

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEIS CULTIVARES DE  
BRÓCOLI (*Brassica oleracea* var. *itálica*) BAJO CONDICIONES  
DE LA MOLINA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**ANDREA CAROLINA MONTOYA RAIME**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

# RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEIS CULTIVARES DE BRÓCOLI (Brassica oleracea car. itálica) BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA"

## ORIGINALITY REPORT

<b>15%</b>	<b>15%</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Internet Source	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>1library.co</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>dspace.unl.edu.ec</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga</b> Student Paper	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.espe.edu.ec</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“RENDIMIENTO Y CALIDAD EN SEIS CULTIVARES DE BRÓCOLI  
(*Brassica oleracea* var. *itálica*) BAJO CONDICIONES DE LA MOLINA”**

**ANDREA CAROLINA MONTOYA RAIME**

Tesis para optar el título de  
**INGENIERA AGRÓNOMA**

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....  
Ing. Mg. Sc. Braulio La Torre Martínez

**PRESIDENTE**

.....  
Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz

**ASESOR**

.....  
Ing. Saray Siura Céspedes

**MIEMBRO**

.....  
Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho

**MIEMBRO**

Lima – Perú

2024

**DEDICATORIA:** A mi madre por el gran esfuerzo y apoyo incondicional que siempre me brinda. A Renzo mi novio por ser mi motor por el apoyo brindado para poder culminar esta etapa y a nuestra hija Raffaella por motivarme cada día.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre y mi familia por ser mi motor y motivo de seguir avanzando profesionalmente y como persona.

A mi patrocinador, el Ing. Andrés Casas por su constante apoyo en la realización de esta tesis.

A José Antonio Franco, por su constante apoyo y ayuda en el desarrollo de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.	Cultivo de brócoli.....	2
2.1.1.	Centro de origen .....	2
2.1.2.	Taxonomía.....	2
2.1.3.	Morfología del cultivo .....	3
2.1.4.	Cultivares.....	4
2.1.5.	Requerimientos de clima y suelo.....	5
2.2.	Manejo agronómico del cultivo.....	5
2.2.1.	Almácigo .....	5
2.2.2.	Campo definitivo .....	6
2.2.3.	Manejo postcosecha.....	7
2.3.	Importancia del cultivo.....	8
2.3.1.	Propiedades nutricionales .....	8
2.3.2.	Importancia socioeconómica .....	8
III.	METODOLOGÍA .....	10
3.1.	Materiales .....	10
3.1.1.	Ubicación del campo experimental .....	10
3.1.2.	Características climáticas .....	10
3.1.3.	Características del suelo .....	10
3.1.4.	Características de los cultivares de Brócoli evaluados .....	11
3.1.5.	Materiales de campo.....	14
3.2.	Metodología.....	16
3.2.1.	Cronología del ensayo .....	16
3.2.2.	Tratamientos .....	17
3.2.3.	Diseño experimental .....	17
3.2.4.	Parámetros evaluados .....	18
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	20
4.1.	Precocidad .....	20
4.2.	Rendimiento total .....	21
4.3.	Calidad.....	23

4.3.1. Peso de inflorescencia .....	23
4.3.2. Diámetro de inflorescencia .....	24
4.3.3. Altura de la inflorescencia .....	26
4.3.4. Diámetro de pedúnculo de la inflorescencia.....	27
4.4. Índice de cosecha (%)......	28
4.5. Producción de materia seca .....	29
4.5.1. Correlación de la Materia Seca total (g) con el Rendimiento (kg/ha) .....	31
4.5.2. Porcentaje de materia seca en inflorescencia.....	32
V. CONCLUSIONES .....	34
VI. RECOMENDACIONES .....	35
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	36
VIII. ANEXOS .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Promedio mensuales de datos climáticos de La Molina (abril – mayo 2017).....	10
Tabla 2: Propiedades físico químicas del suelo de la parcela denominado lote laboratorio.....	11
Tabla 3: Cultivares de Brócoli ( <i>B. oleracea</i> var. <i>itálica</i> ) de la presente Investigación.....	15
Tabla 4: Tratamientos de la Investigación.....	17
Tabla 5: Características del Área experimental.....	17
Tabla 6: Días a la cosecha de seis cultivares de brócoli ( <i>B. oleracea</i> var. <i>itálica</i> ) .....	20
Tabla 7: Materia Seca de Cultivares de Brócolis .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Croquis del Campo Experimental .....	18
Figura 2: Rendimiento (t/ha) de seis cultivares brócoli (B. oleracea var. itálica) .....	22
Figura 3: Peso de las inflorescencias en seis cultivares de brócoli (B. oleracea var. itálica) .....	23
Figura 4: Diámetro de inflorescencia en seis cultivares de brócoli (B. oleracea var. itálica) .....	25
Figura 5: Altura de la inflorescencia en seis cultivares de brócoli (B. oleracea var. itálica) .....	26
Figura 6: Diámetros de Pedúnculos en inflorescencias de seis cultivares de brócoli (B. oleracea var. itálica).....	27
Figura 7: Índice de cosecha en seis cultivares de brócoli (B. oleracea var. itálica) .....	28
Figura 8: Materia Seca Total de cultivares de Brócolis (B. oleracea var. itálica) .....	31
Figura 9: Regresión Lineal Simple entre la Materia Seca Total y Rendimiento .....	32
Figura 10: Porcentaje de Materia Seca de Cultivares de Brócolis (B. oleracea var. itálica) .....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cronograma de Actividades .....	40
Anexo 2: ANOVA de Precocidad .....	40
Anexo 3: ANOVA de Rendimiento .....	41
Anexo 4: ANOVA de Inflorescencia .....	41
Anexo 5: ANOVA de Diametro de inflorescencia.....	41
Anexo 6: ANOVA de Altura de inflorescencia .....	41
Anexo 7: ANOVA de Diametro de pedúnculo de inflorescencia .....	42
Anexo 8: ANOVA de Índice de Cosecha.....	42
Anexo 9: ANOVA de Materia Seca Total.....	42
Anexo 10: ANOVA de Materia Seca de Inflorescencia.....	42
Anexo 11: ANOVA de Materia Seca de Tallos .....	43
Anexo 12: ANOVA de Materia Seca de Hojas .....	43
Anexo 13: ANOVA de Regresión Lineal Simple .....	43
Anexo 14: ANOVA de Porcentaje de Materia Seca de Inflorescencia .....	43
Anexo 15: Panel fotográfico.....	44

## RESUMEN

El Brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) es una de las hortalizas que está teniendo una demanda creciente por su alto valor nutraceútico en los seres humanos que es capaz de prevenir enfermedades cancerígenas. La producción de este cultivo en el Perú es muy intensiva en la costa central, debido a que es una región que presenta las condiciones óptimas de temperatura y humedad. En este mercado se han introducido nuevos cultivares que dificultan, muchas veces al agricultor, escoger el cultivar ideal a sembrar. Por tal motivo, el propósito de esta investigación fue evaluar las características agronómicas de seis cultivares de brócoli en términos de crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad de la producción, bajo las condiciones de La Molina. La fase experimental se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en el campo experimental del Laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía. Los cultivares en estudio fueron: C1 = *Paraíso*, C2 = *Confidant*, C3 = *AF2203*, C4 = *Imperial*, C5 = *Avenger* y C6 = *Formoso*. Se empleó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Los resultados indican que existen diferencias significativas estadísticamente en las variables precocidad, materia seca total, de inflorescencia, tallos y hojas, porcentaje de materia seca de inflorescencia, rendimiento, peso de inflorescencia, diámetro y altura de inflorescencia, diámetro de pedúnculo de inflorescencia e índice de cosecha. En general, se concluyó que el cultivar *Confidant* (C2) es el más promisorio ya que se encuentra dentro del grupo de los cultivares con mayor rendimiento (16 251,3 kg/ha), peso de inflorescencia (650 g), peso seco de inflorescencia (52,7 g) índices de cosecha (28.6%), diámetro de inflorescencia (14,7 cm) y diámetro de pedúnculo (4,9 cm); y está dentro del grupo con menor peso de materia seca total (183,6 g). Asimismo, el cultivar *Avenger* (C5) destacó en obtener mayor rendimiento, mayor peso de materia seca total e inflorescencia y mayor diámetro y altura de inflorescencia. Los otros cultivares si bien destacan en alguna otra variable, no son diferentes estadísticamente a los dos cultivares en mención.

**Palabras clave:** *Brassica oleracea* var. *itálica*, inflorescencia, cultivares, rendimiento, calidad.

## ABSTRACT

Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) is one of the vegetables that is having a growing demand for its high nutraceutical value in humans that is capable of preventing cancer diseases. The production of this crop in Peru is very intensive on the central coast, because it is a region that presents optimal temperature and humidity conditions. In this market, new cultivars have been introduced that often make it difficult for the farmer to choose the ideal cultivar to plant. For this reason, the purpose of this research was to evaluate the agronomic characteristics of six broccoli cultivars in terms of vegetative growth, yield and quality production, under the conditions of La Molina. The experimental phase was carried out at Universidad Agraria La Molina (UNALM), in the experimental field of the Soil Laboratory of the Faculty of Agronomy. The cultivars under study were: C1 = *Paraíso*, C2 = *Confidant*, C3 = *AF2203*, C4 = *Imperial*, C5 = *Avenger* y C6 = *Formoso*. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used with 6 treatments and 4 repetitions. The results indicate that there are statistically significant differences in the variables earliness, total dry matter, inflorescence, stems and leaves, percentage of inflorescence dry matter, yield, inflorescence weight, inflorescence diameter and height, inflorescence peduncle diameter and index of harvest. In general, it was concluded that the *Confidant* cultivar (C2) is the most promising since it is within the group of cultivars with the highest yield (16,251.3 kg/ha), inflorescence weight (650 g), inflorescence dry weight (52.7 g) harvest indices (28.6%), inflorescence diameter (14.7 cm) and peduncle diameter (4.9 cm); and it is within the group with the lowest weight of total dry matter (183.6 g). Likewise, *Avenger* cultivar (C) stood out in obtaining higher yield, greater weight of total dry matter and inflorescence, and greater diameter and height of inflorescence. The other cultivars, although they stand out in some other variable, are not statistically different to the two cultivars mentioned.

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. *italica*, inflorescence, cultivar, yield, quality.

## I. INTRODUCCIÓN

En vista de la importancia que tiene la producción y el consumo de las hortalizas a nivel mundial, el Perú, como un país agrícola, está en capacidad de producir gran cantidad de hortalizas de buena calidad para el consumo interno y externo. Dentro de este contexto, el brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) es una de las hortalizas que tiene una demanda creciente para consumo local como con fines de exportación.

En la actualidad, los hábitos alimenticios de la población han variado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria, siendo una de las más importantes el brócoli que es un alimento rico en fibra, vitamina A, C, K, hierro y potasio, beneficiosa para la salud humana (Arex, 2011; como se citó en Wiverg Williams, 2015).

La producción del cultivo de brócoli en Perú se concentra principalmente en la costa central, debido a que es una región que presenta las condiciones óptimas de temperatura y humedad. La introducción de cultivares híbridos nuevos, con requerimientos agronómicos específicos, ha abierto un campo de investigación en la búsqueda de maximizar los beneficios. Por ello, es importante realizar ensayos de adaptación y caracterización de los nuevos cultivares a las condiciones de la zona productora que se pretende introducirlo. Los resultados de estas investigaciones, permitirá determinar su adaptación y seleccionar los cultivares con mayores rendimientos tomando en cuenta precocidad, índice de cosecha, característica de calidad de la inflorescencia o pella y otras características agronómicas específicas.

Finalmente, se espera que este trabajo de investigación contribuya de alguna forma al desarrollo sostenible del cultivo del brócoli; por ello, se plantea como objetivos principales:

- Evaluar las características agronómicas de seis cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) en términos de crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad de la producción, bajo las condiciones de La Molina.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo de brócoli

#### 2.1.1. Centro de origen

El brócoli pertenece a las regiones del Este y Suroeste de Francia. Es una especie de origen italiano y, según algunas opiniones, es el progenitor de todas las coliflores cultivadas en la actualidad (Toledo, 2003).

