

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*  
var. Itálica) cv. Imperial EMPLEANDO CUATRO  
DENSIDADES DE SIEMBRA”**

**Presentada por:**

**OSCAR JULIÁN INFANTE FUENTES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Lima – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“RENDIMIENTO Y CALIDAD DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*  
var. Itálica) cv. Imperial EMPLEANDO CUATRO  
DENSIDADES DE SIEMBRA”**

**Presentada por:**

**OSCAR JULIÁN INFANTE FUENTES**

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

**Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:**

-----  
**Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto**  
**PRESIDENTE**

-----  
**Ing. M. S. Andrés Casas Díaz**  
**ASESOR**

-----  
**Ing. Saray Siura Céspedes**  
**MIEMBRO**

-----  
**Ing. Mg. Sc. Juan Carlos M. Jaulis Cancho**  
**MIEMBRO**

Lima-Perú

2018

DEDICATORIA: A mis padres,  
Rosario y Glicerio, por el gran  
esfuerzo y apoyo incondicional que  
siempre me brindan.

A mi hermano Omar, por todos sus  
buenos consejos

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y mi hermano, por ser mi motor y motivo para seguir creciendo profesionalmente y como persona.

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

A los miembros del jurado, por sus valiosas recomendaciones.

Al Ing. Jorge Tobaru, por su apoyo desinteresado en el desarrollo de este trabajo.

A todos mis amigos que me ayudaron de alguna manera con la ejecución de esta tesis.

## ÍNDICE

	<b>PÁGINA</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	2
2.1 CULTIVO DE BRÓCOLI	2
2.1.1 Centro de Origen	2
2.1.2 Taxonomía	2
2.1.3 Morfología	3
a. Raíz	3
b. Hojas	3
c. Tallo	3
d. Flores	4
e. Fruto	4
f. Semilla	5
2.1.4 Cultivares	5
2.1.5 Requerimientos de clima y suelo	5
a. Clima	5
b. Suelo	6
2.2 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO	7
2.2.1 Almacigo	7
2.2.2 Campo definitivo	7
2.2.3 Manejo postcosecha	9
2.3 EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA	10
2.4 IMPORTANCIA DEL CULTIVO	11
2.4.1 Producción nacional	11

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	12
3.1 MATERIALES	12
3.1.1 Ubicación del campo agrícola experimental	12
3.1.2 Características climáticas	12
3.1.3 Características del suelo	13
3.1.4 Material vegetal	15
3.1.5 Materiales de campo	15
3.2 METODOLOGÍA	16
3.2.1 Cronología del ensayo	16
a. Trasplante	16
b. Fertilización	16
c. Riego	16
d. Control de plagas y enfermedades	16
e. Labores culturales	17
f. Cosecha	17
3.2.2 Tratamientos	18
3.2.3 Diseño experimental	18
3.2.4 Evaluaciones	20
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	22
<b>V. CONCLUSIONES</b>	28
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	29
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	30
<b>VIII. ANEXOS</b>	33

## ÍNDICE DE TABLAS

N°	PÁGINA
1. Producción nacional de brócoli. 2014	11
2. Datos meteorológicos de La Molina (octubre del 2016 a enero del 2017).	13
3. Análisis físico-químico del suelo.	14
4. Densidades evaluadas.	18
5. Características del Área Experimental	19
6. Rendimiento total (tn/ha) de brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. itálica) cv. Imperial bajo 4 densidades de siembra.	22
7. Variables de calidad de brócoli ( <i>Brassica oleracea</i> var. itálica) cv. Imperial bajo 4 densidades de siembra.	25

## ÍNDICE DE FIGURAS

N°	PÁGINA
1. Croquis experimental del campo.	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

N°	PÁGINA
1. Análisis económico del cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra.	34
2. Plagas y enfermedades del cultivo de brócoli.	35
3. Cronograma de actividades en cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra.	36
4. Cronograma de riegos en el cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra.	37
5. Cronograma de aplicaciones sanitarias en cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra	38
6. Anova Rendimiento total (t/ha).	39
7. Anova Peso fresco inflorescencia (g).	40
8. Anova Altura de inflorescencia principal (cm).	41
9. Anova Diámetro de inflorescencia principal (cm).	42
10. Anova Altura del pedúnculo de inflorescencia (cm).	43
11. Fotos.	44

## RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar el efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento y calidad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) cv. Imperial, en la localidad de La Molina (12°05'06" Lat. Sur; 76° 57',00" Long. Oeste; 243.7 m.s.n.m.), entre los meses de octubre del 2016 y enero del 2017. Las densidades evaluadas fueron: 40 000, 30 000, 25 000 y 20 000 pl/ha. Se empleó un Diseño en Bloques Completos al Azar. Se presentaron diferencias significativas en el rendimiento total, entre el tratamiento de 40 000 pl/ha (19.59 t/ha) y el de 20 000 pl/ha (11.32 t/ha). También se presentaron diferencias significativas en el diámetro de la inflorescencia, entre el tratamiento de 20 000 pl/ha (14.38 cm) y el de 40 000 pl/ha (11.78 cm). A su vez, se presentaron diferencias significativas para la altura de inflorescencia, entre el tratamiento de 20 000 pl/ha (12.70 cm) y los tratamientos de 25 000 pl/ha (10.79 cm), 30 000 pl/ha (10.02 cm) y 40 000 pl/ha (9.24 cm). El mayor valor alcanzado por el peso fresco y altura del pedúnculo de inflorescencia, fue con 20 000 pl/ha (593.86 g y 4.90 cm, respectivamente). En la altura del pedúnculo de inflorescencia, el mayor valor se presentó con 40 000 pl/ha (4.49 cm). Sin embargo, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para estas últimas tres variables mencionadas.

**Palabras clave:** Brócoli, densidades de siembra, rendimiento, calidad.

## ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the effect of four planting densities on the yield and quality of broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) cv. Imperial, at La Molina (12 ° 05'06 " South Lat., 76 ° 57 ', 00 " Long. West, 243.7 mosl), between the months of October 2016 and January 2017. The densities evaluated were: 40,000, 30,000, 25,000 and 20,000 pl / ha. A Completely Randomized Block design was used. There were significant differences in the total yield, between the treatment of 40,000 pl / ha (19.59 tn / ha) and that of 20,000 pl / ha (11.32 tn / ha). There were also significant differences in the diameter of the inflorescence, between the treatment of 20,000 pl / ha (14.38 cm) and that of 40 000 pl / ha (11.78 cm). Also, there were significant differences for the inflorescence height, between the treatment of 20,000 pl / ha (12.70 cm) and the treatments of 25,000 pl / ha (10.79 cm), 30,000 pl / ha (10.02 cm) and 40,000 pl / ha (9.24 cm). The highest value for inflorescence fresh weight and stem height was obtained with 20 000 pl / ha (593.86 g and 4.90 cm, respectively). There were no statistically significant differences between the treatments for these last three variables mentioned.

**Key words:** Broccoli, planting densities, yield, quality.

## I. INTRODUCCIÓN

Krarup, citado por Grandez (1998) indica que el cultivo de *Brassica oleracea* L. var itálica Plenck “brócoli”, a pesar de ser una especie hortícola ya conocida y consumida desde la época de los romanos, recién se ha generalizado su cultivo en diversas áreas del mundo, existiendo numerosos países que han incrementado notablemente su producción en los últimos años. Esta popularidad reciente del cultivo parece fundamentarse, aparte de su calidad, en la tendencia general observada en los consumidores exigentes hacia alimentos específicamente nutritivos y sanos.

