del suelo.

### **1.10.2 Categorías de los abonos o fertilizantes**

Domínguez (2000) citado por Cueva (2015) Se distinguen dos tipos de fertilizantes: orgánicos e inorgánicos, según el material utilizado en su preparación. Los fertilizantes orgánicos incluyen aquellos de origen vegetal o animal que se utilizan para mejorar la calidad del suelo y fertilizar los cultivos. Estos fertilizantes han pasado por procesos físicos, químicos y biológicos,



influenciados por factores como temperatura, humedad, microorganismos y la intervención humana.

Los fertilizantes inorgánicos se formulan a partir de minerales naturales, modificaciones primarias de los mismos, así como subproductos de la industria. Estos elementos son combinados física o químicamente entre sí para crear fertilizantes de síntesis química.

### **1.10.3 Abonos orgánicos**

Monroy y Viniegra (1990) citado por Rosales (2014), manifiestan que los abonos orgánicos de origen animal constituyen el enfoque tradicional de las prácticas de fertilización orgánica, constituyendo una de las mejores formas para elevar la actividad biológica de los suelos, además sostiene que los residuos orgánicos son atacados, transformados y descompuestos por la mesofauna del suelo, así como por microorganismos, quienes llevan a cabo la descomposición de la materia orgánica, produciendo anhídrido carbónico, agua, nitrógeno en forma amoniacal y nítrica, etc., proceso denominado "mineralización".

Borrero (2021) menciona que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos (basuras de vivienda, excretas).

### **Ventajas**

Según INTAGRI (2016), los abonos orgánicos pueden proporcionar los siguientes beneficios a la producción de cultivos:

- Aporte de la mayoría de los elementos esenciales para las plantas, dependiendo del abono orgánico utilizado. Son de mayor residualidad que los fertilizantes inorgánicos.
- Tienen la particularidad de liberar nutrientes en forma gradual, lo cual garantiza un cierto suministro de nutrientes para el cultivo durante su desarrollo. Mejoran la estructura del suelo, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua.

- Tienen la habilidad de formar complejos orgánicos con los nutrientes brindándoles a éstos mayor disponibilidad para las plantas.
- La materia orgánica posee mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) que las arcillas, por lo que la incorporación de abonos orgánicos tiene la capacidad de incrementar la CIC.
- Esto es muy favorable sobre todo en suelos con baja CIC (suelos arenosos).
- Liberan bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante su descomposición que forma ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) el cual solubiliza nutrientes de otras fuentes.
- Son fuente de carbono orgánico para la actividad de organismos heterótrofos presentes en el suelo.
- Aumentan la infiltración del agua, reduciendo el escurrimiento superficial.
- Lo que ayuda a reducir las pérdidas de suelo por erosión hídrica. Favorecen una mayor estabilidad de agregados del suelo.
- Los abonos orgánicos confieren al suelo una mayor capacidad productiva, conservación de su fertilidad en el tiempo y ser sostenibles con el paso de los ciclos productivos.

### **Desventajas**

La mayoría de los fertilizantes orgánicos no pueden ser utilizados por las plantas inmediatamente. La propiedad de ser de lenta liberación puede ser una ventaja. Pero, si hay una necesidad inmediata de nutrientes, los abonos orgánicos no pueden proveerlos de forma muy rápida. Además, la información sobre la cantidad de nutrientes y el número de elementos de dichos fertilizantes, por ejemplo, sobre el estiércol, es muy difícil de obtener y eso hace que no se sepa calcular exactamente cuánto fertilizante usar. La posibilidad de gastar el nitrógeno del suelo es otra desventaja de los abonos orgánicos. Debido a acciones bacterianas complejas, el agregado de grandes cantidades de material orgánico puede causar una disminución temporaria de nitrógeno en las plantas (Lindner, 2018).

#### **1.10.4 Compost**

Guerrero (1993) citado por Rosales (2014), define que el compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición del estiércol de animales con residuos vegetales, los cuales han sido mezclados en un montón o pila y dejando en un reposo por algún tiempo para su

descomposición. Los cuales se convierten en elementos nutritivos más asimilables para las plantas.

Borrero (2021). Indica, que es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo". Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 1,04% de N, 0,8% P y 1,5% K. Es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra de capote que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles. A continuación, presentamos algunos efectos que hacen del compost un excelente abono:

- Estimula la diversidad y actividad microbial en el suelo.
- Mejora la estructura del suelo.
- Incrementa la estabilidad de los agregados.
- Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas como los nemátodos.
- Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- Provoca la formación de humus, complejo más estable de la materia orgánica que se encuentra sólo en el suelo y es el responsable de su fertilidad natural.

De acuerdo a las exigencias del cultivo, teniendo la disponibilidad de compost y la fertilidad del suelo, se recomienda aplicar las siguientes cantidades de acuerdo a los cultivos.

**Tabla 1.5.** Cantidad de compost por cultivo

<b>3 t/ha</b>	<b>6 t/ha</b>	<b>9 t/ha</b>
Alfalfa, haba.	Camote, zanahoria.	Papas, maíz.
Arvejas, fríjol	Cebolla, ajo.	Trigo, cebada.
Trébol.	Yuca, frutales en general.	Arroz, zapallo, col, acelga, kiwi y quinua.

Nota. Tomado de IDMA (1994) por Borrero (2021), [https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)

**Tabla 1.6.** Rangos y valores medios en la composición química del compost

ANÁLISIS	VALORES
Materia Orgánica	65-70 %
Humedad	40-45 %
Nitrógeno, como N <sub>2</sub>	1.5-2.0 %
Fósforo como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.0-2.5 %
Potasio como K <sub>2</sub> O	1.0-1.5 %
Relación C/N	10-11
Ácidos Húmicos	2.5-3 %
pH	6.8 -7.2
Carbono Orgánico	14-30 %
Calcio	2.0-8.0 %
Magnesio	1.0-2.5 %
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.06 %

Nota. Tomado de INFOAGRO (2004) por Rosales (2014), <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1608>

**Aplicación de compost.** Resulta conveniente incorporar el compost al momento de preparar el suelo, pero hay que evitar enterrarlo a más de 15 cm. También podemos echar la mitad del compost en el momento de la preparación del suelo y la otra mitad aplicar en los huecos donde se planta o en las líneas donde de siembra (Borrero, 2021).

### 1.10.5 Abonos inorgánicos

Amoquímicos (2020), explica, que los fertilizantes inorgánicos o sintéticos son fabricados artificialmente, vienen con una dosis de macronutrientes exactos y están diseñados para atender necesidades específicas de los cultivos. Las características de los abonos inorgánicos se encuentran precisadas en su empaque exterior.

Myers (2021). Indica, “Estos son compuestos que no se derivan de plantas o animales y proporcionan los mismos compuestos que los fertilizantes orgánicos. Los abonos inorgánicos suministran al suelo los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas”.

Domínguez (1989) citado por Ortiz (2019). Indica, que se conocen aquellos productos obtenidos mediante procesos químicos desarrollados a escala industrial, que tienen igualmente unas cantidades mínimas de algunos de los elementos principales.

Cooke (1994). Manifiesta, que “los fertilizantes inorgánicos están compuestos por elementos minerales mayores, macro elementos menores o macro elementos”.

### **Ventajas**

Amoquímicos (2020), nos manifiesta que este tipo de fertilizantes tienen una acción concentrada que se especifica únicamente en la necesidad de los cultivos, por lo que proporcionan una solución eficaz y rápida. Además, su absorción es fácil, rápida y funciona con la misma efectividad en los diferentes climas y tipos de suelos.

Lindner (2018) nos manifiesta que la principal ventaja de dichos fertilizantes es que los nutrientes están disponibles para ser usados por las plantas de forma inmediata. Además, las cantidades exactas de cualquier elemento se pueden calcular y dicho nutriente puede ser suministrado a las plantas de forma cuantificada. Por ejemplo, un fertilizante que es “12-11-2” significa que 12% es N (nitrógeno), 11% es P (fósforo) y 2% es K (potasio).

Según Myers (2021), los abonos inorgánicos a menudo son menos caros que los compuestos orgánicos. Además, pueden ofrecer nutrientes más concentrados que se disuelven rápidamente en el suelo. Están disponibles en una variedad de formas, por lo que puedes elegir la que mejor funcione para tu cultivo. El abono inorgánico funcionará enriqueciendo el suelo de inmediato, ya que no se necesita tiempo para su descomposición con el fin de proveer nutrientes.

### **Desventajas**

Amoquímicos (2020), explica que “los fertilizantes inorgánicos al concentrar su acción únicamente en las plantas no proporcionan ningún nutriente al suelo. También pueden generar residuos químicos en el suelo”.

Lindner (2018) considera que los fertilizantes químicos, especialmente el nitrógeno que ellos contienen, se “escurre” fácilmente por debajo de las raíces, debido a la lluvia o a riegos. Estos productos no poseen más nutrientes que los especificados en la etiqueta. Una aplicación que

sea demasiado o muy cerca de las raíces puede causar que la planta sea “quemada” (en realidad un proceso de resecado por las sales químicas del fertilizante). Por último, aplicaciones excesivas de fertilizantes inorgánicos pueden resultar en un aumento de sales tóxicas en el suelo, creando con esto desequilibrios químicos.

Myers (2021), menciona que el uso excesivo de cualquier abono, orgánico o inorgánico, puede dar lugar a escurrimiento que contamine las capas freáticas. Debido a que la mayoría de los nutrientes de los abonos orgánicos están ligados en el estiércol y se liberan lentamente con el tiempo, el escurrimiento es un problema menor con estos fertilizantes en comparación con los inorgánicos. Además, debido a que los abonos orgánicos se descomponen con el tiempo, los nutrientes que proporcionan están disponibles por más tiempo que los de la mayoría de los abonos inorgánicos.

#### **1.10.6 Proceso de fabricación de fertilizantes inorgánicos**

Según AGROES.es (2021), “Consiste en la transformación de diferentes elementos presentes en la naturaleza, en nutrientes asimilables por las plantas.”

El nitrógeno, que no se encuentra formando parte de los compuestos minerales del suelo, es fijado de la atmósfera a través de un proceso complejo, similar al que realizan las leguminosas, obteniéndose fertilizantes nitrogenados.

La roca fosfórica, de muy baja solubilidad, es transformada en fertilizantes fosfatados asimilables por las plantas, que presentan una solubilidad muy elevada. La fabricación consiste en el ataque de la roca fosfórica con ácidos minerales, generalmente sulfúrico.

En el proceso de fabricación de fertilizantes potásicos, las sales presentes en la naturaleza se extraen, muelen y purifican, también con el objetivo de facilitar su asimilación por los cultivos.

#### **1.10.7 Principales características de los fertilizantes inorgánicos**

Según Cerda et al (2017), a continuación, se muestra las principales características de los fertilizantes inorgánicos:

- Fórmula química.
- Peso molecular.

- Ley: Es el porcentaje del principio nutritivo y viene referido a N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O. Así mismo será necesario distinguir la ley en forma pura o de uso reactivo y en forma de abono o de uso agrícola.

El tipo de abono: se refiere a la clasificación y puede ser:

- Simple, compuesto.
- Nitrogenado, fosfatado, potásico.
- Sólido, líquido, gaseoso.
- Natural (orgánico), sintético (químico).

### **1.10.8 Tipos de fertilizantes inorgánicos**

#### **a) Fertilizantes nitrogenados**

Según INTAGRI (2020), Los fertilizantes nitrogenados son aquellos a los que se les incorpora nitrógeno o compuestos derivados de este. Cuando el nitrógeno es incorporado al suelo las bacterias nitrificadoras se encargarán de hacer al nitrógeno disponible para las plantas ya que éstas solo pueden tomarlo en forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

VITRA (2020). Indica, que el nitrógeno es uno de los macronutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de cualquier cultivo. El suelo dispone naturalmente de él en forma orgánica y mineral, esta última esencial para que pueda ser absorbido por las plantas. Sin embargo, las cantidades disponibles en el suelo no son suficientes para suplir las necesidades de las plantas cultivadas, por lo que se debe aplicar fertilizantes que aporten nitrógeno.

#### **a.1) El nitrógeno en la nutrición vegetal**

El nitrógeno (N) es uno de los elementos esenciales en la nutrición de las plantas, está asociado al crecimiento vegetal debido a que es componente de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos y clorofila. El nitrógeno es uno de los elementos más comunes en el planeta, sin embargo, las cantidades disponibles en el suelo no son suficientes para suplir las necesidades de las plantas cultivadas, por lo que se deben aplicar abonos o fertilizantes ricos en nitrógeno (INTAGRI, 2020).

VITRA (2020) menciona que el nitrógeno forma parte de las proteínas, enzimas y clorofila, por tanto, es esencial en los procesos de síntesis de proteínas y en la fotosíntesis, siendo más

concretos entre sus funciones también destaca el aceleramiento de la división celular, y la elongación de las raíces. Una planta con carencia de nitrógeno no podrá completar procesos metabólicos indispensables para su desarrollo.