El centro de origen más probable es el área noreste del mediterráneo, y luego fue introducido a Italia antes del Imperio Romano y posteriormente a otros países de Europa Occidental. La introducción a Inglaterra habría ocurrido después del 1700 y de allí habría sido llevado al este de los Estados Unidos, país en que las primeras descripciones datan de inicio del siglo XIX (1806) (Ogden, 1992; como se citó en Wiverg Williams, 2015).

#### 2.1.2. Taxonomía

El brócoli tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- Reino: Vegetal
- Subreino: Antofhyta
- División: Spermatohytas
- Subdivision: Angiosperma
- Clase: Dicotiledoneae
- Subclase: Archiclamideae
- Orden: Roedales
- Familia: Brassicaceae
- Género: Brassica
- Especie: oleracea
- Nombre científico: *Brassica oleracea* var. *itálica* (Olivares *et al.*, 2016)

### **2.1.3. Morfología del cultivo**

#### **a. Raíz**

El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso. La raíz primaria puede profundizar hasta 0,8 m en el perfil del suelo y, generalmente, se pierde durante el proceso de extracción de plantas del almácigo. Cuando es trasplantado en campo definitivo, el sistema radicular está formado por raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se encuentran en los 0,4 – 0,6 m de profundidad (Toledo, 2003). Son ramificadas, profundas, extendiéndose alrededor del tallo de 45 a 60 centímetros (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2006).

#### **b. Tallo**

Tiene un tallo principal cuyo diámetro varía entre 2 y 6 cm, y su longitud entre 20 y 60 cm (Toledo, 2003). El tallo principal es cilíndrico y 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 (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2006).

#### **c. Hojas**

Esta hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes, cada una de ellas aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que la col o coliflor, la superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable (Toledo, 2003).

#### **d. Inflorescencia**

La inflorescencia del tipo de pella, es un corimbo conformado por numerosas flores, las que en estado inmaduro constituye la parte comestible de la hortaliza (Toledo, 2003). La inflorescencia está conformada por flores dispuestas en un corimbo principal. Los corimbos son de color verde claro a púrpura, según el cultivar (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2006).

#### **e. Flores**

Son de color amarillo y tiene cuatro pétalos en forma de cruz de donde proviene el nombre de las crucíferas (Manual Agropecuario, 2002; como se citó en por Wiverg Williams, 2015). Las flores son perfectas y actinomorfas, debido a problemas de autoincompatibilidad la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como las abejas y moscas (Toledo, 2003).

#### **f. Fruto**

El fruto es una silicua (pequeña vaina), de color verde oscuro, con una longitud promedio de 3 a 4 cm y contiene de tres a ocho semillas (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2006).

#### **g. Semilla**

Las semillas son redondas, de color pardo oscuro a rojizo y de tamaño pequeño, cerca de 2 mm de diámetro. El número de semillas por gramo fluctúa entre 250 a 350, dependiendo del cultivar y factores de producción (Krarup, 1992; como se citó en Ortiz Huamaní, 2019).

#### **2.1.4. Cultivares**

Proponen que los cultivares de brócoli comercialmente se clasifican según el tiempo de duración a su madurez relativa desde el trasplante, dividiéndose estos en tres grupos: Cultivares precoces (menos de 50 días): Futura, Pacman; Cultivares semi precoces (entre 50 y 70 días): Everest, Pirata, Viking; Cultivares tardíos (más de 70 días): Calabrese, Green Sprouting, Legacy (Ugás *et al.*, 2000).

Con la obtención de cultivares híbridos se busca precocidad, incrementar rendimientos, mejorar la calidad, producciones homogéneas y concentradas, adaptación a situaciones agronómicas concretas, como la cosecha mecanizada o el calor de verano; y la resistencia a plagas y enfermedades (Maroto, 1983; como se citó en Collantes Gentges, 1994).

## **2.1.5. Requerimientos de clima y suelo**

### **a. Clima**

El Brócoli es una hortaliza propia de climas fríos y frescos; asimismo, puede tolerar heladas ( $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) siempre y cuando no se haya formado aun la inflorescencia, ya que esta es fácilmente dañada por las bajas temperaturas. El rango de temperaturas para la germinación es de  $5$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pudiendo llegar a emerger a los  $3$  y  $8$  días respectivamente. Las temperaturas ambientales para su desarrollo son de  $15$  a  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , siendo la óptima de  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A temperaturas de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  o mayores a  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , puede detener su desarrollo de la inflorescencia, siendo necesario cosecharlo a tiempo para evitar la apertura de las yemas florales (Valadez Lopez, 1994).

La temperatura optima promedio está entre  $2$  y  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con mínimas promedio de  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , temperaturas mayores a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lo que causa uniformidad en la formación de las inflorescencias, ocasionando una menor compactación de estas, factor determinante de la calidad de producto. Por otro lado, temperaturas cercanas a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  detienen el crecimiento de la planta (Infoagro, 2018; como se citó en Ortiz Huamaní, 2019).

### **b. Suelo**

En lo referente a los suelos, son recomendables suelos fértiles y ricos en M.O, con buen drenaje y un pH de  $6,8$  a  $7$ . Frente a la acidez es ligeramente tolerante a esta, estando el rango de tolerancia a pH de  $5,5$  a  $6,5$  (Montes, 1990; como se citó por Gonzáles Zapata, 1995).

El brócoli es medianamente resistente a la salinidad pudiendo incluirse en el mismo grupo que el tomate, la lechuga y el melón (Maroto, 1986; como se citó en Gonzáles Zapata, 1995).

## **2.2. Manejo agronómico del cultivo**

### **2.2.1. Almacigo**

El sistema de siembra es indirecto, se deben almacigar las semillas por un mes hasta que cumplan la fase juvenil. Se necesitan almacigar  $100\text{ g}$  de semilla híbrida para sembrar una hectárea. El suelo del almacigo debe ser fértil para permitir un crecimiento veloz y vigoroso de las plántulas, y suelto para evitar daños radiculares al momento de ser retirados para su

trasplante (Collantes Gentges, 1994).

La siembra se realiza en almácigos, los que se hacen en suelos mullidos enriquecidos con materia orgánica, para luego trasplantar las plántulas cuando alcancen de 12 – 15 cm de longitud o 4 – 5 hojas verdaderas (IRVG, 1994; como se citó en Gonzáles Zapata, 1995).

### **2.2.2. Campo definitivo**

Esta etapa tiene una duración de 7 a 10 semanas, contadas desde el momento del trasplante hasta el término de la cosecha (Agroeconómico, 1991; como se citó en Infante Fuentes, 2018).

La fertilización incluye M.O. a la preparación del terreno y N P K al cambio de surco (140-60-60); está dependerá en todo caso de la riqueza del suelo de la densidad de siembra y del cultivar (IRVG, 1994; como se citó en Gonzáles Zapata, 1995).

La aplicación es, por lo general, fraccionada, colocando toda la dosis de fósforo y potasio y una parte del nitrógeno al trasplante y el resto al cambio de surco. Durante el crecimiento del cultivo deben ser hechos uno o más fraccionamientos de la fertilización nitrogenada (Agroeconómico, 1991; como se citó en Infante Fuentes, 2018).

Los riegos han de ser frecuentes y ligeros al inicio del cultivo y distanciados y pesados luego al cambio del surco. Es necesario asegurar humedad en el desarrollo de la inflorescencia y evitar excesos de humedad y secamiento (IRVG, 1994; como se citó en Gonzáles Zapata, 1995). Es importante que el contenido de humedad del suelo sea mantenido en la mitad superior del rango de humedad disponible. La falta de agua reducirá el tamaño de la cabeza, retrasará la maduración y disminuirá la calidad.

Las principales plagas que atacan a este cultivo son gusano de tierra (larvas de noctuidos), barrenador de brotes (*Hellula phidilealis*) y comedores de hoja (*Plutella xilostella*, *Leptophobia aripa-deserta*) (Toledo, 2003).

La (González Zapata, 1995) enfermedad más importante es el “Mildiu” (*Peronospora parasítica*) (Delgado de la Flor et al, 1988; como se citó en González Zapata, 1995), que afecta principalmente a nivel de almácigo. La mayoría de los híbridos comerciales se han desarrollado con resistencia a esta enfermedad.

La cosecha se inicia entre los 55 a 65 días del trasplante, cuando la inflorescencia ha alcanzado su máximo tamaño (18– 25 cm). La cosecha se efectúa en forma manual cortando la inflorescencia con 8 – 10 cm de tallo; posteriormente, se cortan las cabezas laterales más pequeñas cuyos tallos nacen en las axilas de las hojas. La frecuencia de cosecha está determinada por el clima y el cultivar, durando un total de 2 a 3 semanas y con una frecuencia de corte de 2 a 3 días (Toledo, 2003).

La cosecha se efectúa manualmente con cuchillo o machete, cortando las cabezas o inflorescencias de acuerdo con las exigencias del mercado final. La mayoría de los cultivares requieren varias cosechas o pasadas cada 3 o 4 días para cosechar todas las inflorescencias. El brócoli es un producto muy voluminoso y de fácil maltrato, por lo que se debe tener cuidado al colocarlo en recipientes y su conducción a lugares protegidos debe ser rápida para evitar calentamiento y deshidratación del producto (Krarup, 1992; como se citó en Ortiz Huamaní, 2019).

### **2.2.3. Manejo postcosecha**

Luego de cosechadas, las cabezas deben recibir un tratamiento térmico que permita enfriarlas inmediatamente en campo. El tiempo de conservación de la calidad del producto depende de la velocidad del enfriado. Los siguientes deterioros se producen como consecuencia de un mal manejo postcosecha: amarillamiento de la cabeza, ablandamiento de los tejidos, mal olor y sabor, debido a niveles inadecuados de CO<sub>2</sub> y de O<sub>2</sub> bajo atmósfera controlada y la aparición y diseminación de ciertas enfermedades como las manchas y pudrición bacterianas blanda (Agroeconómico, 1991; como se citó en Infante Fuentes, 2018).

La selección de cabezas centrales se hace eliminando todas aquellas sobremaduras, amarillentas o que han empezado a abrirse; además, se eliminan las hojas pequeñas adheridas

al tallo. Los brotes laterales se agrupan y amarran simulando el tamaño de una cabeza central (Agroeconómico, 1991; como se citó en Infante Fuentes, 2018) y así se venden.

## **2.3. Importancia del cultivo**

### **2.3.1. Propiedades nutricionales**

El brócoli posee un importante valor nutricional, estudios realizados indican que este cultivo presenta propiedades beneficiosas para la salud, por ser rico en proteínas, minerales como calcio, fósforo y hierro principalmente; compuestos azufrados y vitaminas tales como la provitamina A(beta-caroteno), vitamina C(acido ascórbico) y vitamina E(tocoferol); así como propiedades antioxidantes que pueden prevenir enfermedades crónicas como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, neurológicas y oculares (Lozano et al., 2019; como se citó en Gaspar Ríos, 2021).

### **2.3.2. Importancia socioeconómica**

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2021), menciona que las regiones productoras más importantes de brócoli son: Lima (73,3%), La Libertad (11,5%), Junín (6,3%) y Arequipa (4,9%). Según Casas, citado por Gargurevich Pazos (2018), la mayor parte de la producción se concentra en Lima debido a que es en esta región en donde se concentra aproximadamente un tercio de la población del país y la existencia de grandes mercados mayoristas. Es por ello que valles cercanos como Carabayllo, Chancay, Huaral, Chillón, Mala, Cañete e inclusive el Valle de Tarma y el Valle del Mantaro se volvieron en productores para la zona periurbana de Lima.