La introducción de cultivares híbridos nuevos, con requerimientos y potenciales específicos, ha abierto un campo de investigación en la búsqueda de maximizar los beneficios. La producción del cultivo de brócoli en nuestro país se concentra principalmente en la costa central, debido a que es una región que presenta las condiciones óptimas de temperatura y humedad. Por otra parte, es un cultivo cuyo consumo puede ser en fresco o envasado. Tales ventajas han significado un incremento en las ventas de brócoli para nuestro país en los últimos años.

La densidad de siembra es un factor que incide directamente en el rendimiento y calidad del brócoli. Existe una clara interacción entre la densidad de siembra y ciclo del cultivo, afectando a distintos parámetros productivos de este cultivo. De forma general podemos decir que, para un mismo cultivo y ciclo de éste, se obtendrán cosechas con mayor peso cuanto más amplia es la densidad (Maroto, 1983).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CULTIVO DE BRÓCOLI

#### 2.1.1 Centro de Origen

El brócoli es una dicotiledónea anual perteneciente a la familia *Brassicaceae*, identificándose con el nombre de *Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck (Toledo, 1995). El origen de esta hortaliza parece estar en la región mediterránea oriental: Asia menor, Líbano, Siria entre otros (Maroto, 2002).

#### 2.1.2 Taxonomía

Krarup y Toledo, citados por Grandez (1998) indicaron como clasificación taxonómica del brócoli, la siguiente:

Reino:	Vegetal
División:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledonea
Orden:	Rhoedales
Familia:	Cruciferae
Género:	Brassica
Especie:	<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>itálica</i> Plenck

Nombre común: Brócoli

Dentro del género *Brassica*, incluyen 37 especies consideradas todas formas cultivadas. Una de ellas, la más importante económicamente, es *Brassica oleracea* L. que se caracteriza por tener un elevado número de subespecies, ahora llamadas grupos taxonómicos (Tsunoda, citado por

Collantes, 1994). El número de cromosomas del género es  $n=9$  (Nieuwhof, citado por Collantes, 1994).

### **2.1.3 Morfología**

#### **a. Raíz**

El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso, la raíz primaria puede profundizar hasta 0.80 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de trasplante del almácigo al campo definitivo donde desarrolla raíces adventicias secundarias, terciarias y raicillas, las que se concentran en su mayor parte entre 0.40 – 0.60 m de profundidad (Toledo, citado por Mercedes, 2003).

#### **b. Hojas**

Las hojas son de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, y varían en número, de 15 a 30, según el cultivar. Las hojas son láminas alargadas, de borde fuertemente ondulado y con venas bastante prominentes, el color es una característica varietal y puede variar de verde claro a verde oscuro, poseen peciolo cortos y están cubiertas por una sustancia cerosa, la que le brinda una coloración plomiza al follaje (Drager, citado por Mercedes, 2003).

#### **c. Tallo**

El tallo alcanza 0.6 a 0.75 m de altura, es más alto que el de otras crucíferas (Nieuwhof, citado por Collantes, 1994), y termina en una masa globulosa de yemas hipertrofiadas llamada cabeza principal; además presenta lateralmente y en las axilas de las hojas brotes hipertrofiados de yemas florales, de menor tamaño que la cabeza principal y que aparecen en forma paulatina y escalonada tras el corte del cogollo principal (Maroto, citado por Collantes, 1994).

#### **d. Flores**

Las flores son protoginias, de color amarillo, de polinización abierta, mayormente entomófila y se desarrollan sobre las inflorescencias racimosas (Maroto, citado por Guerra, 1997). Cada flor cuenta con 4 sépalos y 4 pétalos. El androceo es tetradínamo, tiene 2 estambres cortos y 4 largos. El ovario súpero es bicarpelar (Guerra, 1997).

El órgano de consumo del brócoli corresponde a la inflorescencia tipo corimbo compuesto, desarrollada a partir de la yema apical del tallo principal. Se denomina florete al conjunto de flores individuales que se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la inflorescencia, al conjunto de floretes se le denomina corimbo (Huachos, 2009).

La inflorescencia se presenta como una masa compacta de yemas hipertrofiadas que es la cabeza principal y puede ser de color verdoso, grisáceo o morado (Maroto, citado por Rodríguez, 1995).

La inflorescencia puede alcanzar un diámetro de hasta 35 cm. Sin embargo, pueden desarrollarse rebrotes que salen de las axilas foliares una vez que la cabeza principal ha sido removida y alcanza hasta 10 cm, la intensidad de rebrotes es muy variable según la variedad que se trate (Valdez, citado por Rodríguez, 1995)

#### **e. Fruto**

El fruto es una silicua dehiscente de 4 o 5 mm de ancho y 6 cm de largo que puede contener de 10 a 30 semillas que están dispuestas en 2 hileras dentro del fruto, son de forma redondeada y de tamaño pequeño, midiendo entre 2 a 3 mm de diámetro (Nieuwhof, citado por Mercedes, 2003).

#### **f. Semilla**

Las semillas primero son de color beige, cambiando a negro grisáceo y, por último, maduras, son de color marrón rojizo (Nieuwhof, citado por Mercedes, 2003). Un gramo contiene 320 semillas en promedio (Maroto, citado por Collantes, 1994).

#### **2.1.4 Cultivares**

Ugás et al. (2000) 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.

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; citado por Collantes, 1994).

#### **2.1.5 Requerimientos de Clima y Suelo**

##### **a. Clima**

En lo que concierne a las condiciones climáticas, está bien establecido que el brócoli posee condición mesofítica, es decir, requiere disponer permanentemente de agua durante toda la campaña. A su vez, esta hortaliza progresa mejor en ambientes con altos niveles de humedad relativa y con una temperatura en un rango óptimo de 15 – 18 °C; sin embargo, algunos cultivares pueden prosperar bajo condiciones de temperaturas moderadas entre 20 – 25 °C (Maroto, 1983; Toledo, 1995; Ugás et al., 2000). Ensayos de adaptabilidad de

cultivares de brócoli realizados en la UNALM reportan que las altas temperaturas en ciertos cultivares reducen el tamaño de sus inflorescencias, desarrollan hojas o brácteas en la cabeza y otras fisiopatías (Samengo, 1990).

Las temperaturas altas en los primeros estadíos vegetativos no son perjudiciales para el cultivo, pero, en cambio, las temperaturas inferiores a los 10 °C con días cortos provocarán un crecimiento lento y una inflorescencia pequeña y de bajo peso (Huachos, 2009).

Si la temperatura sube a 23 °C durante el último periodo de crecimiento, la cabeza se vuelve fibrosa, ocurre un desarrollo desuniforme en los brotes, pasando el periodo de recolección mucho más rápido, sobre todo en cultivares susceptibles al calor (Mendoza, 2004).

#### **b. Suelos**

En lo referente a los suelos, son recomendables los suelos fértiles y ricos en materia orgánica, con buen drenaje y un pH de 6.8 a 7 (Montes, citado por Mendoza, 2004). Frente a la acidez, es ligeramente tolerante a ésta (Bravo, citado por Mendoza, 2004), estando el rango de tolerancia a pH de 5.5 a 6.5 (Castaños, citado por Mendoza, 2004).