### **a.2) Urea**

INTAGRI (2020) manifiesta que la urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  es un fertilizante químico que se puede clasificar de origen orgánico ya que su estructura química corresponde a una carbamida, contiene un 46 % de N en forma amónica. La urea no puede ser aprovechada por las plantas ya que necesita ser transformada en el suelo; una vez disuelta e incorporada al suelo, después del riego, sufre una primera transformación por efecto de una enzima que está presente, ureasa, esta transforma la urea a carbonato de amonio. En el amonio está contenido el nitrógeno proveniente de la urea y la planta puede absorber y utilizar este amonio para su crecimiento. Aunque lo normal es que el amonio se transforme en nitrato por acción de los microorganismos del suelo, el nitrato es la forma preferente de absorción de N por las plantas.

### **Ventajas de usar urea como fertilizante**

- Alta concentración de nitrógeno:
- Alta solubilidad:

### **Desventajas**

- Pérdidas de nitrógeno
- Daño en la germinación
- Acidificación del suelo

### **b) Fertilizantes fosfatados**

INTAGRI (2018) Es importante destacar que los fertilizantes fosfatados solubles son ampliamente utilizados a nivel mundial debido a que los nutrientes que contienen están inmediatamente disponibles para su absorción por parte de las plantas. Sin embargo, su elevado costo, que aumenta constantemente debido al uso de combustibles fósiles en su producción y transporte, junto con el impacto ambiental negativo que esto conlleva, plantean un desafío. Una alternativa prometedora es el uso de fertilizantes fosforados insolubles, como la roca fosfórica. Además de ser más económicos, estos fertilizantes tienen el potencial de conservar el fósforo a largo plazo.



### **b.1) El fósforo y su importancia vegetal**

FERTIBOX (2019) Se destaca que el fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, cuya concentración de  $P_2O_5$  se encuentra entre el 0,5% y el 1% de la materia seca. Este elemento desempeña un papel fundamental en procesos vitales como la fotosíntesis, el transporte de nutrientes, la síntesis y descomposición de glúcidos, la síntesis de proteínas, la actividad de las diastasas y como transmisor de energía.

El fósforo (P) desempeña un papel crucial en numerosos componentes biológicos, como enzimas, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos (ADN y ARN), clorofila, adenosín trifosfato (ATP), fosfolípidos (componentes de las membranas) y fitina (compuesto de almacenamiento). Una adecuada nutrición de fósforo mejora la fisiología de las plantas, favoreciendo procesos clave como la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno (N), la floración y la fructificación. Además, promueve el desarrollo de raíces laterales. Las plantas toman fósforo del suelo en forma de ortofosfato primario ( $H_2PO_4^-$ ) y secundario ( $HPO_4^{2-}$ ). En suelos con un pH superior a 7.2, predomina la forma de  $HPO_4^{2-}$ , mientras que en suelos con un pH inferior, predomina el  $H_2PO_4^-$ . Los síntomas visuales de deficiencia de fósforo en las hojas de ciertos cultivos se manifiestan a través de la aparición de bandas moradas en los bordes. En otros cultivos, las hojas pueden adquirir un tono verde oscuro opaco y, con el tiempo, volverse púrpuras.

### **b.2) Fosfato diamónico (DAP)**

INTAGRI (2018) Se destaca que el DAP (fosfato diamónico) es un fertilizante sólido altamente concentrado en nutrientes primarios, como el nitrógeno (N) y el fósforo (P), y se aplica directamente al suelo. Este fertilizante goza de gran aprecio entre los agricultores debido a su favorable relación costo-beneficio en términos de aporte de nutrientes. El DAP es especialmente valorado por su idoneidad para la aplicación durante la siembra, y es un componente indispensable en la formulación de mezclas fertilizantes.

Vitorino (2010) “explica que es un abono compuesto, complejo, binario (nitrofosfatado). Se obtiene por la acción del ácido fosfórico sobre el amoníaco.”

En el mercado se encuentran disponibles diferentes productos con distintos contenidos de  $P_2O_5$ . Actualmente, en el Perú, el fosfato diamónico con una composición de 18-46-0 es ampliamente reconocido como la principal fuente de fósforo (P).

### **b.3) Propiedades y empleo**

- Este compuesto es soluble en agua y presenta una reacción ácida.
- En el comercio, este compuesto se presenta en forma de gránulos de color gris cenizo.
- Se emplea como fertilizante que aporta tanto nitrógeno como fósforo.
- Este compuesto muestra una mayor solubilidad y una ligera mejor asimilación en suelos de pH neutro y alcalino.
- Es importante no mezclarlo con  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ni con urea, a menos que sea en el momento de su uso.
- Este fertilizante es adecuado para su uso en una amplia variedad de cultivos y plantaciones arbóreas.
- En forma líquida, este fertilizante se puede utilizar para el abonado de cultivos florales y frutales mediante inyección.
- Este compuesto se utiliza en la producción de abonos complejos, como los de formulaciones 6-12-4, 10-20-20, 14-14-14, 12-12-12, entre otros, utilizados en los Estados Unidos.

### **c) Fertilizantes potásicos**

Los Los fertilizantes potásicos son principalmente sales solubles en agua. El potasio utilizado en la industria de fertilizantes proviene de varias fuentes minerales, siendo las más importantes la silvinita, la silvita, la kainita, la carnalita y la langbeinita. Estos minerales son utilizados para extraer el potasio en forma de cloruro de potasio (KCl), a partir del cual se fabrican los diversos tipos de fertilizantes que se encuentran en el mercado actualmente (INTAGRI, 2020).

#### **c.1) Potasio en la nutrición vegetal**

Chen (2022). A diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio no se utiliza en la síntesis estructural de moléculas bioquímicamente importantes. En cambio, el potasio se encuentra presente en la solución celular de las plantas y desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la presión de turgencia de las células, evitando el marchitamiento prematuro de la planta. Además, el potasio juega un papel crucial en la formación adecuada de las estomas, que son células generalmente ubicadas en el envés de las hojas y se abren y cierran para permitir la salida de vapor de agua y gases residuales. Además, el potasio actúa como un activador de enzimas.

Según FERTIBOX (2019) el potasio desempeña un papel sumamente importante en los cultivos, ya que cumple funciones trascendentales en la fisiología de las plantas. Contribuye activamente en la fotosíntesis, la translocación de nutrientes producidos durante la fotosíntesis, la síntesis de proteínas y la activación de enzimas clave para numerosas funciones bioquímicas. Además, una adecuada nutrición potásica en nuestros cultivos incrementa su resistencia frente a condiciones adversas como sequías o enfermedades.

### **c.2) Cloruro de potasio**

Gerrero (1993). El potasio se encuentra presente en las cenizas de la madera y en forma de sulfato de potasio. Contrarresta el efecto del nitrógeno cuando las plantas presentan un crecimiento excesivo de follaje, favoreciendo el desarrollo de brotes más robustos y plantas más fértiles. Además, el potasio posee una concentración de  $K_2O$  que oscila entre el 40% y el 60%. Se obtiene mediante un proceso de cristalización sucesiva de la silvinita, que se ve influenciado por la temperatura, utilizando técnicas como levitación y flotación.

Este fertilizante tiene las siguientes propiedades:

- Este compuesto presenta una alta solubilidad y asimilabilidad, lo que significa que es fácilmente soluble y directamente absorbible por las plantas.
- Se puede perder fácilmente por efecto de lavado
- Las sales potásicas son fisiológicamente ácidas.
- Las sales potásicas tienen una propiedad de higroscopicidad, lo que significa que tienen la capacidad de absorber la humedad atmosférica.

Por lo general, se recomienda aplicar el cloruro de potasio durante la siembra, ya que el cloro tiene tiempo suficiente para disiparse. Además, los fertilizantes potásicos no deben usarse como cobertura superficial, sino que es necesario incorporarlos al suelo para facilitar su difusión y promover un desarrollo radicular a una profundidad adecuada. De esta manera, las plantas podrán resistir mejor las condiciones de sequía, heladas y enfermedad.

### **d) Microelementos**

Prado (2012) cita a Kautny (1982), Se explica la necesidad de suplir las cantidades de boro, calcio y magnesio. Tanto el brócoli como la coliflor requieren niveles elevados de boro, superiores a 0.5 ppm en el suelo. Por lo tanto, en ciertas circunstancias, puede ser beneficioso agregar boro al suelo (p.37).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Ubicación del terreno**

##### **2.1.1 Ubicación**

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en el centro experimental Canaán, perteneciente a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Dicho centro se encuentra ubicado en el Distrito Andrés Avelino Cáceres, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, a una distancia de 2 km al este de la ciudad de Ayacucho.

Latitud	: 13°10'8.72" S
Longitud	: 74° 12' 12.85" O
Altitud	: 2735 msnm.
Pendiente	: 1 a 1.5%

##### **2.1.2 Análisis físico químico del suelo**

Se realizó la recolección de la muestra del suelo del campo experimental a una profundidad de 0.25 m con ayuda de herramientas pertinentes para este propósito, tratando de cubrir toda el área delimitada.

Luego de extraer las muestras fueron mezcladas y separadas en cuartos hasta obtener una muestra representativa de un kilogramo el cual fue analizado en el laboratorio de análisis de suelo, plantas y aguas "Nicolás Roulet" de Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga cuyos resultados se muestra en la tabla 2.1

**Tabla 2.1.** Análisis físico químico de la muestra de suelo del campo experimental de Canaán a 2750 msn.m

COMPONENTES	VALOR	INTERPRETACIÓN
pH (H <sub>2</sub> O)	7.85	Moderadamente alcalino
M.O. (%)	2.79	Medio
N total (%)	0.14	Medio
P disponible (ppm)	21.4	Medio
K disponible (ppm)	212.7	Medio
Arena (%)	45.8	
Limo (%)	28.9	Clase textural
Arcilla (%)	25.3	(franco)

Nota: Analizado en el Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" UNSCH-2021

Según Ibañez y Aguirre (1983), en la tabla 2.1 se observa que el pH, determinado en H<sub>2</sub>O, corresponde a un suelo de reacción moderadamente alcalino. El porcentaje de materia orgánica (2.79) corresponde a un suelo con nivel de materia orgánica media, el nitrógeno total (0.14) es de nivel medio, el fósforo disponible con 21.4 es de nivel medio y potasio disponible con 212.7 también de nivel medio. Según el porcentaje de arena, limo y arcilla corresponde a un suelo de clase textural franco.

### 2.1.3 Análisis físico- químico del abono orgánico (mallki)

Según PROMART HOMECENTER (2021), Mallki es un abono mejorador de suelos 100% natural, producido a partir de la degradación controlada de residuos sólidos de crianza de aves, restos vegetales y otros componentes orgánicos. Es un producto libre de impurezas que ayuda a incrementar la retención de agua, aporta microorganismos benéficos al suelo, e incrementa la capacidad de intercambio catiónico. Resalta la riqueza de microelementos indispensables en los procesos fisiológicos del cultivo y el aporte de extractos húmicos característicos de una Materia Orgánica de alto estándar.

Dosificación: 3-5 kg/planta (siembras frutales). 5-20 kg/planta (producción frutal). 3-8 t ha<sup>-1</sup> (cultivos anuales).

**Tabla 2.2.** Análisis físico químico de la muestra del abono orgánico (Mallki)

Macronutrientes	Nitrógeno	N	1.2-2.5%
	Fósforo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.0-2.0%
	Potasio	K <sub>2</sub> O	2.1-3.5%
	Calcio	CaO	3.0-3.5%
	Magnesio	MgO	0.8-1.2%
Micronutrientes	Magnesio	Mn	500-650 ppm
	Boro	B	70-100 ppm
	Zinc	Zn	400-600 ppm
	Cobre	Cu	65-90 ppm
	Hierro	Fe	3500-8500 ppm
Extractos húmicos	Ácidos fúlvicos	%	02-10
	Ácidos húmicos	%	02-8
Características químicas	pH en agua		7.7-8.9
	Humedad	%	18-21
	Relación C/N		11-15
	Materia orgánica	%	25-45
	Retención de humedad	%	100

Nota. Adaptado de PROMART HOMECENTER( 2019), <https://www.promart.pe/mejorador-de-suelos-mallki-25kg/p>

## 2.2 Características climáticas

Los datos meteorológicos fueron registrados en el observatorio climatológico del INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), que se encuentra a una altitud de 2750 metros sobre el nivel del mar. Este observatorio está ubicado en las coordenadas 74°12'20'' de longitud oeste y 13°09'48'' de latitud sur. Estos datos se utilizaron para llevar a cabo el balance hídrico, y los resultados obtenidos se presentan a continuación en el Tabla 2.3 y Figura 2.1.