La mayoría de los productores de brócoli son pequeños agricultores. Andrade Alvarado (2017), realizó un estudio de análisis de sostenibilidad en fincas productoras de brócoli en Santa Rosa de Quives – Canta (Lima), y entre la caracterización menciona que el 80% de productores poseen entre 1 a 5 ha en su posesión; el 62% tiene rendimientos cercanos a las 13 ton/ha y que su ingreso mensual no supera los \$368, para el 46% de productores (siendo este el ingreso más alto). Los productores, sumado al bajo ingreso mensual, presentan problemas económicos como la escasez de canales de comercialización de sus productos. Esta situación se estaría repitiendo en otras zonas productoras, como por ejemplo en

Carabayllo, dónde Rodríguez, citado por Tesén Gallardo (2021), menciona que una de las principales causas similares a esta situación es la falta de apoyo al agricultor para la formalización de cadenas productivas y comerciales.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Ubicación del campo experimental

La fase experimental se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), en el campo denominado Lote Laboratorio, frente al Laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

##### 3.1.2. Características climáticas

En la tabla 1 se muestran los datos de meteorológicos correspondientes a los meses en los que se llevó a cabo el experimento, provenientes de la Estación Meteorológica Von Humboldt de la UNALM. El mes que presentó la menor temperatura media fue julio con 16,8 °C y la mayor temperatura media fue de 22,5°C correspondiente al mes de abril del 2017. Las precipitaciones acumuladas y humedad relativa oscilaron entre 0,9 a 2,5 mm y 74,07 a 80,62 %, respectivamente.

**Tabla 1: Promedio mensuales de datos climáticos de La Molina (abril – mayo 2017)**

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)
	Media	Mínima	Máxima		
Abril	22,5	17,5	29,7	0,9	74,07
Mayo	20,1	15,6	30,0	2,1	78,11
Junio	17,5	12,8	22,8	2,5	80,62
Julio	16,8	12,0	23,1	1,1	78,53

FUENTE: Andrade Alvarado (2017)

##### 3.1.3. Características del suelo

Se realizó el análisis del suelo del área experimental donde se desarrolló el trabajo de investigación que se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 2: Propiedades físico químicas del suelo de la parcela denominado lote laboratorio**

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Metodología</b>
pH (1:1)	7,8	Medida en el potenciómetro 1:1
CE (1:1) (dS m-1)	1,93	Medida de la CE 1:1, suelo : agua
CaCO <sub>3</sub> (%)	4,80	Gasovolumétrico con calcímetro
M.O. (%)	6,5	Walkey y Black
P (ppm)	10,40	Olsen modificado
K (ppm)	274	Extracción con acetato de amonio
Arena (%)	52	Hidrómetro
Limo (%)	24	Hidrómetro
Arcilla (%)	24	Hidrómetro
Clase Textural	Fr.	Hidrómetro
CIC	13,12	Saturación con acetato de amonio
Ca +2	9,42	Reemplazo con acetato de amonio
Mg +2	2,93	Reemplazo con acetato de amonio
K +	0,56	Reemplazo con acetato de amonio
Na +	0,21	Reemplazo con acetato de amonio
Al <sup>3+</sup> + H <sup>+</sup>	0	Yuan
Suma de cationes	13,12	
Suma de bases	13,12	
Saturación de bases (%)	100	

El análisis realizado indica que se está en un suelo de textura franca, cuyas características proporcionan una capacidad de retención y humedad adecuada. El contenido de materia orgánica es un porcentaje alto mejorando así las características del suelo y la asimilación de nutrientes encontrados en el suelo.

Las características químicas indican un suelo con una conductividad eléctrica (C.E) de 1,93 ds/m, indicando que es un suelo ligeramente salino, un ph de 7,8, ligeramente alcalino y el contenido de materia orgánica de 6,5% lo cual es adecuado para un buen desarrollo del cultivo.

### **3.1.4. Características de los cultivares de Brócoli evaluados**

#### **a. Cultivar Paraíso**

La empresa American Takii (2015), informa que las características del cultivar Paraíso son las siguientes:

**Características:**

- Cúpula lisa, medio-alto.
- Perlas uniformes y compactas.
- Tallo de tamaño mediano.
- Madurez uniforme.
- Vigoroso, marco de la planta en posición vertical.

**Ventajas:**

- Atractivo al consumidor.
- Buen peso de cosecha.
- Tolerancia en campo de tallo hueco.
- Costo de cosecha efectivo.

**b. Cultivar Imperial**

La empresa Sakata (s.f.), informa que las características del cultivar Imperial son las siguientes:

**Características:**

- Cabeza de tamaño mediano
- Grano fino a medio
- Planta de hábito de crecimiento erecto
- Adaptación a zonas intermedias y calientes
- Inicio de cosecha: 80 días después del trasplante.

**Ventajas:**

- Permite utilizar más plantas por área.
- Mejor postcosecha.
- Puede utilizarse para industria y mercado fresco.

### **c. Cultivar Avenger**

La empresa Sakata (s.f.), informa que las características del cultivar Avenger son las siguientes:

#### **Características:**

- Cabeza de domo perfecto.
- Cabeza grande, pesada y compacta.
- Grano fino a medio.
- Flores uniforme de tamaño Pequeño.
- Coloración verde intenso.
- Mínima presencia de brotes laterales.
- Inicio de cosecha: 90 días después del trasplante.

#### **Ventajas:**

- Evita pudriciones por acumulación de agua
- Mayor aprovechamiento de nutrientes
- Menor pérdida en la industria de congelados
- Mayor rendimiento en la industria de congelados

### **d. Cultivar Formoso**

La empresa HM Clause (2017), informa que las características del cultivar Formoso son las siguientes:

#### **Características:**

- Híbrido de ciclo precoz aproximadamente 75 días de trasplante a cosecha.
- Planta compacta de buen vigor y follaje medio.
- Panes grandes y pesados color verde medio, grano medio.

#### **Ventajas:**

- Ideal para inicio de producción a fin de verano y otoño.

#### **e. Cultivar Confidant**

Es un híbrido de la empresa Takii Seed (s.f.) de origen japonés.

#### **Características:**

- Cultivo vigoroso bajo condiciones climáticas calientes.
- Los hábitos de crecimiento de las hojas son horizontales.
- Pella compacta y pesada de color verde profundo, con pocas inflorescencias laterales.

#### **Ventajas:**

- Este cultivar llega a la madurez a los 65 días después del trasplante, es adecuada para la cosecha en primavera.

#### **f. Cultivar AF2203**

Características no encontradas.

En la Figura 1 se puede apreciar las imágenes de los cultivares de Brócolis que se estudiaron en la presente investigación.

### **3.1.5. Materiales de campo**

#### **Materiales:**

- Semillas de los cultivares de brócoli: Confidant (C2), Avenger (C5), AF2203 (C3), Imperial (C4), Formoso (C6), Paraíso (C1).
- 11 bandejas
- Sustrato: Musgo cernido (15kg), Arena de río (1 balde de 5kg), Premix (20kg).
- Wincha
- Carteles

#### **Equipos:**

- Balanza analítica.
- Vernier.

- Mochila de aplicación.

**Tabla 3: Cultivares de Brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*) de la presente Investigación**

**Cultivares de Brócoli**



1.a. Cultivar *Paraíso*



1.b. Cultivar *Confidant*



1.c. Cultivar *AF2203*



1.d. Cultivar *Imperial*



1.e. Cultivar *Avenger*



1.f. Cultivar *Formoso*

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Cronología del ensayo**

#### **a. Trasplante**

El trasplante se realizó el 17 de mayo del 2017. Se emplearon plántulas provenientes de la empresa S.F. almácigos. Los surcos tenían una distancia de 0,8m. Con el uso de una estaca se hacían los hoyos para sembrar las plántulas en la parte superior de la costilla del surco a una profundidad aproximada de 5 cm. El distanciamiento entre plantas en cada parcela fue de 50 cm; por tanto, la densidad establecida fue de 25 000 plantas por hectárea.

#### **b. Fertilización**

Consistió en aplicar 1tonelada de compost elaborada en el departamento de suelos de la Universidad Agraria la Molina.

#### **c. Riego**

El sistema de riego empleado fue por gravedad. Los riegos se realizaron en general cada semana, de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

#### **d. Control de plagas y enfermedades**

El manejo de los problemas fitosanitarios, no tuvieron mayor significancia ya que no tuvimos ataque de ninguna plaga, ni enfermedad.

#### **e. Labores culturales**

Desmalezado en forma manual con el uso de lampas o escardas, dependiendo del tamaño de las malezas. Cambio de surco en forma manual con el uso de lampas en la quinta semana.

#### **f. Cosecha**

El inicio de cosecha, vario conforme a la precocidad de cada cultivar. Se hacía el corte de la inflorescencia principal a nivel del cuello, a unos 5 cm de la base de la cabeza. Éstas eran colocadas en jabas y llevadas inmediatamente al laboratorio para evitar pérdida de peso por

deshidratación y así poder realizar las evaluaciones correspondientes.

### 3.2.2. Tratamientos

En la tabla 2, se muestra los cultivares a utilizarse en el la parte experimental. El distanciamiento entre pantas fue de 50 cm. El distanciamiento entre surcos fue de 80 cm. El cultivar considerado como referente fue el cultivar Imperial ya que es el más sembrado.

**Tabla 4: Tratamientos de la investigación**

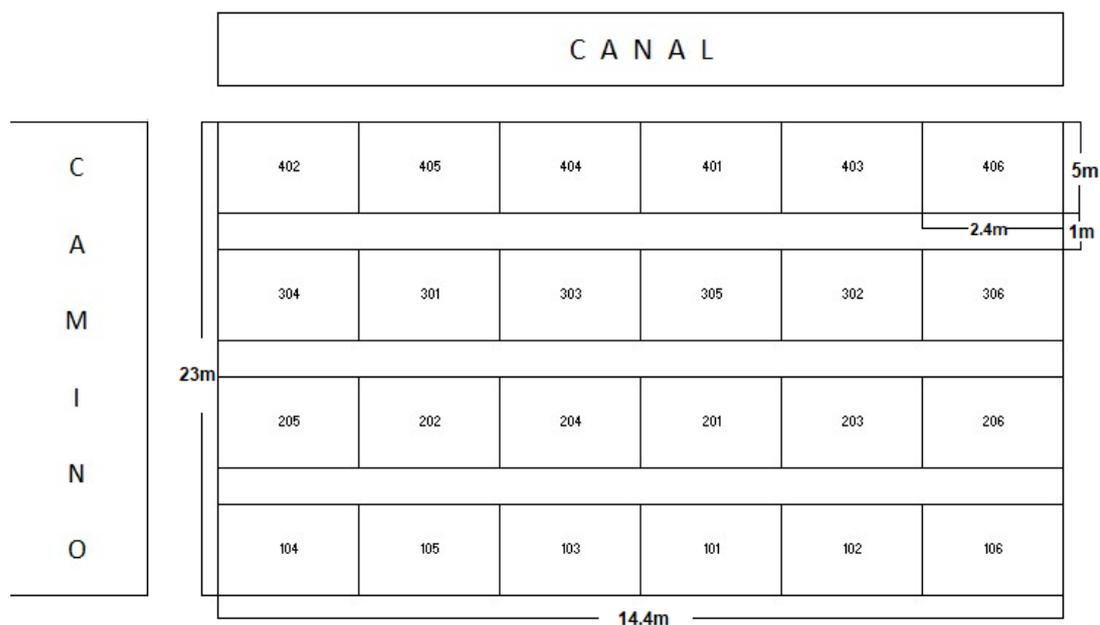
Tratamientos	Cultivar	Procedencia
C1	Paraíso	USA
C2	Confidant	JAPON
C3	AF2203	JAPON
C4	Imperial	JAPON
C5	Avenger	JAPON
C6	Formoso	USA

### 3.2.3. Diseño experimental

Se empleó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizó el Análisis de Variancia y para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey al 5%. Como se puede observar en la Tabla 3, se muestran las características del área experimental. En la Figura 2, se presenta el Croquis experimental.