El brócoli es medianamente resistente a la salinidad, pudiendo incluirse en el mismo grupo que el tomate, la lechuga y el melón, ubicándolo en un rango de 4 – 8 dS/m (Becerra, citado por Rodríguez, 1995).

## **2.2 MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO**

### **2.2.1 Almacigo**

El sistema de siembra es indirecto, se deben almacenar las semillas por un mes hasta que cumplan la fase juvenil. Se necesitan almacenar 100 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, 1994).

La siembra se realiza en almacigos, 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. El periodo de crecimiento en almacigo es de 35 – 49 días (Castaños, citado por Mendoza, 2004) pudiendo acortarse hasta 25 a 30 días de edad para nuestro medio.

### **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).

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 (Bravo, citado por Collantes, 1994) al fondo del surco y mediante un cambio de surco.

Casas (1992) indica que el brócoli, por ser una oleriza relativamente precoz, requiere de ser fertilizada lo antes posible, recomendando aplicar una dosis de 100-80-80 de NPK con la mitad del nitrógeno al trasplante y la otra 25 a 35

días después. Indica además que no es recomendable aplicar más allá de esta edad ya que se corre el riesgo de que la planta no aproveche los nutrientes o por el contrario retrasa la formación de la inflorescencia terminal.

Se recomiendan riegos semanales y temperaturas no mayores a 20 °C, especialmente durante la tercera semana antes de la cosecha que es el momento en el que los floretes inmaduros están más sensibles al estrés por calor (Heather et al., citado por Collantes, 1994).

Zumarraga (2008), determina que el cultivo de brócoli requiere un riego inmediatamente luego del trasplante, de forma básica. Posteriormente, el suelo debe mantenerse en capacidad de campo hasta que empieza la madurez. Unos 20 días antes de la cosecha es cuando se debe suspender los riegos. El exceso de riego resulta en una reducción de la producción. Los requerimientos hídricos del brócoli son de 650-700 mm de agua por cosecha.

Las principales plagas que atacan el brócoli en la costa central peruana son el barrenador de brotes *Hellula phidilealis*, el pulgón *Brevicorine brassicae*, *Leptophobia aripa-deserta*. Últimamente también conocida es la presencia de *Prodiplosis longifila*, siendo su ataque en la etapa más crítica del cultivo, que es la formación de la cabeza (Toledo, 1995).

La enfermedad más común es el “Mildiu” (*Peronospora parasitica*) (Delgado de la Flor et al., citado por Guerra, 1997) 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, citado por Mendoza, 2004).

Infoagro, citado por Andrade (2016) señala que 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, las cabezas laterales de brócoli crecen después que se corta la cabeza central, dos cosechas por año (primavera y otoño), la parte comestible del brócoli son los racimos compactos de brotes que no han florecido y la porción unida al vástago, los brotes verdes desarrollan primero una cabeza central grande y más tarde crecen varios brotes laterales pequeños.

### **2.2.3 Manejo post-cosecha**

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 (Forney et al., citado por Collantes, 1994). 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 bacteriales y pudrición bacterial blanda (Agroeconómico, 1991).

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) y así se venden.

### **2.3 EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA EN EL BRÓCOLI**

El manipuleo de la densidad de población es quizás el método más efectivo de controlar tanto los rendimientos como la calidad del brócoli (Westcott y Callan, citados por Collantes, 1994). La densidad de plantación en brócoli, depende, como en la mayoría de los cultivos hortícolas, de factores propios al cultivar y de factores de manejo (Maroto, Cutcliffe, citados por Collantes, 1994).

En términos generales, se utilizan entre 12 000 y 30 000 pl/ha, aunque en determinadas épocas de siembra y cultivares, las poblaciones pueden aumentar (Maroto, citado por Collantes, 1994). Es posible elevar los rendimientos totales con una mayor población de plantas, pero el tamaño individual de cada cabeza se verá reducido (Cutcliffe, citado por Collantes, 1994). Para moderar este efecto, se recomienda elevar la fertilización en nitrógeno. Sin embargo, esta práctica puede aumentar la probabilidad de aparición del tallo hueco, debido a un crecimiento rápido, altas temperaturas y niveles altos de nitrógeno (Molestina, citado por Guerra, 1997).

Besson, citado por Maroto (1983) señala que la densidad de plantación modifica la forma de la cabeza, siendo estas más plana en los contornos y más achatada conforme la densidad aumenta. La cabeza ideal tiene forma de un domo perfecto.

Palevitch, citado por Collantes (1994) concluyó que no solamente es importante la población de plantas por hectárea, sino además el arreglo espacial equidistante de estas en el campo. Propuso como óptimo un

distanciamiento de 0.40 m x 0.40 m, en un sistema al tresbolillo, con una densidad de plantación de más/menos 62 500 pl/ha.

La densidad de plantación está en función a la cosecha de los brotes laterales. Si estos no son cosechados, se puede trabajar con densidades más altas y se aumentan los rendimientos (Maroto, citado por Collantes, 1994). Los distanciamientos recomendados para el cultivo en la costa central son 0.70 m x 0.50 m (28 500 pl/ha) (Delgado de la Flor et al., citado por Collantes, 1994).

## 2.4 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

### 2.4.1 Producción Nacional

La Dirección Regional de Agricultura Lima (2014) reportó que la superficie cosechada de brócoli a nivel nacional fue de 2493 hectáreas. Con una producción total de 30 915 toneladas. Las regiones con mayores superficies fueron Lima (2270 ha) y La Libertad (161 ha). Con un rendimiento promedio nacional de 12.2 t/ha; las regiones con más altos rendimientos (kg/ha) fueron La Libertad (22 383) y Junín (20 761). El precio promedio en chacra fue de S/. 1.02 por kg; las regiones con los precios promedio en chacra más altos fueron Arequipa (1.41) y Junín (1.03) soles por kg.

**Tabla N°1: Producción nacional de brócoli. 2014**

<b>Departamento</b>	<b>Tn/año</b>	<b>Ha</b>	<b>Kg/ha</b>	<b>S./ por kg</b>
<b>Arequipa</b>	579	39	14 834	1.41
<b>Junín</b>	478	23	20 761	1.03
<b>La Libertad</b>	3593	161	22 383	0.91
<b>Lima</b>	26 265	2270	11 571	0.72

**Fuente: DRAL (2014)**

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Ubicación del Campo Experimental**

El experimento se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el campo denominado Libres II del Campo Agrícola Experimental y tiene la siguiente ubicación geográfica:

Latitud Sur : 12°05'06''  
Longitud Oeste : 76° 57',00''  
Altitud : 243.7 m.s.n.m

##### **3.1.2 Características Climáticas**

En la tabla N°2 se muestran los datos de las temperaturas correspondientes a los meses en los que se llevó a cabo el experimento. Se presentó una temperatura mínima de 15.1 °C correspondiente al mes de noviembre del 2016 y una temperatura máxima de 28.2 °C correspondiente a enero del 2017. Se observa que la temperatura promedio varió entre 17.4 y 24.3 °C.