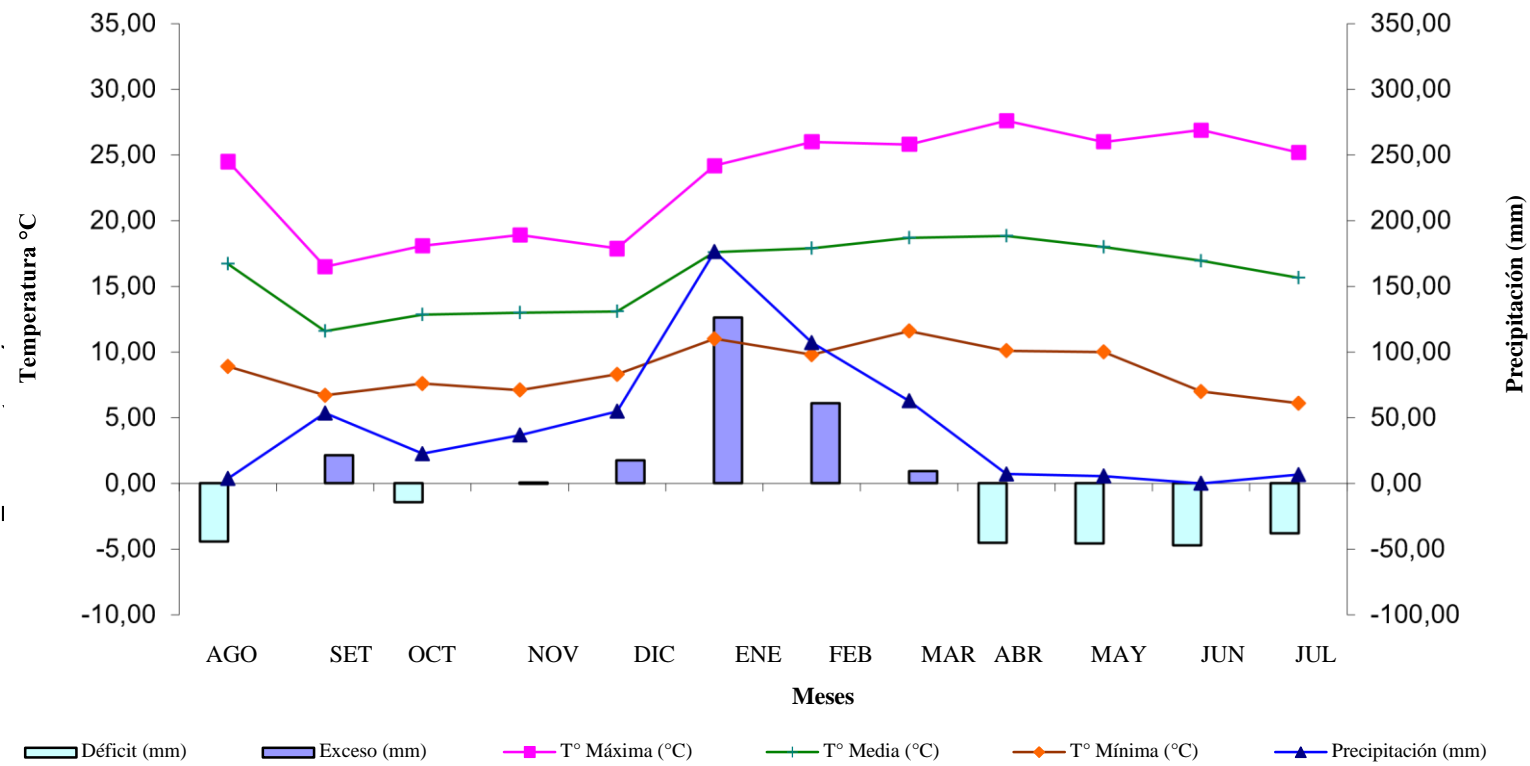
La Tabla 2.3 y la Figura 2.1 muestran los registros de precipitación, temperatura máxima, media y mínima durante el periodo comprendido entre agosto de 2014 y julio de 2015. Durante este intervalo, la precipitación total alcanzó los 537.00 mm, mientras que las temperaturas máxima, mínima y media anuales fueron de 23.14°C, 8.68°C y 15.91°C, respectivamente.

De acuerdo con el balance hídrico, se observaron condiciones húmedas durante los meses de diciembre de 2014 a marzo de 2015, mientras que se registró un déficit de humedad en los meses de agosto y octubre de 2014, así como en abril, mayo, junio y julio de 2015.

**Tabla 2.3.** Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014-2015, de la Estación Meteorológica de Canaán (Senamhi)-Ayacucho

**Distrito** : Ayacucho **Altitud** : 2735 msnm  
**Provincia** : Huamanga **Latitud** : 13°09'48'' Sur  
**Departamento** : Ayacucho **Longitud** : 74°12'20'' Oeste

AÑO	2014						2015						TOTAL	PROM
	MESES	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN		
T° Máxima (°C)	24.54	16.50	18.10	18.90	17.90	24.20	26.00	25.80	27.60	26.00	26.90	25.20	23.14	
T° Mínima (°C)	8.90	6.70	7.60	7.10	8.30	11.00	9.80	11.60	10.10	10.00	7.00	6.10	8.68	
T° Media (°C)	16.72	11.60	12.85	13.00	13.10	17.60	17.90	18.70	18.85	18.00	16.95	15.65	15.91	
Factor	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96		
ETP(mm)	82.93	55.68	63.74	62.40	64.98	87.30	80.19	92.75	90.48	89.28	81.36	77.62	928.71	
Precipitación (mm)	3.60	53.50	22.60	36.70	54.90	176.50	107.10	62.80	7.10	5.60	0.00	6.60	537.00	
ETP Ajust. (mm)	47.95	32.20	36.85	36.08	37.57	50.48	46.37	53.63	52.32	51.62	47.04	44.88		
H del suelo (mm)	-44.35	21.30	-14.25	0.62	17.33	126.02	60.73	9.17	-45.22	-46.02	-47.04	-38.28		
Déficit (mm)	-44.35		-14.25						-45.22	-46.02	-47.04	-38.28		
Exceso (mm)		21.30		0.62	17.33	126.02	60.73	9.17						



**Figura 2.1.** Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2014-2015 de la Estación Meteorológica de Canaán (Senamhi)-Ayacucho



### 2.3 Material vegetal

Para este estudio se utilizó el cultivar "Imperial", el cual es un híbrido de madurez intermedia con plantas de gran tamaño. Este cultivar presenta una cabeza de forma de domo alto, de un atractivo color verde-azulado. Además, el grano de la pella es pequeño y uniforme. Es ideal tanto para la temporada de transición en primavera como en otoño. Es importante destacar que este tipo de brócoli desarrolla muy pocos hijuelos en la base de la planta, lo cual facilita su cosecha. Además, su maduración es uniforme, lo que permite una cosecha más eficiente. En cuanto a la madurez relativa, se alcanza aprox. 75 días después del trasplante (Sakata, 2021).

- Para etapa de transición
- Uniformidad de corte
- Soporta el calor
- Excelente color de cabeza

Según Semillas abe (s.f.) El cultivar "Imperial" es un híbrido especialmente adaptado a zonas de clima intermedio y cálido. Sus floretes se caracterizan por ser compactos, con granos finos a medios y un color verde excelente. La cabeza única de este brócoli tiene un tamaño medio-grande y no presenta brotes laterales, lo que lo hace ideal tanto para el mercado fresco como para la industria agroalimentaria.

La planta del brócoli tiene un hábito de crecimiento erecto, con una única cabeza o pella de tamaño mediano y granos finos a medios, de color verde azulado. Esta variedad se adapta a zonas de clima intermedio y cálido, especialmente en condiciones de días largos con temperaturas moderadas. Para su siembra se recomienda una distancia de 0.7 x 0.25 a 0.40 metros, lo cual permite aprovechar al máximo el espacio y utilizar más plantas por área. La cosecha se inicia aproximadamente a los 80 días después del trasplante. Esta variedad es ideal tanto para el mercado fresco como para la industria, ya que presenta una mejor calidad después de la cosecha (Sakata, citado por Gaspar, 2021).

**Tabla 2.4.** Características del brócoli imperial

Características	
Peso	0.8-1.1 kg
Ciclo	75-90 días
Tamaño de grano	Fino a medio

Nota. Adaptado de Semillas abe

## 2.4 Factores de estudio:

### Fórmulas de abonamiento orgánico-mineral (F)

F1= 0 t. ha<sup>-1</sup> abono orgánico (testigo)

F2= 6 t. ha<sup>-1</sup> abono orgánico

F3 = 40-20-20 N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 4 t. ha<sup>-1</sup> abono orgánico

F4 = 80-40-40 N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 2 t. ha<sup>-1</sup> abono orgánico

F5 = 120-60-60 N P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 0 t. ha<sup>-1</sup> abono orgánico

### Densidad de plantas (D)

D1= 31,250 plantas. ha<sup>-1</sup> (0.80 m entre surcos y 0.40 m entre plantas)

D2=25,000 plantas. ha<sup>-1</sup> (0.80 m entre surcos y 0.50 m entre plantas)

## 2.5 Tratamientos

De la combinación de fórmulas de abonamiento orgánico-mineral y densidad de plantas resultan 10 tratamientos que se estudiaron.

**Tabla 2.5.** Tratamientos que se evaluaron en el presente trabajo de investigación

Tratamientos	Combinación	Descripción
T <sub>1</sub>	F <sub>1</sub> *D <sub>1</sub>	0 t. ha <sup>-1</sup> mallki* 31250 plantas. ha <sup>-1</sup> (testigo <sub>1</sub> )
T <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> *D <sub>1</sub>	6 t. ha <sup>-1</sup> mallki * 31250 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>3</sub>	F <sub>3</sub> *D <sub>1</sub>	40-20-20 N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 4 t. ha <sup>-1</sup> mallki * 31250 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>4</sub>	F <sub>4</sub> *D <sub>1</sub>	80-40-40 N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 2 t. ha <sup>-1</sup> mallki *31250 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>5</sub>	F <sub>5</sub> *D <sub>1</sub>	120-60-60N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 0 t. ha <sup>-1</sup> mallki * 31250 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>6</sub>	F <sub>1</sub> *D <sub>2</sub>	0-0-0 N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 0 t. ha <sup>-1</sup> mallki * 25000 plantas. ha <sup>-1</sup> (testigo <sub>2</sub> )
T <sub>7</sub>	F <sub>2</sub> *D <sub>2</sub>	0-0-0 N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 6 t. ha <sup>-1</sup> mallki *25000 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>8</sub>	F <sub>3</sub> *D <sub>2</sub>	40-20-20 N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 4 t. ha <sup>-1</sup> mallki * 25000 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>9</sub>	F <sub>4</sub> *D <sub>2</sub>	80-40-40 N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O + 2 t. ha <sup>-1</sup> mallki * 25000 plantas. ha <sup>-1</sup>
T <sub>10</sub>	F <sub>5</sub> *D <sub>2</sub>	120-60-60N- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O * 25000 plantas. ha <sup>-1</sup>

## 2.6 Descripción del campo experimental

### 2.6.1 Características del experimento

#### a) Unidad experimental

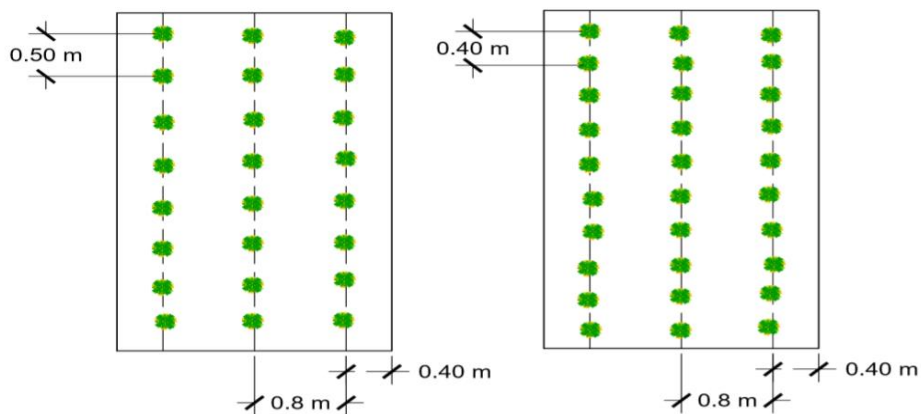
- Ancho : 2.40 m
- Largo : 4 m
- Área : 9.6 m<sup>2</sup>
- N° de surcos : 3

**b) Bloque**

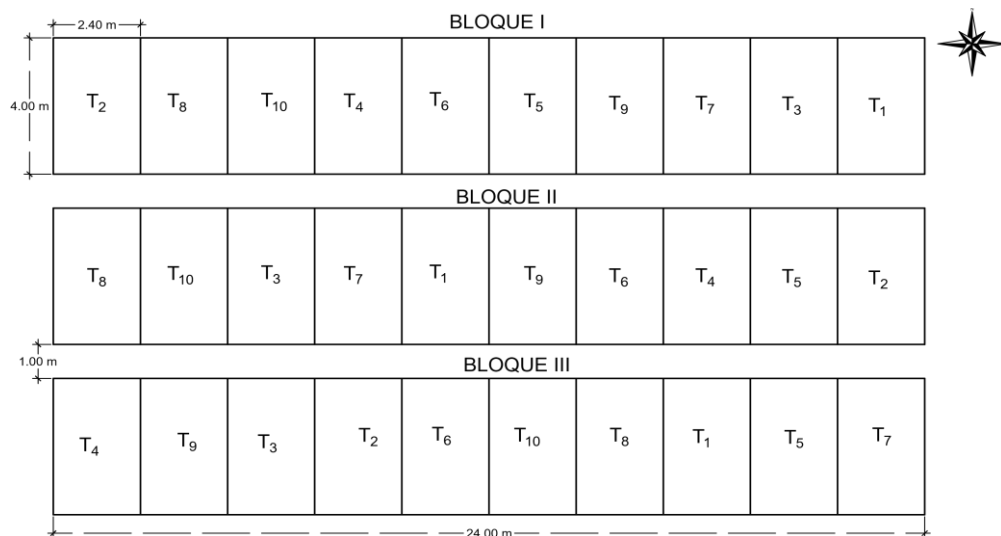
- N° de bloques : 3
- Ancho del bloque : 4.0 m
- Largo del bloque : 24 m
- Área del bloque : 96 m<sup>2</sup>
- Área total de bloques : 288m<sup>2</sup>

**c) Calles**

- N° de calles : 2
- Ancho : 1 m
- Largo : 24 m
- Área de la calle : 24 m<sup>2</sup>
- Área total de la calle : 48 m<sup>2</sup>
- Área total del campo experimental: 336 m<sup>2</sup>



**Figura 2.2.** Unidad experimental



**Figura 2.3.** Croquis del campo experimental y randomización

## 2.7 Diseño experimental

Se planteó la influencia de dos densidades de plantas (d) y cuatro fórmulas de abono orgánico-mineral (f). El tipo de investigación fue experimental, nivel aplicado y método inductivo. Para la distribución de las unidades experimentales en el campo se utilizó el diseño estadístico de Bloque Completo Randomizado (DBCR) con arreglo factorial de 5F\*2D, 10 tratamientos, con 3 repeticiones. Se evaluó el rendimiento del cultivo de Brócoli. La unidad experimental tenía una dimensión de 4.0 m\* 2.40 m, con 3 surcos. El distanciamiento entre surcos fue de 0.80 m y entre plantas de 0.40 m y 0.50 m.