**Tabla 5: Características del área experimental**

UNIDAD EXPERIMENTAL	
Ancho	2,40 m
Largo	5,00 m
Área de cada U. E	12,00 m <sup>2</sup>
Distancia entre surco	0,80 m
Número de surcos por U. E	3
Número de U. E	24
BLOQUES	
Número de U.E por bloque	6
Área de cada bloque	72,00 m <sup>2</sup>
Número de bloques	4
Área de todos los bloques	288,00 m <sup>2</sup>
CALLES	
Ancho	1,00 m
Largo	14,40 m
Área de cada calle	14,40 m <sup>2</sup>
Número de calles	3
Área de todas las calles	43,20 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA TOTAL: 331,2 m<sup>2</sup></b>	



**Figura 1: Croquis del Campo Experimental**

### 3.2.4. Parámetros evaluados

#### a. Precocidad

Se obtuvo en base al número de días que tomó desde el trasplante hasta el inicio de la cosecha.

#### b. Rendimiento total (kg/ha)

Se obtuvo en base al peso total obtenido en cada cosecha y en cada unidad experimental.

#### c. Calidad de la inflorescencia

- **Peso promedio de inflorescencia**

Se pesaron individualmente 10 inflorescencias por cada unidad experimental y se promediaron sus pesos para obtener un peso promedio por unidad experimental.

- **Diámetro de la inflorescencia**

Se midió el diámetro de cada una de las 10 inflorescencias cosechadas de cada unidad experimental y se halló el valor promedio.

- **Altura de inflorescencia**

Se midió la altura de cada una de las 10 inflorescencias cosechadas de cada unidad

experimental y se halló el valor promedio.

- **Diámetro de pedúnculo de la inflorescencia**

Se midió el diámetro del pedúnculo de cada una de las 10 inflorescencias cosechadas del surco central de cada unidad.

**d. Índice de cosecha**

Este parámetro mide la relación que existe entre el peso seco de la inflorescencia (rendimiento económico) y la biomasa aérea seca de la planta (rendimiento biológico). Esta biomasa aérea está incluida las hojas, tallos e inflorescencia.

**e. Materia Seca total (g/unid)**

Se determinó este parámetro colocando una muestra separada de inflorescencia, tallo y hojas de cada cultivar de brócoli en la estufa a 70o C por 72 horas. Luego del secado se procedió a pesar la muestra en una balanza analítica.

- **Correlación de Materia Seca total (g) con el Rendimiento (kg/ha)**

Se construyó una función de producción de cada cultivar de brócoli estudiado, en donde la variable x es la materia seca total (g/planta) y la variable y sería el rendimiento total (kg/ha).

- **Porcentaje de Materia de Seca de la Inflorescencia (%)**

Se calculó la relación porcentual del peso seco de la materia seca de la inflorescencia con su peso fresco.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Precocidad

En la tabla 4, se resumen los resultados obtenidos en esta característica. El ANOVA (Anexo 2), muestra que existe un alto nivel de significación entre los *cultivares*, por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey al 99 % de confianza. El coeficiente de variabilidad de esta variable fue 1,90 %, lo cual describe datos muy homogéneos, con un promedio general de trasplante a cosecha de 77,33 días, con un nivel de significancia de 0,01.

**Tabla 6: Días a la cosecha de seis cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

Cultivares	Precocidad (días)	Nivel de Precocidad
C1 Paraíso	97	A
C5 Avenger	77	B
C3 AF2203	77	B
C4 Imperial	75	B
C6 Formoso	70	C
C2 Confidant	68	C
Promedio	77,33	

Se observa que los cultivares *Confidant* (C2) y *Formoso* (C6) fueron las más precoces con 68 y 70 días a inicio de cosecha, respectivamente (sin diferencia estadística entre ellos); y el cultivar *Paraíso* el más tardío con 97 días. En base a estos resultados, solamente los cultivares *Confidant* y *Formoso* estarían en la categoría de semi precoces, los otros cultivares estaría en la categoría de tardíos Ugás et al. (2000). Definitivamente, estos cultivares semi precoces (*Formoso* (C2) y *Confidant* (C6)) son importantes considerarlos como opción de siembra ya que permitirían obtener más campañas al año, mejor aún si va acompañado de mayor rendimiento, calidad y producción homogénea. TAKII SEED resalta que el cultivar *Confidant*, tiene una precocidad de 65 días, lo cual está acorde a lo obtenido en el presente ensayo.

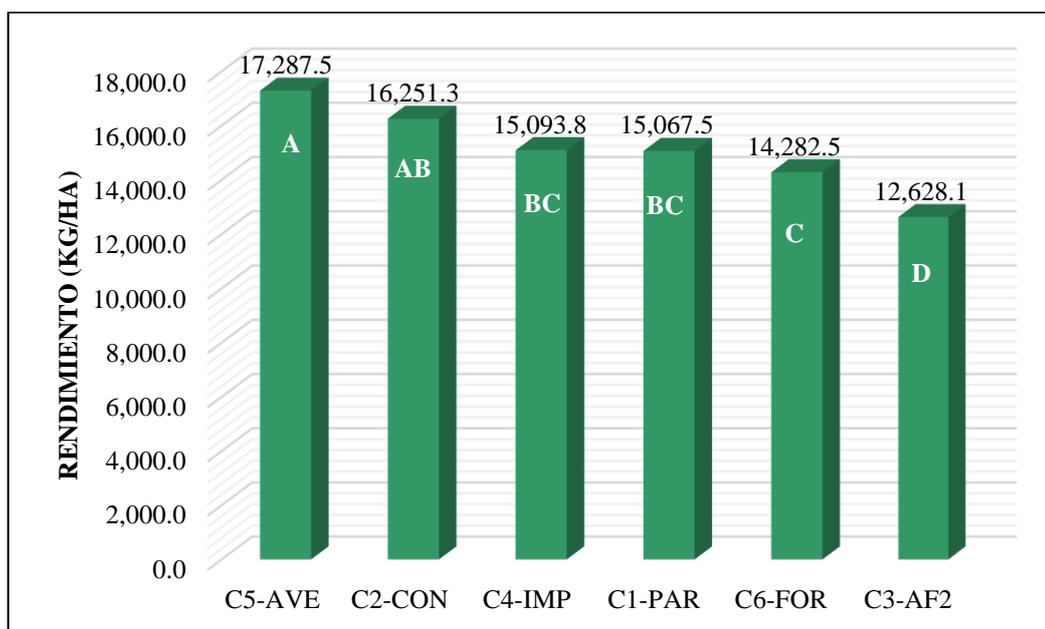
Wiverg Williams (2015), investigó la introducción y adaptación de 7 híbridos de brócoli, bajo las condiciones de Huancayo, encontrando en el cultivar *Confidant* una precocidad de 87,75 días, calificándose como cultivar tardío. Esa precocidad difiere en 20 días a lo obtenido al presente ensayo, debiéndose principalmente a las condiciones agrometeorológica y al manejo agronómico. Tesén Gallardo (2021), investigó tres densidades del cultivar *Formoso* obteniendo una precocidad de 67 días, el cual es semejante a lo que se obtuvo en la presente investigación. Por su parte, Noé Soria (2020) trabajó con el cultivar *Paraíso* en su investigación del efecto de extractos de algas marinas en el rendimiento de calidad de brócoli, obteniendo una precocidad de 74 días, lo cual está muy por debajo a los 97 días que obtuvo el presente ensayo, coincidiendo a los 95,50 días de precocidad que obtuvo Wiverg Williams (2015). Esto podría deberse a que este ensayo se instaló en condiciones de otoño, y la de Noé inició en primavera con temperaturas promedios más altos. Carrillo Riofrío (2018), obtuvo en su investigación de fertilización con el cultivar *Avenger* una aparición de la inflorescencia a los 63,51 días, sin determinar el momento de la cosecha, que hubiera sido importante compararlo con los 77 días de precocidad que se obtuvo en la presente investigación. Finalmente, se tiene varias referencias con el cultivar *Imperial*, en donde Gaspar Ríos (2021) obtuvo una precocidad a los 76 días e Infante Fuentes (2018) a los 74 días, siendo valores similares a lo obtenido en esta investigación (75 días), el cual se acerca a lo establecido por la empresa Sakata que es 80 días; en cambio, Tesén Gallardo (2021), obtuvo una mayor precocidad, a los 62 días. Esto puede deberse a que también en su ensayo se instaló en condiciones de primavera y verano, es decir el cultivo se desarrolló con temperaturas promedios más altas que la presente investigación.

#### **4.2. Rendimiento total**

El ANOVA de Rendimiento Total de los cultivares en estudio, mostrado en el Anexo 3, demuestra que existe un alto nivel de significación en los tratamientos, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de nivel de confianza. El coeficiente de variabilidad en esta variable fue de 4,08 %, lo cual describe datos muy homogéneos.

En la Figura 2, se observa que el cultivar *Avenger* (C5) fue el que obtuvo el mayor rendimiento con 17,29 t/ha, similar estadísticamente al cultivar *Confidant* (C2), que obtuvo un rendimiento de 16,25 t/ha. Carrillo Riofrío (2018), en el cultivar *Avenger* (C5), obtuvo

un rendimiento de 10,19 t/ha, lo cual fue mucho menor a lo obtenido en el presente ensayo, probablemente debido a las diferencias agroecológicas y de manejo agronómico de los ensayos, las cuales influyeron también en la diferencia de 14 días de precocidad entre ambos ensayos.



**Figura 2: Rendimiento (t/ha) de seis cultivares brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

Respecto al cultivar *Confidant* (C2), Wiverg Williams (2015) y Soncco Bravo (2019) obtuvieron los rendimientos de 23,90 y 12,91 t/ha, respectivamente. El primer caso se debe a que se trabajó con el doble de densidad al presente ensayo; es decir, 50 000 plantas/ha. En el segundo, a pesar de que se manejó una densidad de 63 492 plantas/ha, el cultivar no se adaptó a las condiciones agrometeorológicas, consiguiendo bajo rendimiento. Es importante mencionar que este cultivar en ambas referencias fueron los que obtuvieron el menor rendimiento de los cultivares en estudio. Los cultivares *Imperial* (C4) y *Paraíso* (C1) resultaron similares estadísticamente al cultivar *Confidant* (C2), las cuales obtuvieron valores de 15,09 y 15,07 t/ha, respectivamente. En relación con el cultivar *Imperial*, Gaspar Ríos (2021), Infante Fuentes (2018) y Tesén Gallardo (2021) obtuvieron rendimientos de 19,05 t/ha, 12,48 t/ha y 28,49 t/ha, respectivamente, con la densidad de 25 000 plantas/ha, que es la misma al que se usó en el presente ensayo. Estos distintos resultados se pudieron deber a las condiciones agrometeorológicas y manejo agronómico. Respecto al cultivar *Paraíso* (C1), Noé Soria (2020), Wiverg Williams (2015) y Soncco Bravo (2019) obtuvieron 10,44, 29,48 y 19,26 t/ha, respectivamente, las cuales las dos primeras difieren a las 15 t/ha

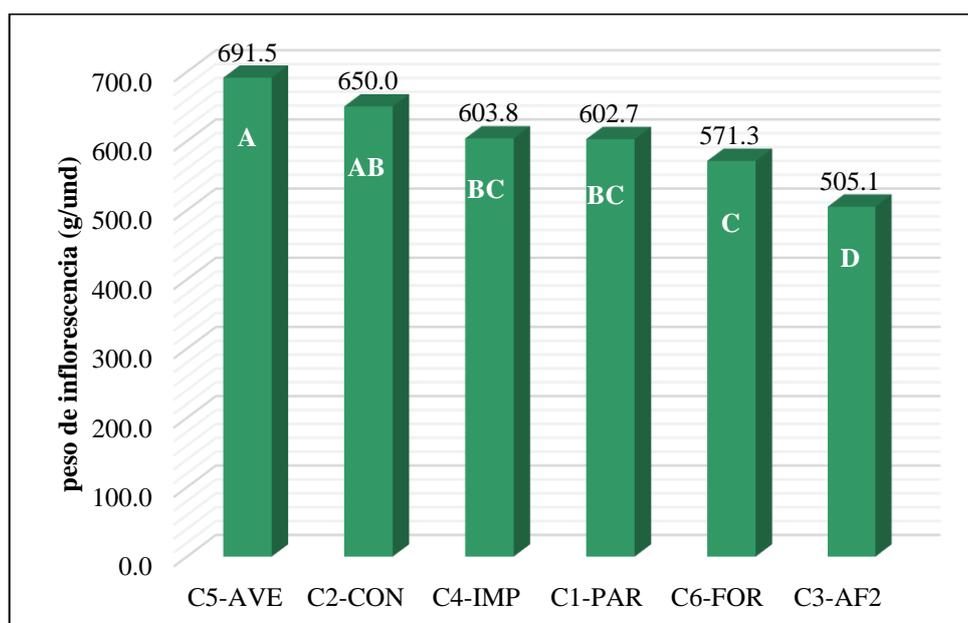
obtenidas en el presente ensayo. El cultivar *Formoso* (C6) obtuvo un rendimiento de 14,28 t/ha, siendo similar estadísticamente a los valores del cultivar *Imperial* (C4) y cultivar *Paraíso* (C1). Al respecto, Tesén Gallardo (2021) obtuvo en su investigación un rendimiento con 25 000 plantas de 22,2 t/ha.