**Tabla N°2. Datos Meteorológicos de La Molina (octubre 2016-enero 2017)**

AÑO	MES	TEMPERATURA °C		
		MAX	MIN	MEDIA
2016	OCTUBRE	21.0	15.4	17.4
	NOVIEMBRE	21.3	15.1	17.7
	DICIEMBRE	25.1	18.1	20.8
2017	ENERO	28.2	21.6	24.3
PROMEDIO		23.9	17.55	20.05

**Fuente: Estación Meteorológica - Clínica de Diagnóstico de Fitopatología. UNALM**

Se recomiendan temperaturas no mayores a 20 °C, especialmente durante la tercera semana antes de la cosecha (Heather et al., citado por Collantes, 1994). En nuestro caso, tuvimos una temperatura promedio de 20.05 °C para toda la campaña, estando muy cerca a lo recomendado por este autor.

### **3.1.3 Características del Suelo**

En la tabla N°3 se muestra el análisis del suelo donde se llevó a cabo el presente experimento.

**Tabla N°3: Análisis físico-químico del suelo**

<b>Análisis Físico</b>	
Arena (%)	61
Limo (%)	20
Arcilla (%)	19
Clase textural	Franco arenoso
<b>Análisis Químico</b>	
C.E (1:1)	0.7
pH (1:1)	7.65
M.O (%)	1.46
CaCO <sub>3</sub> (%)	3.1
P (ppm)	17.1
K (ppm)	213
CIC cMol (+). Kg-1	12.8
<b>Cationes Cambiables</b>	
Ca cMol (+). Kg -1	10.2
Mg cMol (+). Kg-1	1.8
K cMol (+). Kg-1	0.57
Na cMol (+). Kg-1	0.23

**Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas del Departamento de Suelos. UNALM**

De acuerdo al análisis de suelo mostrado, indica que este presenta una textura franco arenoso, que se caracteriza por tener una capacidad de retención de humedad moderada y buena aireación.

Es un suelo no salino con una baja CE de 0.7 dS/m, un pH ligeramente alcalino (7.65) y un contenido de M.O bajo (1.46 %). El contenido de P disponible fue alto, el de K fue medio y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) baja (12.8 cMol (+) / kg).

Estos resultados indican que las condiciones fueron buenas para el desarrollo del cultivo de brócoli, desde el punto de vista edafológico.

### **3.1.4 Material Vegetal**

El material vegetal utilizado fue semillas de Brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) cv. Imperial, obtenido de la empresa SAKATA.

Sakata (2010) señala que el cultivar Imperial es un híbrido de madurez intermedia. Presenta una cabeza de forma domo alto de un color atractivo verde-azulado. El grano de la pella es pequeño y uniforme. Ideal para temporada de transición en la primavera como en el otoño. Este brócoli desarrolla muy pocos hijuelos en la base de la planta. La maduración es uniforme, lo que facilita la cosecha.

### **3.1.5 Materiales de Campo**

#### **Materiales:**

- Semillas de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) cv. Imperial.
- Bandejas de siembra.
- Cuaderno de apuntes.
- Cuchilla de cosecha.
- Cámara fotográfica.
- Insecticidas.
- Fertilizantes.

#### **Equipos:**

- Balanza analítica.
- Vernier.
- Mochilas de aplicación.

## 3.2 METODOLOGÍA

### 3.2.1 Cronología del ensayo

#### a. Trasplante

El trasplante se realizó el 20 de octubre del 2016. Se emplearon plántulas provenientes de la empresa S.F Almácigos. Los surcos tenían una distancia de 0.8 m. 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 era de acuerdo al tratamiento.

#### b. Fertilización

Se aplicó la fórmula de fertilización de 120 N-100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -100 K<sub>2</sub>O kg/ha. La primera fertilización fue después del rayado del campo. Se procedió con la aplicación de todo el fósforo y potasio al fondo de surco. El nitrógeno fue aplicado de forma fraccionada en dos oportunidades. La primera mitad, se aplicó 15 ddt en forma manual y entre plantas, mientras que la segunda mitad fue aplicada a los 30 ddt, al fondo de surco y mediante el cambio de surco.

#### c. Riego

El sistema de riego empleado fue por gravedad. Se hizo un primer riego del campo dos días antes del trasplante, luego se realizaron riegos con una frecuencia de 2 veces por semana para mantener la humedad en el campo.

#### d. Control de Plagas y Enfermedades

Como principales plagas se presentaron gusanos de tierra y la polilla de la col, *Plutella xylostella*.

En el caso de los gusanos de tierra, el problema se presentó en los primeros días a partir del trasplante, se encontró aproximadamente un 3 % de la población de plantas, muertas,

por ello se tuvo que hacer un recalce. Como medida de control se realizó la aplicación de un cebo tóxico, cuya composición fue la siguiente:

-Insecticida: metomyl 50 mg.

-Afrecho: 6 kg.

-Melaza: 2 lt.

-Agua: 10 lt.

El ataque de *Plutella xylostella* inicio en la etapa de crecimiento vegetativo a los 22 ddt. Se realizó una evaluación de campo para saber el grado de infestación y el resultado arrojó que en promedio había 3 a 4 larvas por planta, si bien es cierto, era un ataque bajo, se tomó como medida de control la aplicación de Absolute, un insecticida del grupo spinosad que actúa por contacto e ingestión. La labor se realizó en forma manual con mochilas de aplicación de 20 lt de capacidad a una dosis de 10 ml/mochila. El producto era dirigido hacia el envés de las hojas y con la boquilla en dirección hacia arriba.

#### **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**

Esta actividad se realizó en forma manual con el uso de cuchillos, cuando las inflorescencias alcanzaron su madurez comercial. Se hacía el corte de la inflorescencia principal a nivel del cuello, a unos 5 cm de la base de la cabeza. Estas, eran colocadas en jabas y llevadas inmediatamente al laboratorio para evitar pérdida de peso por deshidratación y así poder realizar las evaluaciones correspondientes. Se realizó una sola cosecha, a los 74 DDT.

### 3.2.2 Tratamientos

En la tabla N°4 se muestran las densidades evaluadas. Los distanciamientos entre plantas fueron 30,40,50 y 60 cm. El distanciamiento entre surco para todos los tratamientos fue 80 cm. Las poblaciones variaron de 20 000 pl/ha a 40 000 pl/ha.

**Tabla N°4: Densidades evaluadas**

TRATAMIENTO	DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTA	PLANTAS POR HECTÁREA
Tratamiento 1	30 cm	40 000
Tratamiento 2	40 cm	30 000
Tratamiento 3	50 cm	25 000
Tratamiento 4	60 cm	20 000