El modelo aditivo lineal para el análisis estadístico es el siguiente:

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

Dónde:

**Y<sub>ijk</sub>** : Variable de respuesta del i-ésimo nivel de a, j-ésimo nivel de b, en el k-ésimo bloque.

**μ** : Media general.

**β<sub>i</sub>** : Efecto del i-ésimo bloque.

**δ<sub>j</sub>** : Efecto de la j-ésima formulación de abono orgánico mineral.

**α<sub>k</sub>** : Efecto de k-ésimo densidad de plantas.

**(δ<sub>j</sub> α<sub>k</sub>)**: Efecto de la interacción de fórmulas de abono orgánico-mineral x densidad de plantas.

**ε<sub>ijk</sub>** : Error.

## 2.8 Instalación y conducción del experimento

### 2.8.1 Almacigo

El día 23 de setiembre del 2021 se realizó el almacigo en bandejas de 288 celdas a los cuales se les tuvo que aplicar sustrato de relación 3:1:1:0.5 (humus: musgo: kikato: ceniza). Las semillas fueron distribuidas en cada celda de la bandeja (una semilla por cada celda), luego se procedió a cubrir con el sustrato, posteriormente se realizó un ligero riego. se realizó un adecuado manejo del cultivo dentro del tiempo que estuvo presente en el vivero. La germinación ocurrió dentro de los 6 a 7 días con un 96%, las plántulas permanecieron en la cama de almacigo durante 40 días para el trasplante.

### **2.8.2 Limpieza del terreno**

Esta labor consistió en la eliminación de los restos o residuos de la cosecha anterior, con el propósito de que el terreno experimental quede limpio y facilite las labores de aradura y se realizó el 25 de octubre del 2021.

### **2.8.3 Preparación del terreno**

La preparación del terreno se realizó el 27 de octubre del 2021, realizándose la remoción del suelo con ayuda de un tractor agrícola a una profundidad de 20 cm. el 28 octubre del 2021, se realizó una pasada con rastra de discos para roturar los terrones, posteriormente se efectuó el mullido y nivelación con el empleo de rastrillo. Luego se realizó el surcado a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos.

### **2.8.4 Demarcación y estacado del campo experimental**

Para la demarcación del campo se utilizó estacas, los trazos se realizaron con la ayuda de una Wincha y cordel según el croquis experimental, esta labor se realizó el 02 de noviembre del 2021

### **2.8.5 Trasplante**

El trasplante se llevó a cabo a los 40 días (03 de noviembre del 2021) después del almácigo una vez que las plántulas almacenaron el tamaño adecuado, colocando a 0.40 m y 0.50 m entre plántulas de acuerdo al factor de estudio de densidad de plantas.

### **2.8.6 Recalce**

Se realizó en los lugares que no llegaron a establecerse a los cuatro días después del trasplante, con la finalidad de mantener uniformidad en el campo experimental.

### **2.8.7 Abonamiento**

El abonamiento orgánico con mallki según los tratamientos se aplicó el 29 de octubre del 2021, como abono de fondo según los tratamientos establecidos. El abonamiento inorgánico con Urea (46% de N), fosfato di amónico (18% N y 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Cloruro de Potasio (60% de K<sub>2</sub>O), se aplicó en dos momentos: Primer abonamiento se aplicó a los 7 ddt. (10 de noviembre de 2021) con el 50% de nitrógeno todo el fósforo y potasio según los tratamientos establecidos. Segundo abonamiento se aplicó a los 30 ddt (04 de diciembre del 2021) momentos previos al aporte el 50% de nitrógeno.

### **2.8.8 Riego**

Se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo; se aplicó dos riegos por semana para asegurar el prendimiento, durante 02 semanas consecutivas, luego de acuerdo a las necesidades del cultivo (01 vez por semana). Los riegos se realizaron por goteo (riego presurizado-RLAF)

### **2.8.9 Aporque y deshierbo**

Se realizó un aporque y dos deshierbos durante el ciclo del cultivo: El aporque que se realizó a los 30 ddt (04 de diciembre del 2021), efectuándose manualmente con el uso del azadón, con la finalidad de proporcionar mayor soltura y oxigenación en los suelos y permitir la mejor asimilación de los nutrientes por la planta, los deshierbo se realizaron a los 50 y 70 ddt.

### **2.8.10 Control fitosanitario**

En la conducción del experimento se observó el ataque de:

- Diabrotica (*Diabrotica viridula*), como comedores de hojas y brotes en estado adulto
- Plutella (*Plutella xylostella*), como comedores de hojas y brotes en el estado de larva.
- Áfidos (*Brevicoryne brassicae*), agente picador y chupador de hojas y brotes.

Para el control de las plagas se aplicó Bronco (ingredientes activos: Alpha-Cypermethrin 25 g/l y Chlorpyrifos 375g/l) en una dosis de 30ml/mochila de 20 litros. Esta aplicación se realizó 03 veces en las etapas de crecimiento vegetativo y inducción floral con una repetición de 18 días, apenas se observó el daño que venía causando en el follaje y las cabezuelas florales del brócoli, siendo este procedimiento para todos los tratamientos tanto preventivo como de control.

Para prevenir el ataque de la chupadera fungosa se aplicó el producto Parachupadera (ingredientes activos: Flutolanil 100g/kg y Captan 640 g/kg). en una dosis de 40g/mochila de 20 litros y evitar el riego excesivo. Además de un adherente-humectante-dispersante llamado “wettex” el cual humecta, adhiere y cobertura del pulverizado en la superficie foliar. y favorece la penetración de los agroquímicos.

### **2.8.11 Cosecha**

La cosecha en promedio se realizó a los 83 ddt (27 de febrero del 2022), cuando las cabezuelas lograron su máximo crecimiento y desarrollo (compacto sin apertura de flores); efectuándose con una navaja en la base de la inflorescencia.

## **2.9 Parámetros evaluados**

Las evaluaciones agronómicas y de rendimiento se realizaron en tres oportunidades, la primera evaluación se realizó el 21 de enero del 2022; la segunda evaluación se realizó el 27 de enero del 2022 y la tercera evaluación se realizó el 01 de febrero del 2022. La evaluación se realizó a 06 plantas por parcela teniendo en cuenta el efecto borde de cada parcela en base a las siguientes variables e indicadores.

### **2.9.1 Número de hojas por planta**

Esta evaluación consistió en el conteo de hojas verdaderas que mostro cada uno de los tratamientos en estudio. Por parcela se evaluó un total de 06 plantas.

### **2.9.2 Altura de planta (cm)**

Para establecer la altura de la planta, se midió las plantas muestreadas 06 por unidad experimental, tomando en cuenta la longitud desde el cuello de la raíz hasta la parte superior de la hoja, usando una cinta métrica.

### **2.9.3 Diámetro ecuatorial de la pella (cm)**

Se realizó una vez que la pella haya alcanzado la madurez comercial, que en promedio fue de 85 días después del trasplante, considerando la parte central de la inflorescencia, de las 06 plantas por unidad experimental seleccionadas para el estudio, para este propósito se utilizó vernier, con el que se obtuvo una mayor precisión al momento de la medición.

### **2.9.4 Altura de pella (cm)**

Se midió la altura de cada una de las 06 cabezas cosechadas del surco central de cada unidad experimental.

### **2.9.5 Diámetro del pedúnculo de la pella (mm)**

Se midió el diámetro del pedúnculo de cada una de las 06 cabezas cosechadas del surco central de cada unidad experimental.

### **2.9.6 Peso de pella (g)**

Se pesaron individualmente 06 cabezas del surco central de cada unidad experimental y se promediaron los pesos para obtener un peso promedio por unidad experimental.

### **2.9.7 Peso de la planta (kg)**

Para esta evaluación se consideró toda la inflorescencia (pellas), incluyendo el tallo, hojas y raíz de cada planta; para esta evaluación se empleó una balanza electrónica de precisión, con el cual se procedió a pesar las 6 plantas cosechadas del surco central de cada unidad experimental.

### **2.9.8 Rendimiento de pella (kg. ha<sup>-1</sup>)**

Para evaluar el rendimiento de la inflorescencia de cada planta, se consideraron únicamente las inflorescencias (pellas) junto con un tallo de aproximadamente 4 cm. Para llevar a cabo esta evaluación, se utilizó una balanza electrónica de precisión para pesar las 6 cabezas cosechadas del surco central de cada unidad experimental. Luego, se calculó el promedio estadístico de los pesos obtenidos para realizar el estudio correspondiente.



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Número de hojas por planta

**Tabla 3.1.** Análisis de variancia del número de hojas por planta

<b>F.V.</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Bloque	2	0.405	0.203	0.26	0.7739
Tratamiento	9	9.858	1.095	1.41	0.2567
Densidad (D)	1	0.269	0.269	0.35	0.5641
Fertilización (F)	4	6.466	1.617	2.08	0.1265
D x F	4	3.123	0.781	1.00	0.4321
Error	18	14.022	0.779		
Total	29	24.285			

CV (%) = 4.16

Promedio = 21.21

La tabla 3.1 del análisis de variancia, se observa que no existe significación estadística en los factores principales y tampoco en la interacción (D x F), resultado que permite tener una uniformidad en el número de hojas por planta. El coeficiente de variación del experimento indica buena precisión.

En promedio se encuentra en un valor de 21.21 hojas con un rango del número de hojas del brócoli de 20.11 hasta 22.11. Se puede decir que no existe respuesta en las variables en estudio por el efecto de la densidad y la fertilización.

Los resultados del presente trabajo de investigación se asemejan a los resultados por Ortiz (2019) quien en su trabajo de tesis “Abonamiento orgánico y químico en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la comunidad campesina de los Angeles, Huancarama-Andahuaylas-Apurimac” obtuvo 22 hojas con el tratamiento “NPK+ terrasur”.

El promedio del número de hojas fue de 21 hojas este resultado se encuentra dentro del rango establecido por Toledo (2003) que indica que el brócoli tiene de 15 a 30 hojas grandes las cuales presentan de 30 cm de ancho y 50 cm de longitud aproximadamente.

### 3.2 Altura de planta

**Tabla 3.2.** Análisis de variancia de la altura de planta

<b>F.V.</b>	<b>gl</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Bloque	2	112.883	56.442	16.69	0.0001
Tratamiento	9	170.519	18.947	5.60	0.0010
Densidad (D)	1	13.588	13.588	4.02	0.0603
Fertilización (F)	4	151.640	37.910	11.21	0.0001
D x F	4	5.291	1.323	0.39	0.8123
Error	18	60.879	3.382		
Total	29	344.282			

CV (%) = 3.86

Promedio = 47.71

La tabla 3.2 del ANVA, muestra alta significación estadística para el efecto principal de la fertilización en la variable altura de planta. Resultado que nos permitirá el estudio de la altura de planta en los diferentes niveles de fertilización. El coeficiente de variación indica buena precisión del experimento.