Finalmente, el cultivar *AF2203* (C3) fue el que obtuvo menor rendimiento con 12,63 t/ha, siendo diferente estadísticamente a los demás cultivares. No se encontraron referencias bibliográficas con este cultivar.

### 4.3. Calidad

#### 4.3.1. Peso de inflorescencia

En el peso de inflorescencia de los cultivares en estudio, se observó diferencias significativas (Anexo 4), por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de confianza. El coeficiente de variabilidad en esta variable fue de 4,08 %. En la Figura 3, se muestra que el cultivar *Avenger* (C5) fue el que obtuvo el mayor peso de inflorescencia con 691,5 gramos, similar estadísticamente al cultivar *Confidant* (C2), que obtuvo un peso de 650 gramos.



**Figura 3: Peso de las inflorescencias en seis cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

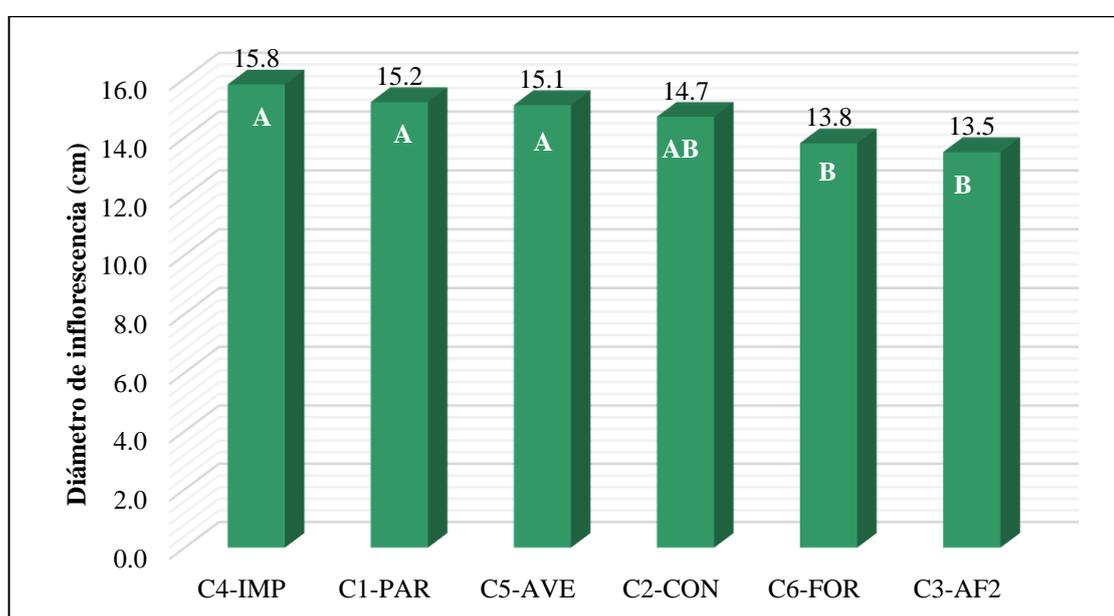
Respecto al cultivar *Confidant*, Wiverg Williams (2015) y Soncco Bravo (2019) obtuvieron pesos de la inflorescencia de 499,45 y 314 gramos, respectivamente, las cuales fueron menores a lo obtenido en el presente ensayo, debido a que manejaron altas densidades de 50 000 y 63 492 plantas/ha, respectivamente. Los cultivares *Imperial* (C4) y *Paraíso* (C1) resultaron similares estadísticamente al cultivar *Confidant* (C2), las cuales obtuvieron valores de 603,8 y 602,7 gramos, respectivamente. En relación con el cultivar *Imperial*, Gaspar Ríos (2021), Fuentes (2018) y Tesén Gallardo (2021) obtuvieron pesos de inflorescencia de 1040,88, 565,65 y 1340 gramos por unidad, respectivamente, con la densidad de 25 000 plantas/ha, que es la misma al que se usó en el presente ensayo. Los posibles resultados difieren probablemente por las condiciones agrometeorológicas y manejo agronómico. Respecto al cultivar *Paraíso* (C1), Noé Soria (2020), Wiverg Williams (2015) y Soncco Bravo (2019) obtuvieron 890, 625,18 y 354,67 gramos, respectivamente; solamente el resultado de Diego coincide a lo obtenido en el presente ensayo, a pesar de que tuvo una densidad al doble (50 000 plantas/ha). El cultivar *Formoso* (C6) obtuvo un peso de inflorescencia de 571 gramos, siendo semejante a los valores de C4 y C1. Al respecto, Tesén Gallardo (2021) obtuvo en su investigación un rendimiento con 25 000 plantas con inflorescencias de 1220 gramos, cuya variación se aproxima al manejo agronómico y condiciones agrometeorológicas. El cultivar *AF2203* (C3) fue el que obtuvo menor peso de inflorescencia con 505,1 gramos, siendo diferente estadísticamente a los demás cultivares.

En general, los pesos de inflorescencia obtenidos en los 6 cultivares cumplen con los estándares de un brócoli de calibre *grande*, ya que poseen un peso mayor de 500 g (UCAM/Santander, 2018). Para Jaramillo y Díaz (2006) estos resultados sobrepasan al peso ideal del brócoli que deberían estar entre 300 – 400 g. Finalmente, en una entrevista con un comerciante peruano de brócoli, Galarza (2022) señala que el mercado peruano valora más brócolis de peso entre 600-700 g, por tanto, solamente los cultivares *Avenger* (C5), *Confidant* (C2), *Imperial* (C4) y *Paraíso* (C1), califican a ese parámetro.

#### **4.3.2. Diámetro de inflorescencia**

En la variable “diámetro de la inflorescencia” de los cultivares en estudio también existieron diferencias significativas (Anexo 5) entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de confianza. El coeficiente de variabilidad en esta característica fue de 2,72%.

En la Figura 4 se aprecia que los cultivares *Imperial* (C4), *Paraíso* (C1), *Avenger* (C5) y *Confidant* (C2) poseen similares diámetros de inflorescencia con 15,8, 15,2, 15,1 y 14,7 cm, respectivamente. Este último tampoco difiere estadísticamente a los diámetros de *Formoso* (C6) y *AF2203* (C3) que son 13,8 y 13,5 cm, respectivamente. En relación con el cultivar *Imperial*, Gaspar Ríos (2021), Infante Fuentes (2018) y Tesén Gallardo (2021) obtuvieron diámetro de 21,0, 13,15 y 20,98 cm, respectivamente. Solamente, Tesén Gallardo (2021) se acerca al resultado obtenido en el presente ensayo, los otros dos superan en más de 5 cm en el diámetro de la inflorescencia, debido probablemente a diversos factores como mejor suelo, nutrición, época y manejo agronómico.



**Figura 4: Diámetro de inflorescencia en seis cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

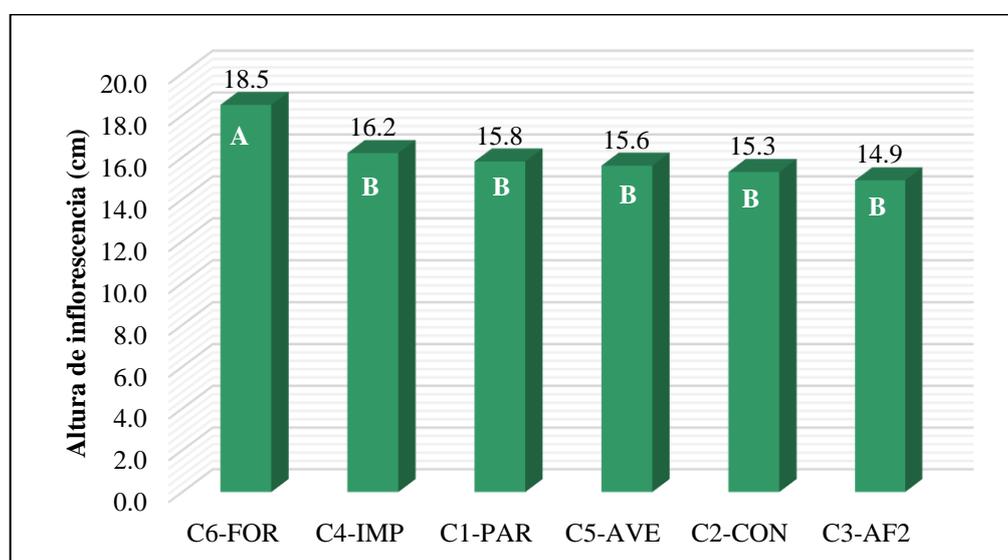
Respecto al cultivar *Paraíso* (C1), Noé Soria (2020), Wiverg Williams (2015) y Soncco Bravo (2019) obtuvieron diámetros de 17,14, 19,55 y 12,71 cm respectivamente, las cuales las dos primeras superan en más dos centímetros a lo obtenido en el presente ensayo, y el resultado de Diego es menor en 2,5 centímetro al presente ensayo. Respecto al cultivar *Confidant* (C2), Wiverg Williams (2015) y Soncco Bravo (2019) obtuvieron diámetros de inflorescencia de 16,84 y 12,42 cm, respectivamente; las cuales ambos difieren en  $\pm 2,1$  cm a lo obtenido en el presente ensayo (14,7 cm), a pesar de que estos investigadores trabajaron una densidad alta de más de 50 000 plantas/ha. En relación, al cultivar *Formoso* (C6), Tesén Gallardo (2021) obtuvo un diámetro de 19,95 cm con la densidad de 25 000 plantas, que es

la misma al presente ensayo. Este valor difiere en 6,1 cm a lo obtenido en el presente ensayo (13,8 cm).

En general, los diámetros de inflorescencia obtenidos en los 6 cultivares cumplen con los estándares de un brócoli de calibre *mediano*, ya que poseen valores entre 13-16 cm (Acostas Motos *et al.*, 2018).

#### 4.3.3. Altura de la inflorescencia

El ANOVA de “Altura de inflorescencia” de los cultivares en estudio, mostrado en el Anexo 6, demuestra que existe una alta significación estadística en los tratamientos, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99 % de confianza. El coeficiente de variabilidad para altura de inflorescencia fue de 3,52%. En la Figura 5 se aprecia que el cultivar *Formoso* (C6) es el que obtuvo mayor altura de inflorescencia (18,5 cm), siendo diferente estadísticamente al resto de los cultivares que son similares estadísticamente.