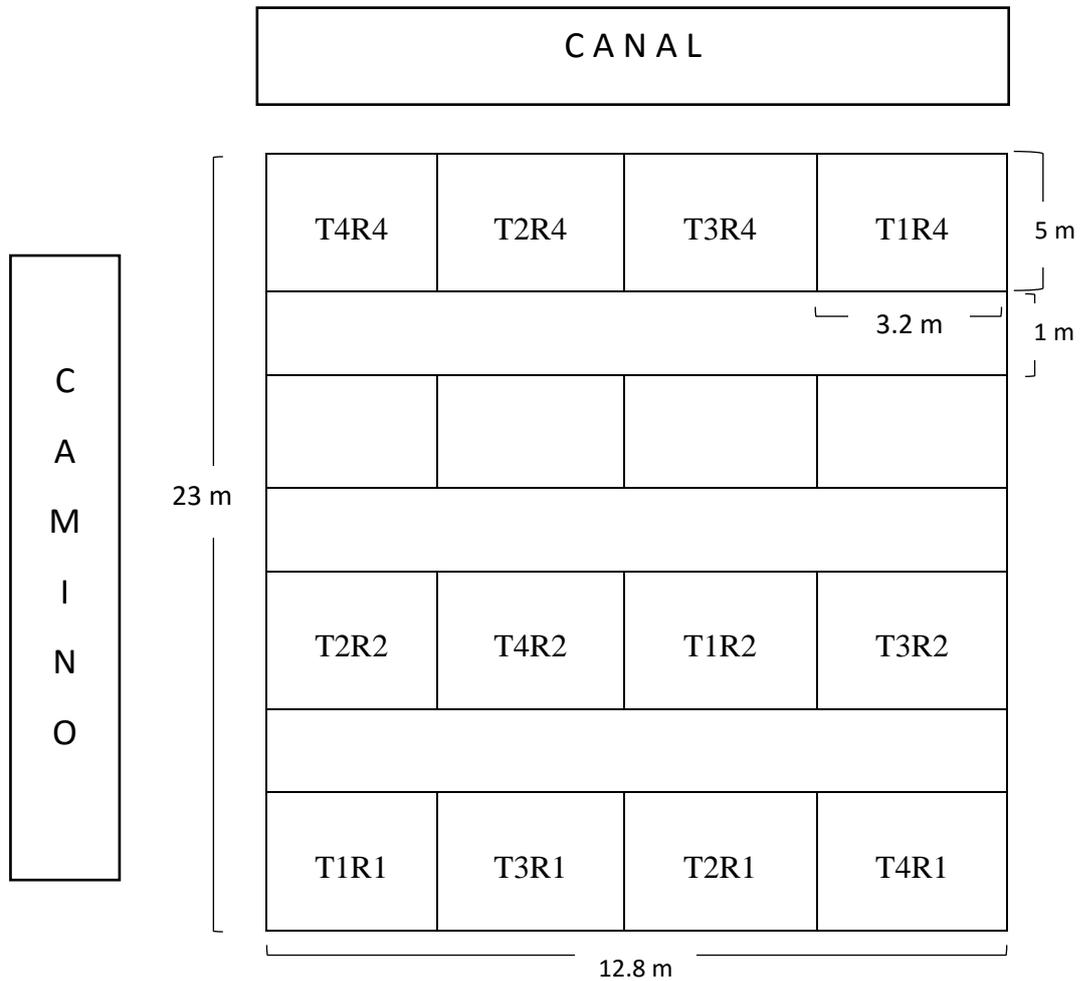
### 3.2.3 Diseño Experimental

Se empleó un Diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Se realizó el Análisis de Variancia y para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey al 5%. A continuación, se presentan las características del área experimental:

**Tabla N° 5: Características del Área Experimental**

<b>UNIDAD EXPERIMENTAL</b>	
Ancho	3.20 m
Largo	5.00 m
Área de cada U. E	16.00 m <sup>2</sup>
Distancia entre surco	0.80 m
Número de surcos por U. E	4
Número de U. E	16
<b>BLOQUES</b>	
Número de U.E por bloque	4
Área de cada bloque	64.00 m <sup>2</sup>
Número de bloques	4
Área de todos los bloques	256. 00 m <sup>2</sup>
<b>CALLES</b>	
Ancho	1.00 m
Largo	12.80 m
Área de cada calle	12.80 m <sup>2</sup>
Número de calles	3
Área de todas las calles	38.40 m <sup>2</sup>
<b>ÁREA TOTAL: 294.4 m<sup>2</sup></b>	

**Figura N°1: Croquis del campo experimental**



### 3.2.4 Evaluaciones

#### 1. Rendimiento

##### a. Peso total

Se obtuvo el peso total de cada unidad experimental y luego fue llevado a rendimiento en toneladas por hectárea.

#### 2. Calidad

##### a. Peso promedio de inflorescencia

Se pesaron individualmente 10 cabezas del surco central de cada unidad experimental y se promediaron los pesos para obtener un peso promedio por unidad experimental.

**b. Diámetro de la inflorescencia**

Se midió el diámetro de cada una de las 10 cabezas cosechadas del surco central de cada unidad experimental.

**c. Altura de la inflorescencia**

Se midió la altura de cada una de las 10 cabezas cosechadas del surco central de cada unidad experimental.

**d. Diámetro del pedúnculo de la inflorescencia**

Se midió el diámetro del pedúnculo de cada una de las 10 cabezas cosechadas del surco central de cada unidad experimental

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 RENDIMIENTO

#### 4.1.1 Rendimiento total

En la tabla N°6 se muestran los resultados obtenidos para la variable Rendimiento total. El análisis de variancia (Anexo 6) indica que existen diferencias significativas para el factor densidad. Se observa que hubo diferencias significativas entre las medias según la prueba Tukey. Se encontró diferencias significativas en el T1 (40 000 pl/ha) con respecto al T4 (20 000 pl/ha), mientras que, entre los demás tratamientos, no se presentó ninguna diferencia significativa.

**Tabla 6: Rendimiento total (t/ha) de brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) cv. Imperial bajo 4 densidades de siembra**

Distanciamiento (cm)	Densidad	Rendimiento (t/ha)
60	20 000	11.32 b
50	25 000	12.48 ab
40	30 000	17.82 ab
30	40 000	19.59 a
ANVA		*
Promedio		15.31
CV (%)		22.34

Se observa que los rendimientos totales hallados en el presente ensayo son muy similares a los reportados por la DRAL (2014) que presenta un rendimiento promedio de 12.2 t/ha, en el caso de las densidades de 50 y 60 cm. Para el caso de las mayores densidades, de 30 y 40 cm se obtuvieron rendimientos superiores, esto podría deberse a que las condiciones meteorológicas que se presentaron

fueron muy favorables para el cultivo, por un lado, hubo agua de riego en cantidad suficiente y por otro, la temperatura promedio fue muy cercana a las condiciones ideales, favoreciendo al desarrollo de la inflorescencia principal.

El mayor rendimiento de 19.59 t/ha se obtuvo con la mayor densidad T1 (40 000 pl/ha). Andrade (2016) reporta en los resultados de su investigación en la zona de Santa Rosa de Quives, que los agricultores obtienen un rendimiento promedio de 15 t/ha, aproximadamente. En esta zona siembran en un 97 % el cv. Imperial, el mismo híbrido con el cual se realizó el presente ensayo. La cosecha obtenida con el T1 fue mayor en un 30.6 % al promedio que obtienen los agricultores en Santa Rosa de Quives. Mientras que el rendimiento mínimo de 11.32 t/ha se obtuvo con la menor densidad T4 (20 000 pl/ha) y fue inferior al promedio de Santa Rosa de Quives en un 24.53 %, el testigo por su lado arrojó un rendimiento de 12.48 t/ha. Cabe mencionar que el rendimiento promedio fue de 15.31 t/ha con un coeficiente de variabilidad de 22.34 %.

Existe una tendencia a obtener mayores rendimientos comerciales conforme se incrementa la densidad de siembra. Esto, como consecuencia de un mayor número de plantas por unidad de superficie, mas no como resultado de un incremento en el peso promedio de inflorescencia. Westcott y Callan, citados por Collantes (1994) señalan que el manejo de la densidad de siembra parece ser la mejor alternativa de elevar los rendimientos.

## **4.2 CALIDAD**

En la tabla N°7 se muestran los resultados obtenidos en calidad de la producción de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) cv. Imperial bajo 4 densidades de siembra.

### **4.2.1 Peso promedio de la inflorescencia principal**

El análisis de variancia (Anexo 7) indica que no hay diferencias significativas para la densidad.