**Tabla 3.3.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización en promedio de la densidad de siembra para la altura de planta

<b>Fertilización</b>	<b>Altura de planta cm</b>	<b>Tukey 0.05</b>
120-60-60 + 0	50.17	a
80-40-40 + 2	49.26	a
00-00-00 + 6	47.82	a
40-20-20 + 4	47.69	a
00-00-00 + 0	43.61	b

La prueba de Tukey de la altura de planta bajo los efectos de las diferentes fertilizaciones se observa en la tabla 3.3 un mayor valor cuando se aplica los más altos niveles de NPK, también cuando se incorpora los niveles medios de NPK, pero adicionando diferentes niveles de

abonamientos con terrasur. Estos tratamientos sin diferencia estadística, pero superando estadísticamente al tratamiento sin fertilización; toda esta diferencia es en promedio de las densidades de siembra.

En el presente trabajo de investigación la mayor altura de planta obtenido para la variedad imperial F1 en estudio fue de 51.39 cm, este resultado es superior a los encontrados por Tesén (2021) en su tesis titulada “Rendimiento y calidad de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. italica plenck.) bajo tres densidades de siembra”, donde obtuvo una altura de planta de 41.68 cm, manifestando que esta diferencia se debe al manejo agronómico, condiciones edafoclimáticas y las características genéticas de cada variedad en interacción con el medio ambiente.

### 3.3 Diámetro ecuatorial de la pella

**Tabla 3.4.** Análisis de variancia del diámetro ecuatorial de la pella

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	5.827	2.914	2.48	0.1118
Tratamiento	9	187.425	20.825	17.73	0.0000
Densidad (D)	1	2.171	2.171	1.85	0.1908
Fertilización (F)	4	183.667	45.917	39.09	0.0000
D x F	4	1.587	0.397	0.34	0.8489
Error	18	21.142	1.175		
Total	29	214.393			

CV (%) = 5.98

Promedio = 18.11

La tabla 3.4 del ANVA, muestra alta significación estadística para el efecto principal de las fertilizaciones utilizada en promedio de las densidades de siembra al estudiar el diámetro ecuatorial de la pella de brócoli. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión bajo el diseño experimental utilizado.

**Tabla 3.5.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el diámetro ecuatorial de la pella en promedio de las densidades de planta

Fertilización	Diámetro ecuatorial de la pella (cm)	Tukey 0.05	
120-60-60 + 0	20.64	a	
80-40-40 + 2	19.65	a	b
40-20-20 + 4	18.71		b
00-00-00 + 6	18.06		b
00-00-00 + 0	13.48		c

El diámetro ecuatorial de la pella en el brócoli es una variable de calidad relacionado al tamaño. En la tabla 3.5 de la prueba de Tukey se puede observar la respuesta a la fertilización frente al testigo que solamente alcanza un diámetro de 13.48. El mayor valor en esta variable se encuentra entre la fertilización de 120-60-60 NPK sin abono orgánico y 80-40-40 de NPK más la adición de 2 t ha<sup>-1</sup> de terrasur sin diferencia estadística entre ellos.

En el presente trabajo de investigación el mayor diámetro ecuatorial de pella obtenido para la variedad imperial F1 en estudio fue de 20.67 cm, este resultado se asemeja a los encontrados por Tesén (2021) en su tesis titulada “Rendimiento y calidad de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica* plenck.) bajo tres densidades de siembra”, donde obtuvo un diámetro ecuatorial de pella de 20.90 cm.

### 3.4 Altura de pella

**Tabla 3.6.** Análisis de variancia de la altura de pella

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	3.957	1.979	1.97	0.1678
Tratamiento	9	85.764	9.529	9.51	0.0000
Densidad (D)	1	1.391	1.391	1.39	0.2541
Fertilización (F)	4	82.382	20.596	20.55	0.0000
D x F	4	1.991	0.498	0.50	0.7385
Error	18	18.041	1.002		
Total	29	107.761			

CV (%) = 6.14

Promedio = 16.31

La tabla 3.6 del ANVA, muestra alta significación estadística para el efecto principal de las fertilizaciones utilizada en promedio de las densidades de siembra al estudiar la altura de la pella de brócoli. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión bajo el diseño experimental utilizado.

**Tabla 3.7.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para la altura de inflorescencia

<b>Fertilización</b>	<b>Altura de inflorescencia (cm)</b>	<b>Tukey 0.05</b>
120-60-60 + 0	17.40	a
40-20-20 + 4	17.31	a
80-40-40 + 2	17.28	a
00-00-00 + 6	16.49	a
00-00-00 + 0	13.06	b

La altura de pella en el brócoli es una variable de calidad relacionado al tamaño. En la tabla 3.7 de la prueba de Tukey se puede observar la respuesta a la fertilización frente al testigo que solamente alcanza una altura de 13.06 cm. El mayor valor en esta variable se encuentra con la fertilización de 120-60-60 NPK sin abono orgánico, pero sin diferencia estadística entre los demás tratamientos con fertilización más la adición de abono orgánico.

Gaspar (2021) obtuvo estos mismos resultados donde la densidad (D) no tuvo diferencia estadística para la altura de la inflorescencia (pella), la densidad de 25 000 pl. ha<sup>-1</sup> (50 cm x 80 cm) y la densidad de 31 250 pl. ha<sup>-1</sup> (40 cm x 80 cm) tuvieron alturas de inflorescencia (pella) de 21.82 cm y 21.62 cm respectivamente.

Sin embargo, Saire (2022) obtuvo diferencias estadísticas entre las densidades de siembra para la altura de la inflorescencia, pero de menor tamaño en un rango de 8.71 y 10.63 cm con respecto al presente trabajo de investigación. Esta diferencia de altura de inflorescencia se debe a las características de la variedad paraíso F1, que son de menor periodo vegetativo y de pella de menor tamaño que el imperial F1.

Por otro lado, los resultados del presente trabajo de investigación superaron a los obtenidos por Saire (2022) quien obtuvo una altura de inflorescencia de 11.33 cm con un nivel de fertilización de 157-100-198 NPK, este resultado fue obtenido en el cultivar híbrido paraíso F1.

### 3.5 Diámetro del pedúnculo

**Tabla 3.8.** Análisis de variancia del diámetro del pedúnculo

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	25.558	12.779	2.67	0.0963
Tratamiento	9	204.242	22.694	4.75	0.0024
Densidad (D)	1	16.695	16.695	3.49	0.0781
Fertilización (F)	4	179.248	44.812	9.37	0.0003
D x F	4	8.299	2.075	0.43	0.7824
Error	18	86.078	4.782		
Total	29	315.878			

CV (%) = 5.17

Promedio = 42.30 cm

La tabla 3.8 del ANVA, muestra alta significación estadística para el efecto principal de las fertilizaciones utilizada en promedio de las densidades de siembra al estudiar el diámetro del pedúnculo floral del brócoli. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión bajo el diseño experimental utilizado.

**Tabla 3.9.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el diámetro del pedúnculo

Fertilización	Diámetro del pedúnculo (mm)	Tukey 0.05
120-60-60 + 0	45.28	a
80-40-40 + 2	43.10	a
40-20-20 + 4	42.93	a
00-00-00 + 6	42.33	a
00-00-00 + 0	37.83	b

El pedúnculo floral en el brócoli es una variable de calidad relacionado el diámetro de la pella. En la tabla 3.9 de la prueba de Tukey se puede observar la respuesta a la fertilización frente al testigo que alcanza un diámetro de pedúnculo de 37.83 mm. El mayor valor en esta variable se encuentra con la fertilización de 120-60-60 NPK sin abono orgánico, pero sin diferencia estadística entre los demás tratamientos con fertilización más la adición de abono orgánico.

El factor densidad (D) no tuvo diferencia estadística para el diámetro del pedúnculo, así como obtuvo Infante (2018) en su trabajo de investigación donde no hubo diferencia estadística para diámetro del pedúnculo, la densidad de 25 000 pl. ha<sup>-1</sup>(50 cm x 80 cm) y la densidad de 30 000

pl. ha<sup>-1</sup> (40 cm x 80cm) tuvieron diámetros de pedúnculo de 42.3 mm (a) y 43.3 mm (a) respectivamente. Donde “a” refleja la existencia de que no hay diferencia estadística.

Gaspar (2021) obtuvo estos mismos resultados donde la densidad (D) no tuvo diferencia estadística para el diámetro del pedúnculo, la densidad de 25 000 pl. ha<sup>-1</sup>(50 cm x 80 cm) y la densidad de 31 250 pl. ha<sup>-1</sup> (40 cm x 80 cm) tuvieron diámetros de pedúnculo de 44.93 mm (ab) y 44.19 mm (ab) respectivamente. Donde “ab” refleja la existencia de que no hay diferencia estadística.

Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Gutiérrez (2005) en su trabajo de investigación “Cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en diferentes distancias de trasplante en época de invierno bajo ambiente atemperado” donde obtuvo en un rango de 31.7 y 38.8 mm.

Según la página web brócoli (2020) menciona, que la planta desarrolla un tallo principal relativamente grueso (3 a 6 cm diámetro), de 20 a 50 cm de alto, sobre el cual se disponen la hoja en forma helicoidal en entrenudos cortos. Los resultados el presente trabajo de investigación están en el rango 37 y 45 mm los cuales están dentro del límite establecido por dicho autor.

### 3.6 Peso de la pella

**Tabla 3.10.** Análisis de variancia del peso de pella

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	81618.8	40809.4	11.52	0.0006
Tratamiento	9	559709.6	62190.0	17.56	0.0000
Densidad (D)	1	29714.6	29714.6	8.39	0.0096
Fertilización (F)	4	523090.9	130772.7	36.92	0.0000
D x F	4	6904.1	1726.0	0.49	0.7449
Error	18	63752.4	3541.8		
Total	29	705080.8			

CV (%) = 11.04

Promedio = 538.86

La tabla 3.10 del ANVA muestra alta significación estadística en los efectos principales de la densidad de plantas y la fertilización en el peso de pella, resultado que nos permitirá el estudio independiente de los factores mencionados. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión del experimento.

**Tabla 3.11.** Prueba de Tukey del efecto principal de densidad para el peso de pella

Densidad (plantas/ha)	Peso de la pella (g)	Tukey 0.05
25000	570.33	a
31250	507.39	b

La tabla 3.11 de la prueba de Tukey del peso promedio de pella por efecto de la densidad de plantas, donde existe significación estadística en el peso en la densidad de 25000 plantas ha<sup>-1</sup> obteniendo un peso de 570.33 g superando a la densidad de 31250 plantas ha<sup>-1</sup> que llega a un peso de pella de 207.39 g.

**Tabla 3.12.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el peso de pella

Fertilización	Peso de la pella (g)	Tukey 0.05
120-60-60 + 0	658.19	a
80-40-40 + 2	632.64	a
40-20-20 + 4	579.44	a
00-00-00 + 6	535.14	b
00-00-00 + 0	288.89	b

La tabla 3.12 de la prueba de Tukey del peso de pella promedio se observa la respuesta de la fertilización en el peso de la pella frente al testigo con superioridad estadística. La fertilización de 120-60-60 de NPK sin abono orgánico muestra el mayor peso de pella de 658.19 g. supera estadísticamente a los demás tratamientos, incluyendo al testigo donde el peso de pella fue solamente de 288.89 g.

El factor densidad (D) tuvo diferencia estadística para el peso de la pella, en el trabajo de investigación realizado por Tenorio (2012) cuyo título fue “Momentos de deshierbo y densidad de plantas en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea*, var *itálica*), Canaán 2750 msnm. Ayacucho”, sin embargo, Infante (2018) en su trabajo de evaluación no obtuvo diferencia estadística para el peso de la pella con el factor densidad.



El factor fertilización (F) tuvo diferencia estadística para el peso de la pella en el trabajo de investigación “Abonamiento orgánico y químico en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.), reportado por Ortiz (2019) en la comunidad campesina de los Ángeles, Huancarama-Andahuaylas-Apurímac”.

Condeso (2019) en su trabajo de evaluación “Estudio comparativo de abonos orgánicos y fertilizantes sintéticos en el rendimiento del híbrido de brócoli legasy (*Brassica oleracea* var. itálica) en condiciones agroecológicas de Huánuco - 2010” obtuvo diferencia estadística para el peso de la pella con el factor fertilización.

Los resultados obtenidos se asemejan a los resultados de Infante (2018) quien obtuvo a una densidad de 25 000 pl. ha<sup>-1</sup> y 30 000 pl. ha<sup>-1</sup> un peso de pella de 565.65 g y 499.22 g respectivamente.

Según Acosta et al (2018), se considera grande con un peso mayor de 500 g, los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación fueron superiores a este calibre (>500 g).

Los resultados se asemejan con lo mencionado por Lozano et al. (2019), quienes señalan que a una menor densidad de siembra (mayor distancia de trasplante) se obtuvo un aumento del peso de pellas cosechadas.

Jaramillo et al (2016) “sostiene que a menor distancia se tiene productos de menor peso y tamaño, pero en mayor número, con lo que se logra mayor rendimiento por hectárea”.

Los resultados obtenidos se asemejan a los resultados de Infante (2018) quien obtuvo a una densidad de 25 000 pl. ha<sup>-1</sup> y 30 000 pl. ha<sup>-1</sup> el peso de pella de 565.65 g y 499.22 g respectivamente.