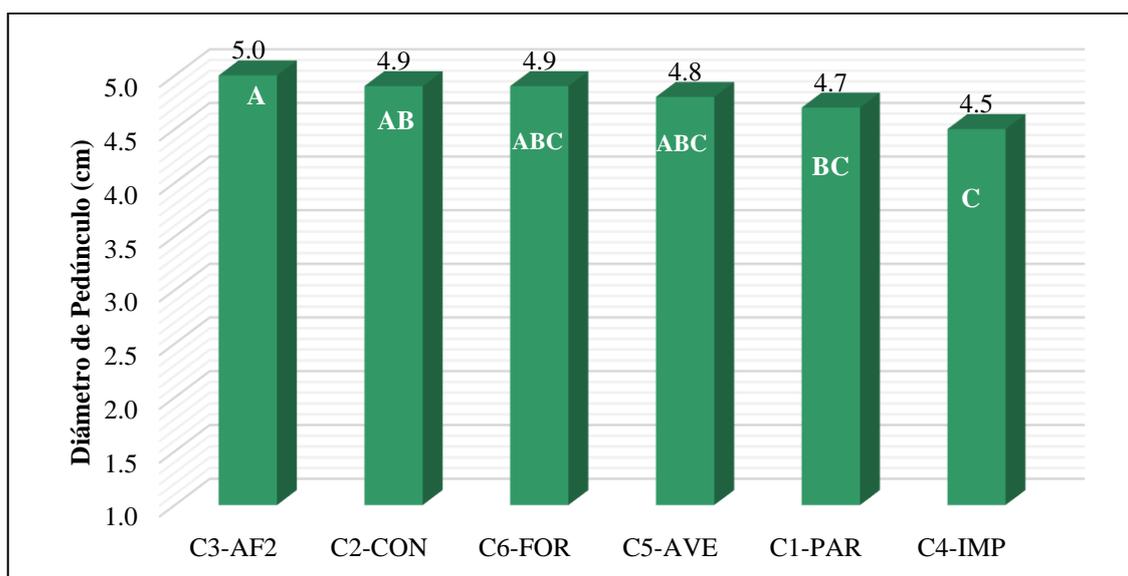
**Figura 5: Altura de la inflorescencia en seis cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

Al respecto, Tesén Gallardo (2021) obtuvo una altura de inflorescencia de 19,77 cm a la misma densidad del presente ensayo (25 000 plantas/ha), la cual es semejante al presente ensayo; sin embargo, si se relaciona con el diámetro de inflorescencia, se obtuvo un brócoli

de forma más esférica que el presente ensayo. El cultivar *Imperial* (C4) obtuvo una altura de inflorescencia de 16,2 cm. Al respecto, Gaspar Ríos (2021), Infante Fuentes (2018) y Tesén Gallardo (2021) obtuvieron alturas de 21,82, 10,79 y 21,88 cm respectivamente. Ambos difieren en  $\pm 5,6$  cm a lo obtenido en el presente ensayo. El cultivar *Paraíso* (C4) obtuvo una altura de inflorescencia de 15,8 cm. Al respecto, Noé Soria (2020), obtuvo un valor de 12,58 cm, lo cual difiere en 3,22 cm menos al presente ensayo debido, probablemente, a que Noé utilizó una densidad alta de plantas (50 000 plantas/ha) que el presente ensayo (25 000 plantas/ha). Finalmente, los cultivares *Avenger* (C5), *Confidant* (C2) y *AF2203* (C3) obtuvieron una altura de inflorescencia de 15,6, 15,3 y 14,9 cm, respectivamente.

#### 4.3.4. Diámetro de pedúnculo de la inflorescencia

El ANOVA de “Diámetro de pedúnculo de inflorescencia” de los cultivares en estudio, mostrado en el Anexo 7, demuestra que existe una alta significación estadística entre los tratamientos, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de confianza. El coeficiente de variabilidad en esta variable fue de 3,12%. En la Figura 6 se aprecia que el diámetro de pedúnculo de los cultivares *AF2203* (C3), *Confidant* (C2), *Formoso* (C6), *Avenger* (C5) son similares estadísticamente, obteniendo valores de 5,0, 4,9, 4,9 y 4,8 cm, respectivamente.



**Figura 6: Diámetros de Pedúnculos en inflorescencias de seis cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

Los cultivares con menor diámetro fueron *Paraíso* (C1) e *Imperial* (C4), con valores de 4,7 y 4,5 cm respectivamente, siendo similares estadísticamente. Al respecto, Tesén Gallardo (2021) obtuvo un diámetro de pedúnculo de inflorescencia en los cultivares Formoso (C6) y Imperial (C4), de 5,65 y 5,39 cm con la densidad de 25 000 plantas/ha. Por su parte, Infante Fuentes (2018) y Gaspar Ríos (2021) en el cultivar *Imperial* (C4) a la densidad de 25 000 plantas/ha, obtuvieron un diámetro de pedúnculo de inflorescencia de 4,24 y 4,50 cm, las cuales son muy similares a lo que se obtuvo en el presente ensayo. Finalmente, Noé Soria (2020), en el cultivar *Paraíso* (C1), obtuvo un diámetro de pedúnculo de 5,16 cm, la cual es más gruesa a lo obtenido en el presente ensayo (4,7 cm).

#### 4.4. Índice de cosecha (%)

El ANOVA de “Índice de Cosecha” de los cultivares en estudio, mostrado en el Anexo 8, demuestra que existe una alta significación estadística en los tratamientos, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de confianza. El coeficiente de variabilidad para la característica índice de cosecha fue de 9,94%. En la Figura 7, se manifiesta que los cultivares *AF2203* (C3), *Confidant* (C2) y *Formoso* (C6) obtuvieron los mayores índices de cosecha con valores de 28,8 %, 28,6 % y 27,8 % respectivamente, presentando resultados semejantes.

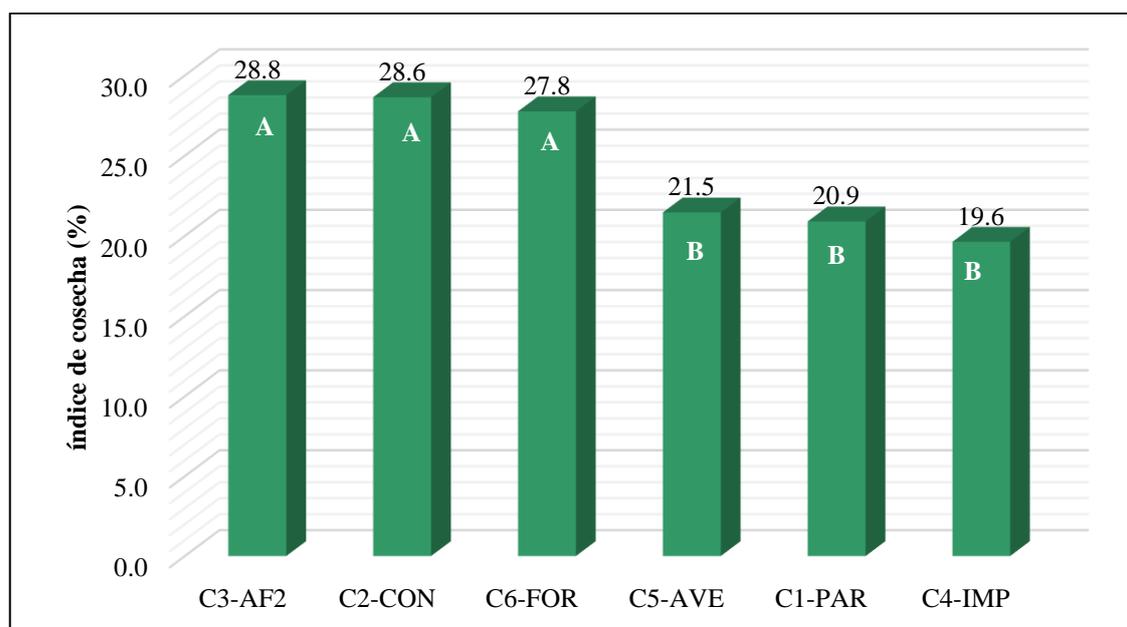


Figura 7: Índice de cosecha en seis cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)

Estos valores indican que el producto cosechado representa una gran proporción de la biomasa total elaborada por los cultivares (hojas y tallo). De estos tres cultivares, el *Confidant* (C2) es el más interesante porque fue uno de los cultivares que produjo mayor rendimiento en esta investigación. Por otra parte, los cultivares *Avenger* (C5), *Paraíso* (C1) e *Imperial* (C4) fueron los que tuvieron menor índice de cosecha con valores de 21,5, 20,9 y 19,6 % respectivamente, siendo similares estadísticamente entre ellos y diferentes a los otros cultivares.

#### **4.5. Producción de materia seca**

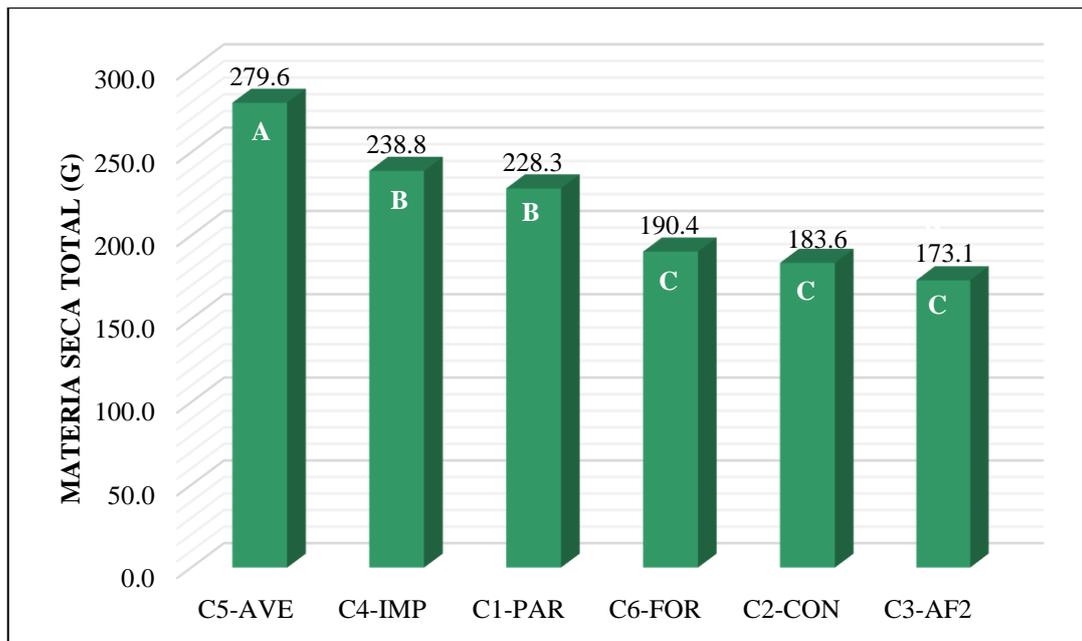
El ANOVA de la Materia Seca total producida por planta, de la inflorescencia, tallos y hojas de los cultivares en estudio, mostrado en el Anexo 9, 10, 11 y 12 demuestran que existe una alta significación estadística entre los cultivares evaluados, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de confianza. Los coeficientes de variabilidad de la Materia Seca total producida de inflorescencia, tallos y hojas por planta fueron de 5,83 %, 1,83 %, 5,74 % y 8,02 % respectivamente.

En la Tabla 5 se aprecia los valores promedios de Materia Seca (g) de la inflorescencia, tallos, hojas y el total. Respecto al primero, se puede afirmar que el cultivar *Avenger* (C5) fue el que obtuvo mayor porcentaje de materia seca numéricamente (59,9 g), siendo solamente diferente estadísticamente al cultivar *Imperial* (C4), y similarmente al resto de los cultivares. En el caso de la Materia seca de tallo, el cultivar *Formoso* (C6) fue el que obtuvo mayor peso numérico, pero es similar estadísticamente a los cultivares *Imperial* (C4), *Paraíso* (C1) y *Avenger* (C5); además, es diferente estadísticamente al cultivar *Confidant* (C2) y *AF2203* (C3). En relación con la Materia Seca de las hojas, el cultivar *Avenger* (C5) fue el que obtuvo mayor peso con 202,8 g, el cual es diferente estadísticamente al resto de los cultivares. El cultivar *Imperial* (C4) (174,1 g) y *Paraíso* (C1) (164,2 g) presentan similitudes estadísticas; finalmente, los cultivares *Formoso*, *Confidant* (C2) y *AF2203* (C3) son los que obtuvieron menores pesos, siendo semejantes. La investigación de Soncco Bravo (2019), obtuvo pesos de materia seca de inflorescencia de 42,50, 36,90 y 33,33 gramos en los cultivares *Avenger* (C5), *Paraíso* (C1) y *Confidant* (C2), las cuales son menores a lo obtenido al presente ensayo, debido a que Soncco trabajó una densidad mayor, 63 492 plantas por hectárea, haciendo disminuir el peso individual de cada pella.