En la tabla N°7 se observa que no hubo diferencias significativas entre las medias según la Prueba Tukey. El mayor peso promedio se obtuvo con la menor densidad de siembra T4 (20 000 pl/ha) con 593.86 g mientras que el menor peso promedio se obtuvo con la mayor densidad T1 (40 000 pl/ha) con 489.96 g, lo que representa un 17.5 % menos.

Collantes (1994) encontró que existe una diferencia altamente significativa para el factor densidad. Los resultados muestran que, al haber una menor competencia con la densidad más baja, el peso promedio tiende a ser más alto. Acuña (1994) obtuvo diferencias no significativas en esta característica para los niveles de densidad con los que trabajó.

**Tabla N°7: 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 (cm)</b>	<b>Altura de inflorescencia (cm)</b>	<b>Diámetro del pedúnculo (cm)</b>
<b>60</b>	20 000	593.86 a	14.38 a	12.70 a	4.90 a
<b>50</b>	25 000	565.65 a	13.15 ab	10.79 b	4.23 a
<b>40</b>	30 000	499.22 a	12.75 ab	10.02 b	4.33 a
<b>30</b>	40 000	489.96 a	11.78 b	9.24 b	4.27 a
<b>ANVA</b>		Ns	*	*	ns
<b>Promedio</b>		537.17	13.02	10.69	4.43
<b>CV (%)</b>		19.51	6.37	6.92	9.26

A pesar de que no hubo diferencias significativas en el peso promedio de inflorescencias entre los tratamientos, el rendimiento comercial si se vio afectado. Como se mencionó antes, este se incrementa conforme aumenta la densidad de siembra. Cutcliffe, citado por Collantes (1994) menciona que el rendimiento se incrementa conforme disminuye la distancia entre plantas.

#### **4.2.2 Diámetro de la inflorescencia principal**

El análisis de variancia (Anexo 8) indica que existen diferencias significativas para la densidad.

En la tabla N°7 se muestran los resultados obtenidos para la variable diámetro de la inflorescencia principal. Se observa que se hubo diferencias significativas entre el T4 de menor densidad (20 000 pl/ha) que alcanzó el mayor diámetro con 14.38 cm, con respecto al T1 de mayor densidad (40 000 pl/ha) que obtuvo un diámetro promedio de 11.78 cm.

Collantes (1994) encontró diferencias significativas para esta característica. Con las densidades de siembra bajas obtuvo un mayor diámetro de la inflorescencia principal. Se sigue la tendencia del peso promedio de que a menor densidad de siembra mayor peso promedio. Acuña (1994) determinó, que respecto al diámetro promedio de la inflorescencia principal no existe diferencia significativa por efecto de la densidad de siembra, alcanzando el mayor valor (11.1 cm) con una densidad de 30 000 pl/ha.

Cabe mencionar que el promedio general del diámetro fue de 13.02 cm con un coeficiente de variabilidad de 6.37 %.

### **4.2.3 Altura de la inflorescencia principal**

El análisis de variancia (Anexo 9) indica que existen diferencias significativas para el factor densidad.

En la tabla N°7 se observan los resultados obtenidos para la variable altura de inflorescencia y se presentan diferencias significativas entre el T4 con respecto a los otros tratamientos. Se obtuvo un valor máximo de altura promedio de 12.71 cm para el T4 (20 000 pl/ha), presentándose un incremento del 37.5 % con respecto al menor de 9.24 cm para el T1 (40 000 pl/ha). El promedio de altura de la inflorescencia fue de 10.69 cm. También se presenta una tendencia de la altura de la inflorescencia a disminuir conforme se incrementa la densidad.

Acuña (1994) indica que por efecto de la densidad de siembra no hay diferencias significativas en esta variable. Siendo el máximo valor de longitud promedio de inflorescencia principal 13.0 cm con una densidad de 30 000 pl/ha.

### **4.2.4 Diámetro del pedúnculo de la inflorescencia**

En la tabla N°7 se muestran los resultados para la variable diámetro del pedúnculo de la inflorescencia. El análisis de variancia (Anexo 10) muestra que no existen diferencias significativas. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos según la Prueba Tukey. Se observa que el mayor valor de diámetro del pedúnculo fue de 4.9 cm y se obtuvo con el tratamiento de menor densidad (20 000 pl/ha), mientras que el menor valor de diámetro fue de 4.23 cm y se obtuvo con el testigo. Cabe mencionar que el promedio del diámetro fue de 4.43 cm con un coeficiente de variabilidad de 9.26 %.

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado el presente ensayo se puede concluir lo siguiente:

1. El rendimiento se vio afectado por las densidades de siembra. La densidad de 40 000 pl/ha produjo el mayor rendimiento (19.59 t/ha), mientras que la densidad de 20 000 pl/ha produjo el menor rendimiento (11.32 t/ha).
2. El peso promedio de la inflorescencia no fue afectado por las densidades evaluadas. Sin embargo, el mayor peso promedio fue 593.86 g y se obtuvo con la densidad de 20 000 pl/ha. Este peso fue disminuyendo a medida que se incrementó la densidad de siembra.
3. La densidad de siembra afectó el diámetro de la inflorescencia. La densidad de 20 000 pl/ha mostró el mayor diámetro con 14.38 cm, mientras que el menor diámetro lo presentó la densidad de 40 000 pl/ha con 11.79 cm.
4. Las densidades de siembra evaluadas influyeron de forma significativa en la altura de la inflorescencia principal. La densidad de 60 cm mostró la mayor altura (12.70 cm) a diferencia de los demás tratamientos, de 50 cm (10.79 cm), 40 cm (10.02 cm) y 30 cm (9.24 cm).
5. La densidad de siembra no influyó de forma significativa en la variable diámetro del pedúnculo de la inflorescencia.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar el ensayo en otras zonas, en distintas épocas de siembra y a lo largo del año.
2. Evaluar el rendimiento y calidad de brócoli con el uso de densidades mayores, pero manteniendo el mismo distanciamiento entre surcos de 80 cm.
3. Evaluar el rendimiento y calidad de brócoli, a diferentes densidades de siembra, con el efecto de la disposición espacial de las plantas.
4. Evaluar los nuevos cultivares híbridos de brócoli que se vienen introduciendo en el mercado, para probar su efecto en el rendimiento y calidad, con el uso de distintas densidades de siembra.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA, E. (1994). Efecto de la fertilización nitrogenada y de la densidad de siembra en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) bajo R.A.L.F: exudación. Tesis (Ingeniero Agrónomo) Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 51 p.
- AGROECONÓMICO (1991). Manejo de cosecha y post cosecha de principales productos hortícolas. Publicación de Fundación Chile.
- ANDRADE, C. (2016). Sustentabilidad de las fincas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. itálica) en Santa Rosa De Quives, Lima, Perú. Tesis (Magister Scientiae en Agricultura Sustentable). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 81 p.
- CASAS, A. (1992). Brócoli-Fertilización. Revista Agroenfoque. Lima, Perú. Edición N°52, 22p.
- 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 (Ingeniero Agrónomo). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 74 p.
- GRANDEZ, A. (1998). Densidad y época de siembra del cultivo de *Brassica oleracea* L. var. itálica Plenck "brócoli" en los valles de Huaura y Barranca. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Huacho, Perú. Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrion. Escuela Profesional de Agronomía. 56 p.
- GUERRA, G. (1997). Efecto del momento de dosis de fertilización nitrogenada, con y sin materia orgánica en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var itálica). Tesis (Ingeniero Agrónomo). Ayacucho, Perú.