Chung citado por Gaspar (2021) explica que a una alta densidad de plantación de brócoli se obtendrá pellas de menor tamaño y peso, además brotes secundarios de menor desarrollo. Por lo tanto, a una alta densidad se tendrá un menor peso de inflorescencia, pero mayor producción por ende mayor rendimiento por hectárea.

### 3.7 Peso biomasa

**Tabla 3.13.** Análisis de variancia del peso de biomasa

F.V.	Gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	0.469	0.235	13.57	0.0003
Tratamiento	9	2.513	0.279	16.16	0.0000
Densidad (D)	1	0.343	0.343	19.85	0.0003
Fertilización (F)	4	2.119	0.530	30.66	0.0000
D x F	4	0.051	0.013	0.74	0.5782
Error	18	0.311	0.017		
Total	29	3.293			

CV (%) = 7.55

Promedio = 1.74

La tabla 3.13 del ANVA muestra alta significación estadística en los efectos principales de la densidad de plantas y la fertilización en el peso de biomasa, resultado que nos permitirá el estudio independiente de los factores mencionados. El coeficiente de variación es una medida de buena precisión del experimento.

**Tabla 3.14.** Prueba de Tukey del efecto principal de densidad para el peso de la biomasa a la madurez de cosecha

Densidad (plantas/ha)	Peso de la planta (kg)	Tukey 0.05
25000	1.85	a
31250	1.63	b

La tabla 3.14 de la prueba de Tukey muestra el peso promedio de la biomasa de la planta a la cosecha por efecto de la densidad de plantas, donde existe un mayor valor en el peso en la densidad de 25000 plantas/ha obteniendo un peso de 1.85 kg superando a la densidad de 31250 plantas/ha, que llega a un peso 1.63 kg.

**Tabla 3.15.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el peso de la biomasa por planta

Fertilización	Peso de biomasa por la planta kg	Tukey 0.05
120-60-60 + 0	1.99	a
80-40-40 + 2	1.92	a
40-20-20 + 4	1.78	a
00-00-00 + 6	1.78	a
00-00-00 + 0	1.24	b

El peso de biomasa por planta en el brócoli es una variable muy relacionada con el rendimiento de la pella. En la tabla 3.15 de la prueba de Tukey se puede observar la respuesta a la fertilización frente al testigo. El mayor valor en esta variable se encuentra con la fertilización de 120-60-60 NPK sin abono orgánico, pero sin diferencia estadística entre los demás tratamientos con fertilización más la adición de abono orgánico.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Prado (2012) en su trabajo de investigación “fertilización Química y Aplicación de Compost a Base de camal, en el rendimiento de brócoli (*Brassicca oleracea* L. variedad itálica), a 2750 msnm. Canaán – Ayacucho” donde obtuvo en un rango de 0.8 y 2.2 kg, siendo el compost 9 t. ha<sup>-1</sup> más las dosis de fertilización de 380-300-300 de NPK de mayor peso de planta (2.2 kg).

### 3.8 Rendimiento de pella

**Tabla 3.16.** Análisis de variancia del rendimiento de pella

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Bloque	2	59.147	29.574	11.13	0.0007
Tratamiento	9	419.086	46.565	17.52	0.0000
Densidad (D)	1	16.953	16.953	6.38	0.0211
Fertilización (F)	4	395.202	98.801	37.18	0.0000
D x F	4	6.931	1.733	0.65	0.6329
Error	18	47.831	2.657		
Total	29	526.065			

CV (%) = 11.24

Promedio = 14.506

La tabla 3.16 muestra el ANVA del rendimiento de pella, donde existe diferencia estadística en los efectos principales de la densidad de siembra y alta significación estadística en los niveles de fertilización, todo esto permite el análisis en forma independiente de la densidad y los niveles de fertilización. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión.

**Tabla 3.17.** Prueba de Tukey del efecto principal de densidad para el rendimiento de pella

Densidad (plantas/ha)	Rendimiento de planta (kg ha <sup>-1</sup> )	Tukey 0.05
31250	15258	a
25000	13755	b

La tabla 3.17 de la prueba de Tukey reporta a la densidad de 31250 plantas/ha como la de mayor rendimiento de pella con 15258 kg ha<sup>-1</sup> de brócoli, superando estadísticamente a la densidad de siembra de 25000 plantas/ha que llega a tener un rendimiento de 13755 plantas/ha.

**Tabla 3.18.** Prueba de Tukey del efecto principal de fertilización para el rendimiento de pella

<b>Fertilización</b>	<b>Rendimiento de pella (kg ka<sup>-1</sup>)</b>	<b>Tukey 0.05</b>	
120-60-60 + 0	17876	a	
80-40-40 + 2	17084	a	
40-20-20 + 4	15659	a	b
00-00-00 + 6	14223		b
00-00-00 + 0	7690		c

La tabla 3.18 de la prueba de Tukey del rendimiento de pella, se observa la respuesta de la aplicación de la fertilización frente al testigo con superioridad estadística. La fertilización de 120-60-60 de NPK sin abono orgánico, supera numéricamente en el rendimiento de pella a los demás tratamientos. La fertilización de 40-20-20 más la adición de 4 t. ha<sup>-1</sup> de abono orgánico y el tratamiento sin fertilización, pero con 6 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico no se diferencian estadísticamente en sus rendimientos.

Saire (2022) en su trabajo de investigación donde el distanciamiento de 40 cm x 80 cm, 50 cm x 80 cm y 60 cm x 80 cm tuvieron rendimientos de 12 t. ha<sup>-1</sup>, 10.96 t. ha<sup>-1</sup> y 8.96 t. ha<sup>-1</sup> respectivamente, esta superioridad encontrada en el rendimiento se debe al efecto de la densidad de plantas de 40 cm x 80 cm con respecto a las demás densidades de plantas de 50 cm x 80 cm y 60 cm x 80cm, donde se logró obtener un número menor de plantas por unidad de área, provocando que el rendimiento de la pella de la variedad híbrido paraíso F1 disminuya considerablemente.

Los resultados del rendimiento de la pella del presente trabajo de investigación coinciden con los obtenidos por Infante (2018) en donde para la densidad de 30 000 plantas/ha y 25 000 plantas/ha tuvieron rendimientos de pella de 17.82 t. ha<sup>-1</sup> y 12.48 t. ha<sup>-1</sup>, con una fórmula de fertilización de 120 N-100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-100 K<sub>2</sub>O kg. ha<sup>-1</sup>, estos resultados fueron obtenidos en el cultivar híbrido imperial F1.

Luna (2018) menciona que la variable rendimiento mostró diferencias estadísticas significativas entre las densidades, donde la densidad 17 000 plantas/ha, presentó un mayor rendimiento de 26,85 t. ha<sup>-1</sup> con respecto a las otras densidades, densidad 11 000 plantas/ha. con un rendimiento de 19,88 t. ha<sup>-1</sup> y densidad 3 (8 plantas/m<sup>2</sup>) con un rendimiento de 15,28 t. ha<sup>-1</sup>

El peso de las inflorescencias primarias y secundarias se reduce a medida que se aumenta la población de plantas por unidad de área, sin embargo, el rendimiento se incrementa hasta un cierto límite y se conserva debido al mayor número de plantas (Toledo, 2003).

Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Saire (2022) en su trabajo de investigación donde el nivel de fertilización de 157-100-198 con un rendimiento de pella de 12.04 t. ha<sup>-1</sup> fue superior al testigo (00-00-00) con rendimiento de pella de 7.90 t. ha<sup>-1</sup>, estos resultados fueron obtenidos en el cultivar híbrido paraíso.

Ortiz (2019) expone, que obtuvo rendimientos de 17.07 t. ha<sup>-1</sup> y 11.64 t. ha<sup>-1</sup> con tratamientos de guano de isla y terrasur respectivamente con cultivar híbrido avenger, similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación el cual fue de 14.223 t. ha<sup>-1</sup> con el abono orgánico mallki (6 t) con cultivar híbrido imperial. Así mismo, el rendimiento orgánico del presente trabajo de investigación fue superior al obtenido por Rosales (2014) quien presentó un rendimiento de 7.09 t. ha<sup>-1</sup> con la aplicación de Compost EM y Biol EM 10%, estos resultados fueron obtenidos en el cultivar híbrido legacy.

Casas (1192) citado por Condeso (2019) sugiere la dosis de fertilización de 120-60-60 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O/ha, aplicar todo el fósforo y potasio y un tercio antes del trasplante. Propone aplicar 20 toneladas de materia orgánica (guano de corral), el cual se puede incorporar el suelo mediante la labor de aradura.

Herrera (2001). Manifiesta, que el rendimiento de la pella con fertilización química es estadísticamente superior al abonamiento orgánico en 35 % y al testigo en 52 %. También en cuanto al rendimiento de la materia verde la fertilización química es estadísticamente superior al abonamiento orgánico en 24 % y al testigo en 32%.

Krarup (1992) citado por Condeso (2019) indica que el análisis ya hecho de algunos investigadores demostró variaciones importantes de los rendimientos según el cultivar, época de siembra, población, fertilización, etc., sin embargo, la cifra de rendimiento promedio en Estados Unidos, el principal productor del mundo, es de 10 a 12 t. ha<sup>-1</sup> de las inflorescencias primarias.

### 3.9 Análisis de costo beneficio

**Tabla 3.19.** Análisis económico de los tratamientos

Tratamientos	N° de plantas/ha	Rdto (kg/ha)	Costos de producción (S/.)	N° de pellas	Precio	Precio de venta total	Beneficio neto (S/.)	Beneficio/Costo	
T1	31,520.00	8,160.00	7,705.50	1ra	-	1.20	14,592.80	6,887.30	0.9
				2da	8,198.00	1.00			
				3ra	21,316.00	0.30			
T2	31,250.00	14,510.00	13,755.50	1ra	13,117.00	1.20	32,137.40	18,381.90	1.3
				2da	16,397.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T3	31,250.00	16,078.00	12,503.70	1ra	15,105.00	1.20	33,231.00	20,727.30	1.7
				2da	15,105.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T4	31,250.00	18,664.00	11,257.73	1ra	20,140.00	1.20	34,238.00	22,980.27	2
				2da	10,070.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T5	31,250.00	18,877.00	10,010.00	1ra	20,140.00	1.20	34,238.00	24,228.00	2.4
				2da	10,070.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T6	25,000.00	7,220.00	6,867.30	1ra	-	1.20	15,574.00	8,706.70	1.3
				2da	11,980.00	1.00			
				3ra	11,980.00	0.30			
T7	25,000.00	13,953.00	12,917.30	1ra	18,636.00	1.20	27,687.20	14,769.90	1.1
				2da	5,324.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T8	25,000.00	15,240.00	11,665.50	1ra	18,905.00	1.20	28,087.00	16,421.50	1.4
				2da	5,401.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T9	25,000.00	15,502.00	10,419.53	1ra	19,967.00	1.20	27,953.40	17,533.87	1.7
				2da	3,993.00	1.00			
				3ra	-	0.30			
T10	25,000.00	16,874.00	9,171.80	1ra	21,605.00	1.20	28,627.00	19,455.20	2.1
				2da	2,701.00	1.00			
				3ra	-	0.30			

En la tabla 3.19, se representa el análisis de costo beneficio de los tratamientos, donde se coloca el valor del costo total de producción para los tratamientos estudiados, elaborado sobre los costos de producción, rendimiento y el precio de venta que fluctúa en 1.20, 1.0 y 0.30 soles por las categorías de primera, segunda y tercera calidad respectivamente.

Se observa que todos los tratamientos arrojaron índices superiores a cero lo que demuestra que con esta actividad es posible generar rentabilidad económica al productor de brócoli.

Cabe indicar que los tratamientos T5 (120 – 60 - 60N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O+ 31,250 plantas/ha), T10 (120 – 60 - 60N - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 25,000 plantas/ha) y T4 (80 – 40 - 40 N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 2 t. ha<sup>-1</sup> MO + 31,250 plantas. ha<sup>-1</sup>) son los que alcanzaron el mayor índice de C/B con 2.4, 2.1 y 2.0 y un beneficio neto de S/. 24,228.00 y S/. 19,455.20 y S/. 22,980.27 respectivamente.