**Tabla 7: Materia seca de cultivares de brócolis**

Tratamiento		Materia Seca de Inflorescencia		Materia Seca de Tallos		Materia Seca de Hojas		Materia Seca Total	
C1	Paraíso	47,1	ab	17,0	ab	164,2	b	228,3	b
C2	Confidant	52,7	ab	15,6	b	115,3	c	183,6	c
C3	AF2203	49,9	ab	13,1	c	110,1	c	173,1	c
C4	Imperial	46,9	b	17,8	a	174,1	b	238,8	b
C5	Avenger	59,9	a	16,9	ab	202,8	a	279,6	a
C6	Formoso	52,8	ab	18,4	a	119,1	c	190,4	c

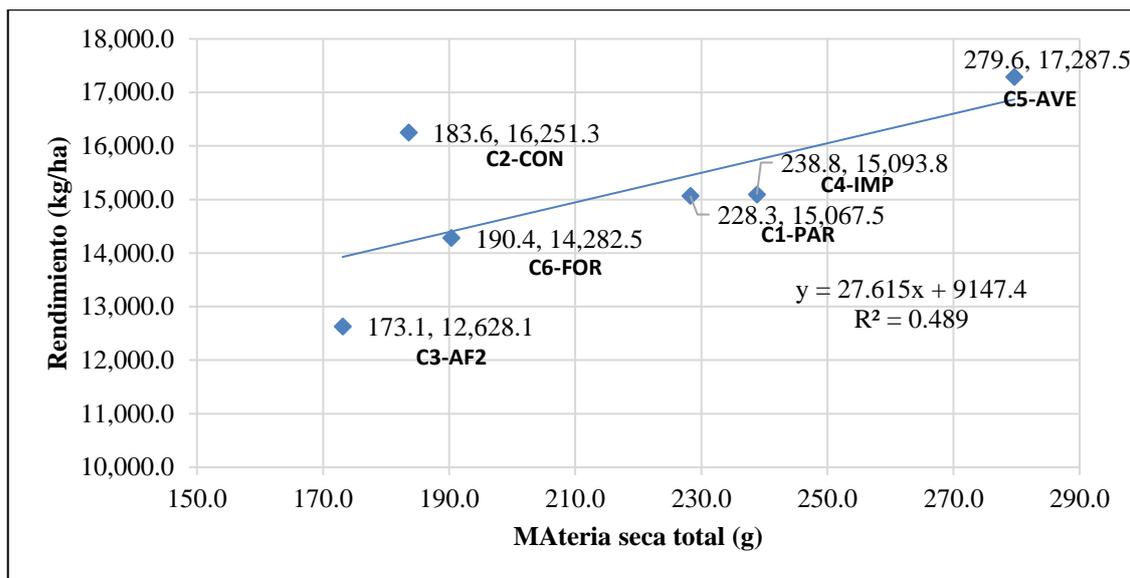
La Figura 8, muestra los pesos de las Materias Secas totales de los cultivares en estudio, destacando el cultivar *Avenger* (C5) como el más pesado con 279,6 gramos, siendo diferente estadísticamente al resto de los cultivares. Luego, le siguen los cultivares *Imperial* (C4) y *Paraíso* (C1) con 238,8 y 228,3 gramos respectivamente. Finalmente, los menos pesados fueron *Formoso* (C6), *Confidant* (C2) y *AF2203* (C3) con 190,4, 183,6 y 173,1 gramos. Es importante mencionar que, actualmente, el mercado está buscando un brócoli de una sola inflorescencia, de gran tamaño y peso, sin hojas en la pella y sin brotes axilares (Renaud *et al.*, 2014). Esto se traduce en un mayor índice de cosecha; es decir, la relación peso de inflorescencia respecto al peso total debe ser el más alto. En esta investigación se puede apreciar que *Avenger* (C5) cumple con tener el más alto peso seco de inflorescencia; sin embargo, también tiene el mayor peso de materia seca total, lo cual es interesante también ya que los rastrojos de brócoli podrían servir para la alimentación ganadera, por ejemplo, en la producción de cuyes. Precisamente, Velis Figueroa (2017), recomienda usar el rastrojo de brócoli en combinación con el maíz chala de manera inter diaria solo en la etapa de crecimiento – engorde, para obtener un producto más uniforme y de mejor peso de comercialización.



**Figura 8: Materia seca total de cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

#### 4.5.1. Correlación de la Materia Seca total (g) con el Rendimiento (kg/ha)

Con los datos obtenidos de rendimiento total, se pudo establecer una función de producción (Figura 9) de cada cultivar de brócoli estudiado, siendo la *variable x* la materia seca total (g/planta) y la *variable y* sería el rendimiento total (kg/ha). En la Figura 9, se puede observar una Regresión Lineal Simple entre las variables materia seca total y rendimiento, con coeficiente de regresión positiva, la cual indicaría la tendencia de aumentar los rendimientos con el aumento de la materia seca total de algún cultivar de brócoli. Sin embargo, en base al Anexo 13 se puede afirmar que esta regresión en función a la materia seca total no es significativa estadísticamente; esto es debido a que el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) ha sido 0,489, lo cual indica que existe una baja intensidad de asociación entre las variables de *rendimiento* y *materia seca total*. Al respecto, Morant *et al.* (2010), encontró en su investigación con el trigo de doble propósito que existe una correlación alta entre el peso seco de la planta con los rendimientos de los cultivares. Sin embargo, en el presente ensayo, si bien la mayoría de los cultivares se ajustan a esa correlación, el cultivar *Confidant* (C2) sería la excepción ya que con tan solo 183,6 gramos de materia seca total por planta pudo producir el segundo rendimiento más alto del presente ensayo; es decir, 16,25 t/ha, lo cual lo convierte en un cultivar promisorio por su alta producción. Esto abre la oportunidad de poder evaluar el cultivar *Confidant* (C2) a mayores densidades con la finalidad de mejorar el rendimiento.

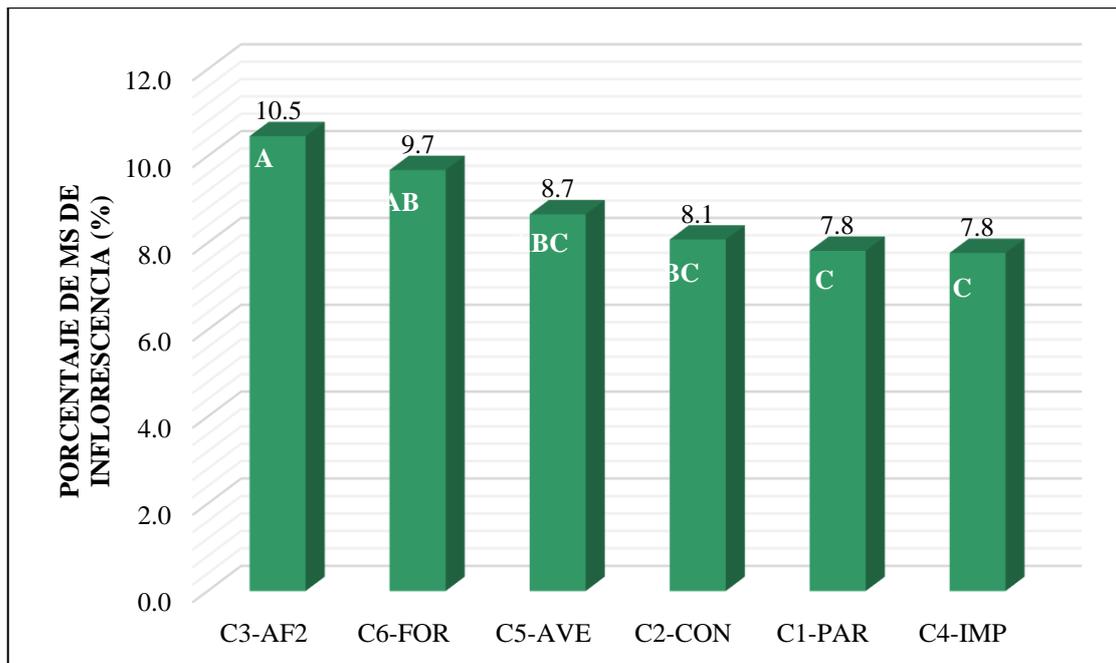


**Figura 9: Regresión lineal simple entre la materia seca total y rendimiento**

#### 4.5.2. Porcentaje de materia seca en inflorescencia

El ANOVA de “Porcentaje de Materia Seca de inflorescencia” de los cultivares en estudio, mostrado en el Anexo 14, demuestran que existe una alta significación estadística en los tratamientos, por lo que se procedió a realizar las pruebas de comparación de medias de Tukey al 99% de confianza. El coeficiente de variabilidad de Porcentaje Materia Seca de inflorescencia fue 7,14 %.

La Figura 10, muestra el porcentaje de Materia Seca de inflorescencia de los cultivares en estudio, el cual es muy importante su determinación ya que está estrechamente relacionado al contenido nutricional del brócoli (Vega, 2010). En el presente ensayo, el cultivar *AF2203* (C3) fue el que obtuvo mayor porcentaje de materia seca de inflorescencia con 10,5%, siendo semejante estadísticamente solo a los cultivares *Formoso* (C6) y *Avenger* (C5), las cuales obtuvieron 9,7 % y 8,7 % respectivamente. Los cultivares que obtuvieron los menores porcentajes fueron *Confidant* (C2), *Paraíso* (C1) e *Imperial* (C4) con 8,1 %, 7,8 % y 7,8 % respectivamente. Tesén Gallardo (2021) obtuvo en su investigación con los cultivares *Imperial* y *Formoso* un porcentaje de materia seca de inflorescencia de 9,06 % y 7,95 % respectivamente, las cuales ambos fueron distintos al presente ensayo (Andrade Alvarado, 2017). Por su parte, Soncco Bravo (2019) obtuvo en su investigación con los cultivares *Avenger* (C5), *Paraíso* (C1) y *Confidant* (C2) los porcentajes de 10,35 %, 11,04 % y 11,70 %, lo cual también fueron distintos al presente ensayo.



**Figura 10: Porcentaje de materia seca de cultivares de brócoli (*B. oleracea* var. *itálica*)**

## V. CONCLUSIONES

- El cultivar que reúne la mayor cantidad de características positivas para maximizar el potencial productivo bajo condiciones de La Molina fue Confidant (C2) gracias a que estuvo dentro del grupo de los cultivares con mayores rendimientos (16,25 t/ha), peso de inflorescencia (650 g), peso seco de inflorescencia (52,7 g) índices de cosecha (28,6%), diámetro de inflorescencia (14,7 cm), diámetro de pedúnculo (4,9 cm); y estuvo dentro del grupo con menores peso de materia seca total (183,6 g).
- Los cultivares más precoces en esta investigación fueron Formoso (C6) y Confidant (C2) con 70 y 68 días; y el más tardío Paraíso (C1) con 97 días.
- Los cultivares con mayor rendimiento fueron Avenger (C5) y Confidant (C2) con 17,29 y 16,25 t/ha, respectivamente; y el cultivar con menor rendimiento fue AF2203 (C3) con 12,63 t/ha.
- Los cultivares con mayor peso de inflorescencia fueron Avenger (C5) y Confidant (C2) con 691,5 y 650,0 g, respectivamente; y el cultivar con menor peso fue AF2203 (C3) con 505,1 g.
- Los cultivares con mayor diámetro de inflorescencia fueron Imperial (C4), Paraíso (C1), Avenger (C5) y Confidant (C2) con 15,8, 15,2, 15,1, y 14,7cm respectivamente; y los cultivares con menor diámetro fueron Formoso (C6) y AF2203 (C3) con 13,8 y 13,5 cm respectivamente.
- Los cultivares con mayores diámetros de pedúnculo de inflorescencia fueron AF2203 (C3), Confidant (C2), Formoso (C6) y Avenger (C5) con 5,0, 4,9, 4,9 y 4,8 cm, respectivamente; y el cultivar con menor diámetro fue Imperial (C4) con 4,5 cm.
- Los cultivares con mayor porcentaje de materia seca de inflorescencia fueron AF2203 (C3), Formoso (C6) y Avenger (C5) con 10,5%, 9,7% y 8,7%, respectivamente; y los cultivares con menores porcentajes fueron Paraíso (C1) e Imperial (C4), ambos con 7,8%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- A primera instancia, por el buen desempeño agronómico se recomienda sembrar los cultivares Confidant (C2) y Avenger (C5) en las condiciones agrometeorológicas de La Molina.
- Investigar el potencial de rendimiento ensayando distintas densidades mayores de 25 000 plantas con el cultivar Confidant (C2), debido a que ha demostrado tener excelente índice de cosecha, rendimiento y calidad de brócoli.
- Seguir realizando estudios de caracterización agronómica de los cultivares de brócolis del presente ensayo u otros promisorios como Confidant (C2) en distintas partes del Perú, con nuevos factores como: época de siembra, niveles de fertilización, láminas de riego, densidades de siembra, respuesta de bioestimulantes o reguladores de crecimiento.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Motos, J.R., Martínez Pujalte, B.C., Cerdá Cerdá, A., Ferrández Gómez, B. y Núñez Delicado, E. (2018). *Alimentos de la Región de Murcia: Brócoli*. Cátedra UCAM - Santander. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/329758586\\_ALIMENTOS\\_DE\\_LA\\_REGION\\_DE\\_MURCIA\\_BROCOLI](https://www.researchgate.net/publication/329758586_ALIMENTOS_DE_LA_REGION_DE_MURCIA_BROCOLI)
- American Takii. (2015). *Hybrid Broccoli Paraiso (TBE-449)*. Recuperado de <https://takii.com/wp-content/uploads/2015/09/Broccoli-Paraiso-Rev-C.pdf>
- Andrade Alvarado, C.K. (2017). Análisis sustentable de las fincas de brócoli (*Brassica oleracea L. var. itálica*) en Santa Rosa de Quives, Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 16(2). <https://doi.org/10.21704/rea.v16i2.1017>
- Área de Comercio Exterior (AREX). (2011). *Perfil comercial brócoli*. Recuperado de [https://issuu.com/aldairdavidlacueva/docs/perfil\\_comercial\\_brocoli/21](https://issuu.com/aldairdavidlacueva/docs/perfil_comercial_brocoli/21)
- Carrillo Riofrío, F.M. (2018). *Mezclas de fertilizantes sintéticos en rendimiento de brócoli usando la metodología participativa en la comunidad Pungal San Miguel, Guano, Ecuador* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3841>
- Collantes Gentges, C.A. (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 de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2006). *El cultivo de las crucíferas: brócoli, coliflor, repollo, col china*. (J. Jaramillo, & C. Díaz, Edits.). Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13457>
- Gargurevich Pazos, G. (2018). *El alimento de millones de familias peruanas*. Recuperado de <https://redagricola.com/el-alimento-de-millones-de-familias-peruanas/>

- Gaspar Ríos, A.H. (2021). *Rendimiento y calidad de Brócoli (Brassica oleracea var. itálica) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra en el Valle Chillón* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4993>
- González Zapata, R.P. (1995). *Comparativo de 10 cultivares de brócoli (Brassica oleracea var. itálica Plenck) en tres diferentes fechas de siembra, bajo condiciones de costa central [del Perú]* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina.
- HM Clause. (2017). Ficha Técnica Brócoli Formoso.
- Infante Fuentes, O.J. (2018). *Rendimiento y calidad de brócoli (Brassica oleracea var. Itálica) cv. Imperial empleando cuatro densidades de siembra* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3717>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2021). *Anuario Estadístico de Producción Agrícola - 2020*. Recuperado de <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- Morant, A., Merchán, H. & Lutz, E. (2010). Double purpose wheat: correlation analysis of forage yield components. *Ciencia e investigación agraria*, 37(1). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202010000100005>
- Noé Soria, M.J. (2020). *Fertilización foliar con extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de brócoli (Brassica oleracea l. var. itálica cv. 'Paraíso')* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4340>
- Olivares, N., Guzmán, A. y Morán, A. (2016). *Reconocimiento de la polilla de la col. Ficha Técnica INIA(27)*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67095>
- Ortiz Huamani, H. (2019). *Abonamiento orgánico y químico en el cultivo de brócoli (Brassica oleracea L.) en la comunidad campesina de Los Ángeles, Huancarama-Andahuaylas-Apurímac* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco, Cusco, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. [http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4186/253T20190308\\_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4186/253T20190308_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Renaud, E., Lammerts Van Bueren, E., Joao Paulo, M., Van Eeuwjik, F., Juvik, J., Hutton, M. & Myers, J. (2014). Broccoli Cultivar Performance under Organic and Conventional Management Systems and Implications for Crop Improvement. *Crop Science*, 54(4), 1539-1554. <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.09.0596>
- Sakata. (s.f.). *Brócoli Avenger*. Recovered from <https://www.sakata.com.mx/wp-content/uploads/2023/02/brocoli-avenger.pdf>
- Sakata. (s.f.). *Brócoli Imperial*. Recovered from <https://www.sakata.com.mx/wp-content/uploads/2023/02/brocoli-imperial.pdf>
- Soncco Bravo, R. (2019). *Rendimiento de cuatro híbridos de brócoli (brassica oleracea L. var. itálica plenck)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. Repositorio institucional de Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10734>
- Takii Seed. (s.f.). *Brócoli Confidant*. Recovered from <https://www.takiiseed.com/catalog/>
- Tesén Gallardo, V.H. (2021). *Rendimiento y calidad de dos cultivares de Brócoli (Brassica oleracea var. itálica Plenck.) bajo tres densidades de siembra* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5134>
- Toledo, J. (2003). *Cultivo del brócoli*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Ministerio de Agricultura. Recuperado de <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/895>
- Ugás, R., Siura, S., Delgado de la Flor, F., Casas, A. y Toledo, J. (2000). *Hortalizas: Datos básicos*. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20básicos/1-Tabla%20de%20contenido.pdf>
- Valadez Lopez, A. (1994). *Producción de Hortalizas*. México D.F., México: LIMUSA.
- Vega, D. (2010). Evaluaciones agroecológicas de dos híbridos de brócoli (*Brassica oleracea*) en el municipio de Sibaté, Cundinamarca. *Inventum*, 5(8), 32–37. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.5.8.2010.32-37>
- Velis Figueroa, G.M. (2017). *Engorde de cuyes con dos dietas diferentes utilizando maíz chala y brocoli* (Trabajo monográfico de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Repositorio Institucional de Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/3418>
- Wiverg Williams, D.M. (2015). *Introducción y adaptación de híbridos de brócoli (Brassica oleracea L. var. itálica) en la Estación Experimental Agraria Santa Ana - Hualahoyo*

*Huancayo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Centro del Perú. Repositorio institucional de Universidad Nacional de Centro del Perú.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/4711>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Cronograma de Actividades

Días después del trasplante	Labores
Día 1	Riego
Día 6	Marcación con carteles de cada UE
Día 12	Riego
Día 14	Desmalezado y control de plagas
Día 18	Aplicación de tracer
Día 19	Riego
Día 20	Aplicación de movento
Día 25	Riego
Día 27	Desmalezado y control de plagas
Día 30	Desmalezado
Día 31	Riego
Día 33	Control de plagas
Día 37	Desmalezado
Día 39	Riego
Día 44	Desmalezado
Día 45	Aporque de plantas
Día 46	Riego
Día 51	Desmalezado
Día 52	Control de plagas
Día 53	Riego
Día 56	Desmalezado
Día 58	Control de plagas
Día 59	Desmalezado
Día 59	Riego
Día 63	Desmalezado
Día 65	Control de plagas
Día 68	Riego
Día 72	Primera cosecha
Día 77	Segunda cosecha

### Anexo 2: ANOVA de Precocidad

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	2133,3	426,67	197,94	0,000	**
Bloque	3	43,7	14,56	6,75	0,004	ns
Error	15	32,3	2,16			
Total	23	2209,3				
C.V.	1,90%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	77,33		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 3: ANOVA de Rendimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	51 560 326	10312065	27,17	0,000	**
Bloque	3	2 363 257	787752	2,08	0,147	ns
Error	15	5 6934 48	379563			
Total	23	59 6170 31				
C.V.	4,08%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	15 101,80		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 4: ANOVA de Inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	82 497,0	16 499,0	27,17	0,000	**
Bloque	3	3 781,0	1 260,0	2,08	0,147	ns
Error	15	9 110,0	607,0			
Total	23	95 387,0				
C.V.	4,08%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	604,10		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 5: ANOVA de Diametro de inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	15,67	3,134	10,33	0,000	*
Bloque	3	1,01	0,335	1,11	0,378	ns
Error	15	4,55	0,303			
Total	23	21,22				
C.V.	2,72%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	1,65		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 6: ANOVA de Altura de inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	31,92	6,38	19,97	0,000	**
Bloque	3	3,67	1,22	3,82	0,032	*
Error	15	4,80	0,32			
Total	23	40,38				
C.V.	3,52%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	16,10		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 7: ANOVA de Diametro de pedúnculo de inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	0,7013	0,1403	6,24	0,003	**
Bloque	3	0,0557	0,0186	0,83	0,500	ns
Error	15	0,3371	0,0225			
Total	23	1,0940				
C.V.	3,12%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	4,80		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 8: ANOVA de Índice de Cosecha

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	367,47	73,49	12,36	0,000	**
Bloque	3	40,81	13,6	2,29	0,120	ns
Error	15	89,18	5,95			
Total	23	497,45				
C.V.	9,94%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	24,53		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 9: ANOVA de Materia Seca Total

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	33 065,24	6613,05	41,88	0,000	**
Bloque	3	903,3	301,1	1,91	0,172	ns
Error	15	2368,49	157,9			
Total	23	36 337,03				
C.V.	5,83%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	215,60		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 10: ANOVA de Materia Seca de Inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	71,9	14,4	16,09	0,000	**
Bloque	3	2,7	0,9	1,02	0,413	ns
Error	15	13,4	0,9			
Total	23	88,0				
C.V.	1,83%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	51,60		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 11: ANOVA de Materia Seca de Tallos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	29178	5835,6	42,57	0,000	**
Bloque	3	1405,4	468,5	3,42	0,045	*
Error	15	2056,2	137,1			
Total	23	32 639,6				
C.V.	5,74%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	16,5		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 12: ANOVA de Materia Seca de Hojas

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	82 497,0	16 499,0	27,17	0,000	**
Bloque	3	3781,0	1 260,0	2,08	0,147	ns
Error	15	9110,0	607,0			
Total	23	95 387,0				
C.V.	8,02%		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	146,00		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 13: ANOVA de Regresión Lineal Simple

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Modelo	1	6 307 104	6 307 104	3,83	0,122	ns
Materia Seca	1	6 307 104	6 307 104	3,83	0,122	ns
Total	4	6 583 216	1 645 804			
Error	5	12 890 319				
Total	5					
R <sup>2</sup>	0,49		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	215,60		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

### Anexo 14: ANOVA de Porcentaje de Materia Seca de Inflorescencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F cal	Pr > F	Significancia
Cultivar	5	24,36	4,87	12,44	0,000	**
Bloque	3	0,91	0,3	0,78	0,526	ns
Error	15	5,88	0,39			
Total	23	31,15				
C.V.	7,14 %		<i>ns = no significativo</i>			
Promedio	8,7		<i>* = significativo al 0,05 de probabilidad</i>			
			<i>** = altamente significativo al 0,01 de probabilidad</i>			

## Anexo 15: Panel fotográfico