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Escuela de Formación Profesional de Agronomía. 84p.

- 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 (Ingeniero Agrícola). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 104 p.
- MAROTO, J. (1983). Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid: 295-310.
- MAROTO, J. (2002). Horticultura herbácea especial. 5° ed. Madrid. ES. Mundi-Prensa. 568 p.
- 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 (Ingeniero Agrónomo). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 84 p.
- MERCEDES, W. (2003). Efecto de la fertirrigación N-P-K y sin micronutrientes en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) cv. Legacy bajo R.L.A.F: goteo. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. 57 p.
- PERU. Ministerio de Agricultura y Riego. Dirección Regional de Agricultura de Lima. DRAL (2014). Información agrícola: campaña agrícola 2014-2015. 20p.
- 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). Tingo Maria, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Agronomía. 95 p.

- SAKATA, P. (2010). Híbridos y manejo del cultivo de brócoli. Consultado 20 dic. 2017. Disponible en: <http://www.sakata.com.mx/semillas/brocoli/53-imperial.html>
- SAMENGO, B. (1990). Ensayo comparativo de cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica) para el consumo fresco. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 75 p.
- TOLEDO, J. (1995). Cultivo de brócol. Serie Manual N° 5. INIA. Lima. PE.
- UGÁS, R.; SIURA, S.; DELGADO DE LA FLOR, F.; CASAS, A.; TOLEDO, J. (2000). Hortalizas: Datos básicos. Lima. PE. UNALM. 202 p.
- ZUMARRAGA, H. (2008). Análisis del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. itálica), manejo-reducción de pesticidas, y posibilidades de aplicación del método circular de estudio en la comunidad de Gatazo Zambrano, cantón provincia Chimborazo. Ecuador. 80p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo N°1: Análisis económico del cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra

	<b>DENSIDADES (Plantas por hectárea)</b>			
	<b>40 000</b>	<b>30 000</b>	<b>25 000</b>	<b>20 000</b>
<b>RENDIMIENTO (tn/ha)</b>	19.6	17.82	12.48	11.32
<b>COSTO (S/. /kg)</b>	1.02	1.02	1.02	1.02
<b>VALOR NETO (S/.)</b>	19992	18176.4	12699	11546.4
<b>COSTO DE PRODUCCION (S/. /ha)</b>				
Preparación de terreno	600	600	600	600
Siembra	870	850	830	820
Abonamiento	2100	2085	2060	2060
Control fitosanitario	660	640	630	620
Labores culturales	256	256	256	256
Riego	102.4	102.4	102.4	102.4
Cosecha	570	540	510	510
Otros	2313	2313	2313	2313
<b>TOTAL</b>	7471.4	7386.4	7301.4	7281.4
<b>UTILIDAD NETA (S/. /ha)</b>	12520.6	10790	5397.6	4265
<b>INDICE DE RENTABILIDAD (%)</b>	167.58	146.08	73.93	58.57

**Anexo N°2: Plagas y enfermedades del cultivo de brócoli**

	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>FAMILIA</b>
<b>PLAGAS</b>	<i>Agrotis spp.</i>	Gusano de tierra	Noctuidae
	<i>Plutella xylostella</i>	Polilla de la col	Plutellidae
	<i>Brevicoryne brassicae</i>	Pulgón de las crucíferas	Aphididae
	<i>Hellula phidilealis</i>	Barrenador de brotes	Crambidae
	<i>Leptophobia aripadeserta</i>	Mariposa de la col	Pieridae
<b>ENFERMEDADES</b>	<i>Rhizoctonia solani</i> <i>Pythium spp.</i>	Chupadera	Ceratobasidiaceae Phytiaceae
	<i>Fusarium spp.</i>	Marchitez	Nectriaceae
	<i>Peronospora parasitica</i>	Mildiu veloso	Peronosporaceae
	<i>Alternaria brassicae</i>	Mancha negra	Pleosporaceae
	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Moho blanco	Sclerotiniaceae

**Anexo N°3: Cronograma de actividades en el cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra**

<b>FECHA</b>	<b>DDT</b>	<b>LABORES</b>	<b>OBSERVACION/MATERIALES</b>
20/10/2016	0	Trasplante	Manual
21/10/2016	1	Marcado de parcelas	Cal y estacas
22/10/2016	2	Riego	
24/10/2016	4	Recalce	Manual
25/10/2016	5	Riego	
29/10/2016	9	Riego	
2/11/2016	13	Aplicación de cebo toxico (1)	metomyl, afrecho, melaza y agua
4/11/2016	15	Desmalezado y fertilización	Manual
5/11/2016	16	Riego	
8/11/2016	19	Riego	
11/11/2016	22	Evaluación de plagas	Cartillas de evaluación
12/11/2016	23	Riego	
15/11/2016	26	Aplicación sanitaria (2) y riego	Manual, con mochila
17/11/2016	28	Desmalezado	Manual
19/11/2016	30	Cambio de surco, fertilización y riego	
22/11/2016	33	Riego	
25/11/2016	36	Desmalezado	Manual
28/11/2016	39	Aplicación sanitaria (3)	Manual, con mochila
29/11/2016	40	Riego	
3/12/2016	44	Riego	
5/12/2016	46	Aplicación sanitaria (4)	Manual, con mochila
6,10/12/2016	47,51	Riego	
12/12/2016	53	Aplicación sanitaria (5)	Manual, con mochila
15/12/2016	56	Desmalezado	Manual, con lampas
17/12/2016	58	Riego	
19/12/2016	60	Aplicación sanitaria (6)	Manual, con mochila
20/12/2016	61	Riego	
2/01/2017	74	Cosecha	Manual, con cuchillos y jabas

**Anexo N°4: Cronograma de riegos en el cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra**

<b>FECHA</b>	<b>DDT</b>	<b>RIEGOS</b>
22/10/2016	2	Gravedad
25/10/2016	5	Gravedad
29/10/2016	9	Gravedad
5/11/2016	16	Gravedad
8/11/2016	19	Gravedad
12/11/2016	23	Gravedad
15/11/2016	26	Gravedad
19/11/2016	30	Gravedad
22/11/2016	33	Gravedad
29/11/2016	40	Gravedad
3/12/2016	44	Gravedad
6/12/2016	47	Gravedad
10/12/2016	51	Gravedad
17/12/2016	58	Gravedad
20/12/2016	61	Gravedad

**Anexo N°5: Cronograma de aplicaciones sanitarias en el cultivo de brócoli bajo 4 densidades de siembra**

<b>FECHA</b>	<b>DDT</b>	<b>INGREDIENTE ACTIVO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>DOSIS / 20 lt. AGUA</b>
15/11/2016	26	spinosad + Adherente	Absolute	10 ml + 2.5 ml
28/11/2016	39	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel	50 g
5/12/2016	46	spinosad + Adherente	Absolute	10 ml + 2.5 ml
12/12/2016	53	<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel	50 g
19/12/2016	60	spinosad + Adherente	Absolute	10 ml + 2.5 ml

**Anexo N°6: Rendimiento total (t/ha)**

<b>Trat.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>
<b>Block</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>Block</b>
<b>I</b>	15.34	13.79	12.69	10.63	52.45
<b>II</b>	25.91	17.93	13.07	13.54	70.45
<b>III</b>	19.76	14.1	12.12	9.63	55.61
<b>IV</b>	17.37	25.45	12.04	11.46	66.32
<b>Σ Trat.</b>	78.38	71.27	49.92	45.26	244.83
<b>Promedio</b>	19.6	17.82	12.48	11.32	15.31

<b>ANOVA</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	3	194.47	64.82	5.54	0.02
<b>Repetición</b>	3	54.9	18.3	1.56	0.265
<b>Error</b>	9	105.37	11.71		
<b>Total</b>	15	354.74			

**Anexo N°7: Peso fresco de inflorescencia (g)**

<b>Trat.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>
<b>Block</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>Block</b>
<b>I</b>	383.51	507.65	531.45	459.66	1882.27
<b>II</b>	647.98	522.85	676.84	597.52	2445.19
<b>III</b>	493.96	484.96	481.37	469.86	1930.15
<b>IV</b>	434.37	481.43	572.94	848.38	2337.12
<b>Σ Trat.</b>	1959.82	1996.89	2262.6	2375.42	8594.73
<b>Promedio</b>	489.96	499.22	565.65	593.86	537.17

<b>ANOVA</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	3	30774	10258	0.93	0.464
<b>Repetición</b>	3	60539	20180	1.84	0.211
<b>Error</b>	9	98887	10987		
<b>Total</b>	15	190200			

**Anexo N°8: Diámetro de inflorescencia (cm)**

<b>Trat.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>
<b>Block</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>Block</b>
<b>I</b>	11.23	12.6	11.48	12.69	48
<b>II</b>	11.93	12.96	15.29	16.22	56.4
<b>III</b>	12.28	12.17	12.87	13.95	51.27
<b>IV</b>	11.71	13.27	12.95	14.65	52.58
<b>Σ Trat.</b>	47.15	51	52.59	57.51	208.25
<b>Promedio</b>	11.79	12.75	13.15	14.38	13.02

<b>ANOVA</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	3	13.804	4.6013	6.69	0.011
<b>Repetición</b>	3	9.053	3.0178	4.39	0.037
<b>Error</b>	9	6.186	0.6873		
<b>Total</b>	15	29.043			

**Anexo N°9: Altura de inflorescencia (cm)**

<b>Trat.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>
<b>Block</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>Block</b>
<b>I</b>	8.01	9.04	11.29	13.32	41.66
<b>II</b>	10.38	10.56	10.85	12.23	44.02
<b>III</b>	9.48	9.83	10.3	12.68	42.29
<b>IV</b>	9.1	10.64	10.72	12.61	43.07
<b>Σ Trat.</b>	36.97	40.07	43.16	50.84	171.04
<b>Promedio</b>	9.24	10.02	10.79	12.71	10.69

<b>ANOVA</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	3	26.5517	8.8506	16.27	0.001
<b>Repetición</b>	3	0.7787	0.2596	0.48	0.706
<b>Error</b>	9	4.8955	0.5439		
<b>Total</b>	15	32.2258			

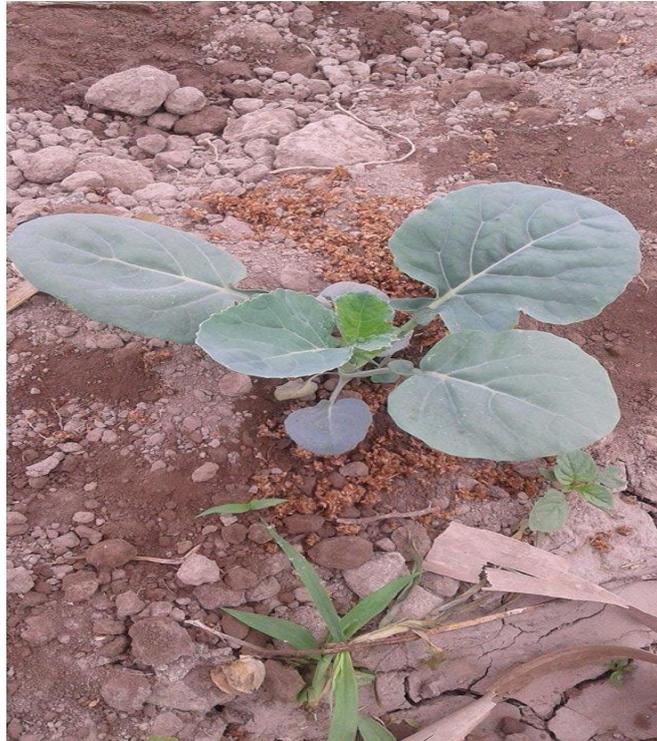
**Anexo N°10: Diámetro del pedúnculo de la inflorescencia (cm)**

<b>Trat.</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Σ</b>
<b>Block</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>Block</b>
<b>I</b>	4.47	4.69	4.76	5.31	19.23
<b>II</b>	4.7	4.05	4.29	4.27	17.31
<b>III</b>	4.2	4.66	4.19	4.68	17.73
<b>IV</b>	3.72	3.93	3.68	5.34	16.67
<b>Σ Trat.</b>	17.09	17.33	16.92	19.6	70.94
<b>Promedio</b>	4.27	4.33	4.23	4.9	4.43

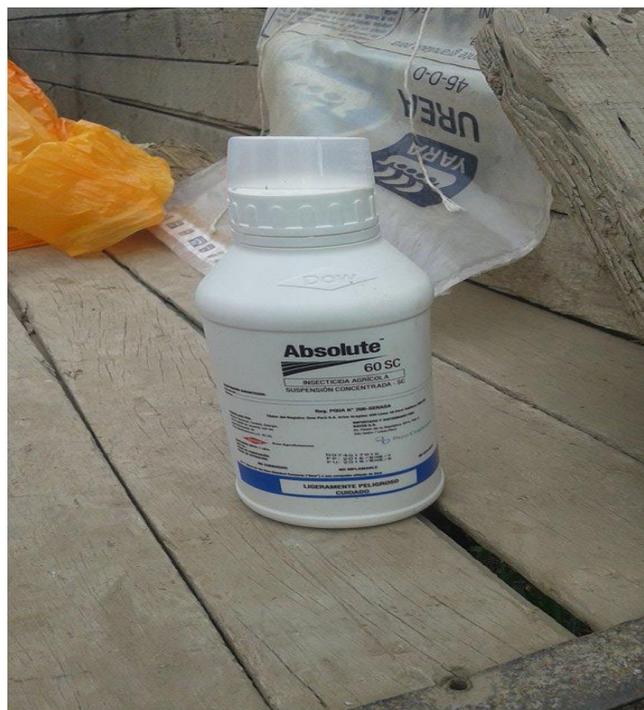
<b>ANOVA</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamiento</b>	3	1.1806	0.3935	2.33	0.142
<b>Repetición</b>	3	0.8875	0.2958	1.75	0.225
<b>Error</b>	9	1.5173	0.1686		
<b>Total</b>	15	3.5854			

**Anexo N° 11: Fotos**

**Foto 1:** Aplicación de cebo tóxico en brócoli. 13 DDT.



**Foto 2:** Aplicación para polilla de la col: *Plutella xylostella*. Ingrediente activo: spinosad.



**Foto 3:** Cambio de surco en brócoli a los 30 DDT.



**Foto 4:** Inflorescencia principal lista para cosecha. 74 DDT.