## CONCLUSIONES

En las condiciones desarrolladas en el experimento se arribaron a las siguientes conclusiones:

1. El mayor rendimiento en producción de pella de brócoli fue la de 31,250 plantas/ha. la que corresponde a un distanciamiento entre surcos de 0.80m y entre plantas de 0.40m.
2. La fertilización con: 120-60-60 NPK, 80-40-40 NPK + 2 t ha<sup>-1</sup> mallki y 40-20-20 NPK + 4 t ha<sup>-1</sup> mallki mostraron mejores resultados en el rendimiento obteniendo 17,876, 17,084 y 15,659 kg/ha de pella respectivamente
3. Los tratamientos T5 (120-60-60N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 31,250 plantas. ha<sup>-1</sup>), T10 (120-60-60N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 25,000 plantas. ha<sup>-1</sup>) y T4 (80-40-40 N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>- K<sub>2</sub>O + 2 t. ha<sup>-1</sup> mallki + 31,250 plantas/ha<sup>-1</sup>) son los que alcanzaron el mayor índice de C/ con 2.4, 2.1 y 2.0 y un beneficio neto de S/. 24,228.00 y S/. 19,455.20 y S/. 22,980.27 respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones del presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes recomendaciones:

1. La siembra de brócoli se debe realizar en surcos distanciados a 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre plantas manejando 31,250 plantas con la finalidad de optimizar el espacio para cada planta.
2. Aplicar una fertilización química de 80-40-40 NPK incorporando a la vez 2 t ha<sup>-1</sup> mallki, con el propósito de favorecer el equilibrio biológico en el suelo sin perjudicar un rendimiento adecuado del cultivo de brócoli
3. Los resultados del presente trabajo de investigación son válidos para condiciones de suelo similares donde se desarrolló el experimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Motos, J. R., Martínez Pujalte, B. C., Cerdá Cerdá, A., Ferrández Gómez, B., & Nuñez Delicado, E. (2018). ALIMENTOS DE LA REGIÓN DE MURCIA: BRÓCOLI [versión PDF]. Obtenido de REGIÓN DE MURCIA: [https://www.ucam.edu/sites/default/files/catedras/agro-santander/informe\\_brocoli\\_web.pdf](https://www.ucam.edu/sites/default/files/catedras/agro-santander/informe_brocoli_web.pdf)
- Agroeconómico. (1991). Manejo de cosecha y post cosecha de principales productos hortícolas. Chile: Publicación de Fundación .
- AGROES.es. (2021). Fertilizantes minerales - Abonos orgánicos. Obtenido de AGROES .ES: <https://www.agroes.es/agricultura/abonos/172-fertilizantes-minerales-abonos-inorganicos>
- Amoquímicos. (2020). Abono orgánico vs abono inorgánico. Obtenido de AMOQUIMICOS Colombia S.A.S.: <https://www.amoquimicos.com/abono-organico-vs-abono-inorganico>
- Borrero, C. A. (2021). Abonos Orgánicos. Obtenido de infoAgro.com: [https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)
- Brócoli. (18 de febrero de 2020). características de la especie. Obtenido de [http://web.archive.org/web/20220000000000\\*/http://www7.uc.cl/sw\\_educ/hort0498/HTML/p161.html](http://web.archive.org/web/20220000000000*/http://www7.uc.cl/sw_educ/hort0498/HTML/p161.html)
- Cerda, M., Tineo, A., Palomino, R., & Giron, J. (2017). Fertilidad de suelos-Guía de prácticas. Ayacucho-Perú: Laboratorio de fertilidad de suelos.
- Chen Lopez, J. (15 de setiembre de 2022). Rol del potasio en el cultivo de plantas. Obtenido de PROMIX: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Collantes, C. (1994). Efecto de la densidad de siembra y de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del brócoli (*Brassica oleracea* L. (Grupo Itálica)) cv. "Pirate"[Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Biblioteca, Lima-Perú.
- Condeso Valdivia, B. B. (2019). "Estudio Comparativo de Abonos Orgánicos y Fertilizantes Sintéticos del Rendimiento del Híbrido de Brócoli Legasy (*Brassica oleracea* var. Itálica) en Condiciones Agroecológicas de Huanuco-2010 [tesis para optar el título de ingeniera agrónoma, Universidad]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/5576>

- COOKE, W. (1994). Fertilización y usos (2da ed.). México: Cecsá.
- Cueva Camones, L. N. (2015). "Efecto de la Aplicación de Tres Dosis de Humus y Microorganismos Eficaces en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) en Marcará, Carhuaz"[tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1062>
- Diego Martínez, W. W. (2015). Introducción Y Adaptación DE Híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. Itálica) en la estación experimental agraria Santa Ana-Hualahoyo-Huancayo [Tesis Para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4711>
- Ecured. (2021). Brócoli. Recuperado el 17 de octubre de 2022, de ECURED: <https://www.ecured.cu/Br%C3%B3coli#Taxonom.C3.ADa>
- Fertibox. (10 de diciembre de 2019). El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal. Obtenido de FERTIBOX- análisis agrícolas: <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>
- Fertibox. (16 de Diciembre de 2019). El potasio y su importancia en el crecimiento vegetal. Obtenido de FERTIBOX- Análisis agrícola: <https://www.fertibox.net/single-post/potasio-agricultura>
- Fraie cordero, M., Nieto Ángel, D., Cárdenas Soriano, E., Gutiérrez Alonso, G., Bujanos Muñiz, R., & Vaquera Huerta, H. (2010). Efecto de variedades y densidad de plantación en la calidad física del florete de brócoli (*Brassica oleracea* var. italica). Revista Fitotecnia Mexicana, 33(2), 141-147. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2010.2.141>
- Gaspar Ríos, A. H. (2021). "Rendimiento y Calidad de Brócoli DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. italica) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra en el vallen chillón" [tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4993>
- Gerrero, B. (1993). Abonos Orgánicos; Tecnología para el Manejo Ecológico del Suelo. Lima-Perú: Red de Acción en alternativos al uso de agroquímicos. RAAA.
- Gomez Espinoza, C. M. (2012). Efecto Agronómico de dos Variedades de Brócoli (*Brassica oleraceae* L.) Con la Interacción de dos densidades poblacionales de lombriz californiana (*Eisenia foetida*).[Tesis de Grado,Universidad Mayor de San Andres].

- Repositorio Institucional, La Paz – Bolivia. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/7965>
- Gutierrez Cutipa, Z. F. (2005). Cultivares de Brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) en diferentes distancias de transplante en época de invierno bajo ambiente a temperado.[tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12338>
- Herbazest . (18 de junio de 2020). Brócoli. Obtenido de [herbazest.com: https://www.herbazest.com/es/hierbas/brocoli](https://www.herbazest.com/es/hierbas/brocoli)
- Herrera, J. (2001). Abonamiento Orgánico e Inorgánico en el Cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L. Variedad Italica Verde Calabrese) en K'ayra .
- Huachos, R. (2009). Evaluación de los sistemas de riego intermitente por tuberías multicompuertas y de riego continuo por gravedad en el cultivo de brócoli, ubicados en la UNALM.[tesis para optar el título de ingeniero agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina]. repositorio institucional.
- Huaman, C. (2018). Adaptación y rendimiento de seis variedades de brócoli (*Brassica oleracea* var. italica) en el distrito de Yanahuanca tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. repositorio institucional.
- Ibañez, R., & Aguirre, G. (1983). Manual de fertilidad de suelo-UNSCH. Ayacucho.
- Infante Fuentes, O. (2018). “Rendimiento y Calidad de Brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra” [tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio institucional, Lima-Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3717>
- infoAgro. (2022). El cultivo del brócoli. Obtenido de [infoAgro.com: https://infoagro.com/hortalizas/broculi.htm](https://infoagro.com/hortalizas/broculi.htm)
- Instituto Rual Valle Grande. (1994). Datos breves sobre hortaliza folleto. Lima, Perú.
- INTAGRI. (2016). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. Obtenido de INTAGRI.COM: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>
- INTAGRI. (2018). Guía de Fertilizantes Fosfóricos para Cultivos. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-fosforicos-para-cultivos>
- INTAGRI. (2020). Fertilizantes Nitrogenados; Urea. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/fertilizantes-nitrogenados-urea>

- INTAGRI. (2020). Guía de Fertilizantes Potásicos para Cultivos. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/guia-de-fertilizantes-potasicos-para-cultivos>
- Jaramillo, J., Aguilar, P., Cardona, C., Cardona, A., Martínez, A., Forero, A., . . . Franco, G. (2016). Modelo tecnológico para el cultivo de brócoli *Brassica oleracea* L. var. Itálica, en el departamento de Antioquia [ versión PDF]. Corporación Colombiana de Innovación Agropecuaria. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13754>
- Lindner, M. (2018). FERTILIZANTES: ORGANICOS O INORGANICOS? Obtenido de Asociación Uruguaya de la Rosa: <http://www.asociacionuruguayadelarosa.com/fertilizantes.html>
- Lozano, L., Tálamo, A., & Arnitian, A. L. (2019). Efecto de la distancia de plantación sobre la calidad de la pella y el rendimiento en dos híbridos de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica Plenck) en el Valle de Lerma (Salta). Revista de la Facultad de Agronomía, 118(2), 1-7. doi:<https://doi.org/10.24215/16699513e027>
- Luna Quispe, E. (2018). Evaluación de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación en ambiente atemperado en la Estación Experimental de Cota-Cota. Revista CienciAgro, 8(1), 22-31. doi:<https://doi.org/10.24215/16699513e027>
- Mamani Rojas, V. P. (2014). Evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) en ambiente atemperado en el centro experimental Cota Cota [Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional, La Paz-Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5683/T-1928.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza, G. (2004). Efecto de bioestimulantes y ácidos húmicos en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. itálica cv. Legacy). [tesis para optar el título de ingeniero agronomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Biblioteca.
- Mr. Broko. (29 de Noviembre de 2021). Todo sobre la planta de brocoli. Obtenido de <https://mrbroko.com/todo-sobre-la-planta-de-brocoli/>
- Myers, C. (20 de noviembre de 2021). ¿Qué es el abono inorgánico? Obtenido de eHOW en español: [https://www.ehowenespanol.com/abono-inorganico-info\\_264325/](https://www.ehowenespanol.com/abono-inorganico-info_264325/)
- Ortiz Huamaní, H. (2019). Abonamiento orgánico y químico en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en la comunidad campesina de los angeles, Huancarama-Andahuaylas-Apurimac [tesis para optar el título de ingeniera agrónoma, Universidad Nacional de

- San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/4186>
- Ospina, M. (1995). Enciclopedia Agropecuaria Terranova (Producción Agrícola ). Santa Fe de Bogotá – Colombia: Terranova.
- PROMART HOMECENTER. (2021). Mallki. Obtenido de Mejorador de suelos Mallki 25kg-Promart: <https://www.promart.pe/mejorador-de-suelos-mallki-25kg/p>
- Quenta Caipa, D. Á. (2013). Influencia de tres volúmenes de contenedor y cuatro edades de transplante en el rendimiento y calidad de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica plenk) cv. legacy, en pocollay.[ tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Jorge . Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/1663>
- Ramos, R. (2004). Abonamiento orgánico e inorgánico en dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica) bajo fitotoldo en Katañiray . Anta.
- Región de Murcia Digital. (2017). Brócoli. Obtenido de Región de Murcia Digital: [https://www.regmurcia.com/servlet/s.S1?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20160-DETALLE\\_REPORTAJESPADRE](https://www.regmurcia.com/servlet/s.S1?sit=c,543,m,2714&r=ReP-20160-DETALLE_REPORTAJESPADRE)
- Rodriguez, M. (1995). Producción de tres cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) en relación a diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía, Tingo María-Perú. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3717/infante-fuentes-oscar-julian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosales Chavez, A. M. (2014). "Aplicación de Compost y Biol en el Cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* var. Legacy)"[tesis para optar el título de ingeniera agrónoma, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1608>
- Saire Yarahuan, D. (2022). Efecto de Tres Densidades de Siembra con Cuatro Niveles de Fertilización en el Rendimiento de una Variedad de Brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica) en la Comunidad de Caytupampa Provincia de Calca, Región Cusco.[Tesis de Pregado, Universidad Nacional. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6959>
- SAKATA. (2010). semilla para cultivo. Recuperado el 28 de octubre de 2021, de <https://www.sakata.com.mx/semillas/brocoli/53-imperial.html>

- Sakata. (2021). Imperial. Obtenido de <https://www.sakata.com.mx/semillas/brocoli/53-imperial.html>
- Santillán Ruiz, L. A. (2016). Comportamiento de Cuatro Híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. italica), en Condiciones Agroecológicas de Cayhuayna, Huánuco 2015.[tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Hemilio Valdizan]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.13080/1124>
- Seijas Gabiño, B. S. (2022). “Abonamiento con Dosis de Gallinaza y su Influencia en las Características Agronómicas y Rendimiento de *Brassica oleracea* L. var. Itálica “brócoli”, en Zungarococha-Loreto. 2021”[tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12737/8360>
- Semillas abe. (s.f.). Brócoli imperial [versión PDF]. Obtenido de Semillas abe: [http://www.semillasabe.cl/documentos/Brocoli\\_-\\_Imperial.pdf](http://www.semillasabe.cl/documentos/Brocoli_-_Imperial.pdf)
- Soncco Bravo, R. (2019). Rendimiento de Cuatro Híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. italica Plenck) [tesis para optar el título de ingeniera agrónoma, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional, Arequipa, Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10734>
- Tenorio Prado, E. (2012). Momentos de Deshierbo y densidad de plantas en el rendimiento de brocoli (*Brassica oleracea*, var Itálica), Canaan 2750 msnm. Ayacucho."[tesis para optar el título de ingeniero agronomo, Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2006>
- Tesén Gallardo, V. H. (2021). “RENDIMIENTO Y CALIDAD DE DOS CULTIVARES DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. italica Plenck.) BAJO TRES DENSIDADES DE SIEMBRA” [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5134>
- Tintaya Mamani, L. (2019). Soluciones Nutritivas en la Producción de Cuatro Variedades Híbridas de Brócoli (*Brassica oleracea*) Mediante Técnica de Cultivo Acolchado Plástico en K’ayra – Cusco.[tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de San. Repositorio Instirucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/4130>



- Toledo, J. (2003). Cultivo del brócoli [versión PDF]. Obtenido de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>
- Valadez, A. (1993). Producción de Hortalizas. Limusa.
- Vilca Ortiz, J. (2019). Comportamiento de cinco cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), en tres épocas de trasplante [tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9867>
- Villalobos-Reyes, S., Castellanos-Ramos, J., Tijerina-Chávez, L., & Crespo-Pichardo, G. (2005). COEFICIENTES DE DESARROLLO DEL CULTIVO DE BRÓCOLI CON RIEGO POR GOTEO. *Terra Latinoamericana*, 23(3), 329-333. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311101004>
- Vislao Benavides, S. (2013). ESTUDIO COMPARATIVO DE ADAPTABILIDAD DE CINCO HÍBRIDOS Y UNA VARIEDAD EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DEL BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLÓGICAS DEL DISTRITO DE LAMAS [tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1124>
- Vitorino, F. (2010). Fertilidad de suelos y abonamiento. Texto Universitario. Cusco-Perú: Revisada, UNSAAC.
- VITRA. (2020). La gran importancia del nitrógeno en las plantas [versión PDF]. Obtenido de <https://www.agrovitra.com/wp/wp-content/uploads/2020/10/Importancia-del-Nitr%C3%B3geno-en-las-plantas-Fernanda-Habit.pdf>
- Zumárraga Suárez, H. A. (2008). Análisis del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), manejo-reducción de pesticidas, y posibilidades de aplicación del método circular de estudio en la comunidad de Gatazo Zambrano, cantón provincia Chimborazo, Ecuador [tesis de maestría, Univ. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10644/1104>

# ANEXOS

## Anexo 1. Costos de producción por tratamiento

### Tratamiento 1: 0-0-0 NPK + 31250

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total (S/)
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520.00</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260.00
Rastrado	HM	2	65	130.00
Surcado	HM	2	65	130.00
<b>b. Trasplante</b>				<b>350.00</b>
Trasplante	Jornal	10	35	350.00
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,100.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70.00
1er abonamiento	Jornal	0	35	-
Aporque	Jornal	15	35	525.00
Deshierbo	Jornal	18	35	630.00
Riegos	Jornal	15	35	525.00
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350.00
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>3,335.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70.00
Plántulas	Bandejas	120	23	2,760.00
Urea	kg	0	3.7	-
Fosfato diámonico	kg	0	4.6	-
Cloruro de potasio	kg	0	4.4	-
Mallki ( 25 kg)	sacos	0	20	-
Insecticida (bronco)	l	4	85	340.00
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150.00
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15.00
<b>c. Cosecha</b>				<b>700.00</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	20	35	700.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>7,005.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>700.50</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>7,705.50</b>

**Tratamiento 2: 0-0-0 NPK +6t MO+31250**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520.00</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260.00
Rastrado	HM	2	65	130.00
Surcado	HM	2	65	130.00
<b>b. Trasplante</b>				<b>350.00</b>
Trasplante	Jornal	10	35	350.00
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,800.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70.00
1er abonamiento	Jornal	20	35	700.00
Aporque	Jornal	15	35	525.00
Deshierbo	Jornal	18	35	630.00
Riegos	Jornal	15	35	525.00
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350.00
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>8,135.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70.00
Plántulas	Bandejas	120	23	2,760.00
Urea	kg	0	3.7	-
Fosfato diámonico	kg	0	4.6	-
Cloruro de potasio	kg	0	4.4	-
Mallki ( 25 kg)	sacos	240	20	4,800.00
Insecticida (bronco)	l	4	85	340.00
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150.00
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15.00
<b>c. Cosecha</b>				<b>700.00</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	20	35	700.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>12,505.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>1,250.50</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>13,755.50</b>

**Tratamiento 3: 40-20-20 NPK +4t+31250**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>350</b>
Trasplante	Jornal	10	35	350
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,660.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	16	35	560
Aporque ( 2do abonamiento)	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>7,137.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	120	23	2,760.00
Urea	kg	70	3.7	259
Fosfato diámonico	kg	43	4.6	197.8
Cloruro de potasio	kg	33	4.4	145.2
Mallki ( 25 kg)	sacos	160	20	3200
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>700</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	20	35	700
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>11,367.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>1136.7</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>12,503.70</b>

**Tratamiento 4: 80-40-40 NPK +2t+ 31250**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>350</b>
Trasplante	Jornal	10	35	350
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,520.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	12	35	420
Aporque ( 2do abonamiento)	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>6,144.30</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	120	23	2,760.00
Urea	kg	139	3.7	514.3
Fosfato diámonico	kg	87	4.6	400.2
Cloruro de potasio	kg	67	4.4	294.8
Mallki ( 25 kg)	sacos	80	20	1600
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>700</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	20	35	700
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>10,234.30</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>1023.43</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>11,257.73</b>

**Tratamiento 5: 120-60-60NPK + 31250**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>350</b>
Trasplante	Jornal	10	35	350
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,380.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	8	35	280
Aporque ( 2do abonamiento)	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>5,150.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	120	23	2,760.00
Urea	kg	210	3.7	777
Fosfato diámonico	kg	130	4.6	598
Cloruro de potasio	kg	100	4.4	440
Mallki ( 25 kg)	sacos	0	20	-
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>700</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	20	35	700
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9,100.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>910</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>10,010.00</b>

**Tratamiento 6: 0-0-0NPK+25000**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>280</b>
Trasplante	Jornal	8	35	280
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,100.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	0	35	-
Aporque	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>2,783.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	96	23	2,208.00
Urea	kg	0	3.7	-
Fosfato diámonico	kg	0	4.6	-
Cloruro de potasio	kg	0	4.4	-
Mallki ( 25 kg)	sacos	0	20	-
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>560</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	16	35	560
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>6,243.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>624.3</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>6,867.30</b>



**Tratamiento 7: 0-0-0 NPK +6t + 25000**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>280</b>
Trasplante	Jornal	8	35	280
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,800.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	20	35	700
Aporque	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>7,583.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	96	23	2,208.00
Urea	kg	0	3.7	-
Fosfato diámonico	kg	0	4.6	-
Cloruro de potasio	kg	0	4.4	-
Mallki ( 25 kg)	sacos	240	20	4800
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>560</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	16	35	560
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>11,743.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>1174.3</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>12,917.30</b>

**Tratamiento 8: 40-20-20 NPK +4t + 2500**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>280</b>
Trasplante	Jornal	8	35	280
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,660.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	16	35	560
Aporque ( 2do abonamiento)	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>6,585.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	96	23	2,208.00
Urea	kg	70	3.7	259
Fosfato diámonico	kg	43	4.6	197.8
Cloruro de potasio	kg	33	4.4	145.2
Mallki ( 25 kg)	sacos	160	20	3200
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>560</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	16	35	560
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>10,605.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>1060.5</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>11,665.50</b>

**Tratamiento 9: 80-40-40 NPK +2t+25000**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>280</b>
Trasplante	Jornal	8	35	280
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,520.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	12	35	420
Aporque ( 2do abonamiento)	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>5,592.30</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	96	23	2,208.00
Urea	kg	139	3.7	514.3
Fosfato diámonico	kg	87	4.6	400.2
Cloruro de potasio	kg	67	4.4	294.8
Mallki ( 25 kg)	sacos	80	20	1600
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>560</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	16	35	560
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9,472.30</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>947.23</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>10,419.53</b>

**Tratamiento 10: 120-60-60 NPK+25000**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unit.</b>	<b>Costo Total (S/)</b>
<b>a. Preparación del terreno</b>				<b>520</b>
Arado del terreno	HM	4	65	260
Rastrado	HM	2	65	130
Surcado	HM	2	65	130
<b>b. Trasplante</b>				<b>280</b>
Trasplante	Jornal	8	35	280
<b>c. Labores culturales</b>				<b>2,380.00</b>
Recalce	Jornal	2	35	70
1er abonamiento	Jornal	8	35	280
Aporque ( 2do abonamiento)	Jornal	15	35	525
Deshierbo	Jornal	18	35	630
Riegos	Jornal	15	35	525
Control fitosanitario	Jornal	10	35	350
<b>d. Insumos y pesticidas</b>				<b>4,598.00</b>
Análisis de suelo	Muestra	1	70	70
Plántulas	Bandejas	96	23	2,208.00
Urea	kg	210	3.7	777
Fosfato diámonico	kg	130	4.6	598
Cloruro de potasio	kg	100	4.4	440
Mallki ( 25 kg)	sacos	0	20	-
Insecticida (bronco)	l	4	85	340
Fungicida (parachupadera)	kg	1	150	150
Adherentes (wettex)	l	0.5	30	15
<b>c. Cosecha</b>				<b>560</b>
corte, limpieza y selección	Jornal	16	35	560
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>8,338.00</b>
Gastos Administrativos (10%)				<b>833.8</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>9,171.80</b>

## Anexo 2. Panel Fotográfico



**Fotografía 01:** Niveles de abonamiento inorgánico y trasplante de las plántulas



**Fotografía 02:** Riego de las plántulas después del trasplante





**Fotografía 03:** Crecimiento vegetativo del brócoli imperial en 45 ddt



**Fotografía 04:** Crecimiento vegetativo del brócoli imperial en 60 ddt





**Fotografía 05:** inicio de floración del brócoli imperial a los 64 ddt



**Fotografía 06:** Productos químicos utilizados y control fitosanitario





**Fotografía 07:** Peso de la pella de brócoli imperial



**Fotografía 08:** Evaluación de altura de plantas





**Fotografía 09:** Cosecha de las pellas de brócoli



**Fotografía 10:** Planta de brócoli con deficiencia de fósforo





**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. KEVIN JHOSSER VIVANCO OROSCO**  
**R.D.N° 062-2023-UNSCH-FCA-D**

En la ciudad de Ayacucho a los dieciséis días del mes de febrero del año dos mil veintitrés, siendo las dieciocho horas con treinta minutos, se reunieron en el auditorio virtual de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Señor Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Dr. Rolando Bautista Gómez, el jurado calificador conformado por los siguientes docentes: M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez, M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo como asesor, Mtro. Rodolfo Alca Mendoza y el Ing. Edgar Tenorio Mancilla, actuando como secretario docente el Mtro. Ennio Chauca Retamozo para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm - Ayacucho**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por el Bachiller **KEVIN JHOSSER VIVANCO OROSCO**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó al bachiller **KEVIN JHOSSER VIVANCO OROSCO** que proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente.

Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez	15	15	15	15
M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo	16	16	16	16
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza	15	15	15	15
Ing. Edgar Tenorio Mancilla	16	16	16	16
<b>PROMEDIO GENERAL</b>				<b>16</b>

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.

.....  
**M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez**  
**Presidente**

.....  
**M.Sc. Walter Augusto Mateu Mateo**  
**Asesor**

.....  
**Mtro. Rodolfo Alca Mendoza**  
**Jurado**

.....  
**Ing. Edgar Tenorio Mancilla**  
**Jurado**

.....  
**Mtro. Ennio Chauca Retamozo**  
**Secretario Docente**



**UNSCH**

FACULTAD DE CIENCIAS  
**AGRARIAS**

## CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hace constar que el trabajo titulado;

### **Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (*Brassica olerácea* L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.**

Autor : Kevin Jhossler Vivanco Orosco

Asesor : Walter Augusto Mateu Mateo

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **veintiséis por ciento (26 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

**Nota:** Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2120274158

Ayacucho, 22 de junio de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA  
Facultad de Ciencias Agrarias  
  
Walter A. Mateu Mateo  
Vice. Comisión Turnitin - FCA

# Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (*Brassica olerácea* L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

*por* Kevin Jhossler Vivanco Orosco

---

**Fecha de entrega:** 21-jun-2023 06:23a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2120274158

**Nombre del archivo:** Tesis\_Kevin\_21-06-2023.pdf (4.07M)

**Total de palabras:** 24476

**Total de caracteres:** 131974

# Densidad de plantas y fórmulas de abonamiento orgánico-mineral en el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea* L. variedad itálica) Canaán, 2750 msnm – Ayacucho.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

27%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	5%
3	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
5	<a href="http://www.intagri.com">www.intagri.com</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="http://repositorio.inia.gob.pe">repositorio.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://deyaniragutierrezdiaz.blogspot.com">deyaniragutierrezdiaz.blogspot.com</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.uaaan.mx:8080">repositorio.uaaan.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://www.biblioteca.usac.edu.gt">www.biblioteca.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://books.instituto-idema.org">books.instituto-idema.org</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://publicaciones.usanpedro.edu.pe">publicaciones.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="https://dspace.utb.edu.ec">dspace.utb.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="https://cia.uagraria.edu.ec">cia.uagraria.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="https://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="https://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="https://www.ehowenespanol.com">www.ehowenespanol.com</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="https://www.fertibox.net">www.fertibox.net</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="https://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="https://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo