

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE  
AJÍ ESCABECHE (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*),  
EN CAÑETE”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**MARILYN SAMANTHA TRUJILLO SÁNCHEZ**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“DENSIDAD DE SIEMBRA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE AJÍ  
ESCABECHE (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*), EN CAÑETE”,**

**MARILYN SAMANTHA TRUJILLO SÁNCHEZ**

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 Virgilio Casas Díaz  
**ASESOR**

---

Ing. M. Sc. Karín Cecilia Coronado Matutti  
**MIEMBRO**

---

Ing. Mg. Sc. Ruby Antonieta Vega Ravello  
**MIEMBRO**

LIMA – PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

A mis padres Zenaida Sánchez y César Trujillo por ser un pilar importante en mi formación, a ellos atribuyo todo lo que he podido lograr en mi vida, por su inmenso amor, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

A mis queridos hermanos Hans, Jeans y especialmente a mi hermana Cindy por las alegrías y tristezas que juntos compartimos, con todo mi cariño y gratitud.

## AGRADECIMIENTO

- A Dios por todas las bendiciones que me brinda.
- A mi madre Zenaida Sánchez y a mi padre César Trujillo por todo su apoyo incondicional durante toda mi vida y sobre todo en mi etapa universitaria. A mis hermanos Hans, Jeans y Cindy por el apoyo brindado incondicionalmente durante mis estudios y por demostrarme la gran fe que tienen en mí.
- Al Ing. Andrés Casas, por brindarme su gran amistad, confianza, asesoría y consejos en la elaboración del presente trabajo de investigación.
- A mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria la Molina y a toda la plana docente que integran a la Facultad de Agronomía, por la excelente formación profesional que brinda.
- Al Ing. Emerson por apoyarme y acogerme en el Fundo Don German y por el financiamiento en la ejecución de la tesis.
- A mis compañeros Joaquín Salinas, Estefany Rosado, Tania Saavedra, Walter Abanto, Omar Suyo y a mi padre César Trujillo por su apoyo en las evaluaciones del presente trabajo.
- A Braulio Suyo por a ver estado a mi lado desde el primer año de universidad, acompañándome durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos.
- A mi amigo Arturo López por su amistad, paciencia, enseñanza y apoyo en el procesamiento de los datos del presente trabajo.
- A mis grandes amigas y colegas: Carolina Herrera, Kemberley Hoyle, Jazmín Ochoa y Yashira Oliva por su gran amistad y apoyo incondicional.
- A todas(os) mis amigas (os) que me impulsaron a seguir avanzando y a todas aquellas(os) que me orientaron y apoyaron durante la elaboración y culminación de este trabajo.
- A todas aquellas mujeres que cada día luchan por una sociedad justa, libre y con equidad.

Eternamente agradecida

# INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Origen .....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.3. Características morfológicas.....	4
2.1.4. Fenología del cultivo .....	7
<b>2.2. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.....</b>	<b>10</b>
2.2.1. Factor temperatura.....	10
2.2.2. Factor humedad relativa .....	12
2.2.3. Requerimientos hídricos .....	12
2.2.4. Requerimientos lumínicos .....	13
2.2.5. Requerimiento edafológico.....	13
<b>2.3. MANEJO AGRONÓMICO.....</b>	<b>14</b>
2.3.1. Preparación del terreno.....	14
2.3.2. Siembra.....	15
2.3.3. Fertilización .....	16
2.3.4. Riego.....	18
2.3.5. Plagas y enfermedades .....	18
2.3.6. Plantas voluntarias.....	20
2.3.7. Cosecha.....	20
<b>2.4. DENSIDAD DE SIEMBRA .....</b>	<b>21</b>
2.4.1. Efecto competitivo .....	21
2.4.2. Densidad de siembra .....	22
2.4.3. Investigaciones realizadas .....	24
2.4.4. Densidad de siembra en <i>Capsicum baccatum</i> .....	29

<b>2.5. IMPORTANCIA DEL CULTIVO .....</b>	<b>30</b>
2.5.1. Situación nacional .....	30
2.5.2. Demanda .....	31
2.5.3. Principales usos .....	31
2.5.4. Exportación .....	34
2.5.5. Exigencias del mercado .....	35
<b>2.6. CALIDAD DE FRUTO DE AJÍ ESCABECHE .....</b>	<b>35</b>
2.6.1. Composición del fruto .....	35
2.6.2. Capsaicina .....	36
2.6.3. Carotenoides .....	37
2.6.4. Calidad del fruto .....	39
2.6.5. Madurez comercial .....	39
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1. MATERIALES .....</b>	<b>40</b>
3.1.1. Ubicación del campo experimental .....	40
3.1.2. Características climáticas de la zona de estudio .....	41
3.1.3. Características del suelo .....	42
3.1.4. Material vegetal .....	43
3.1.5. Herramientas .....	44
<b>3.2. METODOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
3.2.1. Manejo del cultivo .....	44
3.2.2. Densidades evaluadas .....	47
3.2.3. Diseño experimental .....	47
3.2.4. Características del campo experimental .....	48
<b>3.3. EVALUACIONES REALIZADAS .....</b>	<b>51</b>
3.3.1. Variables biométricas .....	51
3.3.2. Rendimiento .....	51
3.3.3. Calidad de la producción .....	51
3.3.4. Porcentaje de materia seca .....	52

<b>IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1. VARIABLES BIOMÉTRICAS.....</b>	<b>53</b>
4.1.1. Altura de planta.....	53
4.1.2. Días de floración .....	55
4.1.3. Días a la maduración .....	56
4.1.4. Porcentaje de cuajado.....	57
<b>4.2. RENDIMIENTO .....</b>	<b>59</b>
4.2.1. Número de frutos por planta .....	59
4.2.2. Rendimiento de fruto fresco por hectárea.....	62
<b>4.3. CALIDAD DEL FRUTO .....</b>	<b>67</b>
4.3.1. Longitud de fruto.....	67
4.3.2. Diámetro de fruto .....	68
4.3.3. Peso promedio del fruto.....	68
4.3.4. Clasificación de la producción.....	70
<b>4.4. MATERIA SECA.....</b>	<b>72</b>
<b>IV. CONCLUSIONES .....</b>	<b>75</b>
<b>V. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>77</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>88</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fenología del ají escabeche en Cañete .....	8
Tabla 2: Tabla de temperaturas adecuadas para Capsicum, por diferentes autores.....	10
Tabla 3: Composición del “ají escabeche” por cada 100 g de producto comestible .....	36
Tabla 4: Pungencia en Capsicum <i>baccatum</i> .....	38
Tabla 5: Características geográficas del campo experimental .....	40
Tabla 6: Datos meteorológicos registrados durante la etapa experimental.....	41
Tabla 7: Características principales del cultivar Zanahoria .....	43
Tabla 8: Densidades evaluadas en el experimento .....	47
Tabla 9: Esquema de análisis estadístico .....	48
Tabla 10: resumen las características del área experimental.....	49
Tabla 11: Clasificación de la calidad en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) cv. Zanahoria para el mercado local .....	52
Tabla 12: Altura de plantas (cm) en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra .....	53
Tabla 13: Número de días a plena floración, maduración de fruto y porcentaje de cuajado en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra. ....	55
Tabla 14: Número de frutos cosechados por planta empleando cinco densidades de siembra en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ).....	60
Tabla 15: Rendimiento de fruto fresco por hectárea (t/ha) en ají escabeche ( <i>C.</i> <i>baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra .....	65
Tabla 16: Longitud (cm), diámetro (cm) y peso (g) del fruto de ají escabeche ( <i>C.</i> <i>baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra .....	67
Tabla 17: Clasificación de la producción (%) del fruto en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ), bajo cinco densidades de siembra en Cañete .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa del valle de Cañete. Fuente (Google Earth, 2015). .....	40
Figura 2: Variación de temperatura en el periodo enero 2018 - julio 2018 - Cañete .....	41
Figura 3: Variación de la humedad relativa en el periodo enero 2018 - julio 2018 - Cañete.....	42
Figura 4: Aplicación de productos químicos a los plantines(A) y trasplante (B).....	45
Figura 5: Cosecha y selección de ají escabeche .....	47
Figura 6: Croquis experimental .....	50
Figura 7: Floración del ají escabeche.....	56
Figura 8: Número de días a la maduración del fruto en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra. ....	57
Figura 9: Porcentaje de cuajado en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra. ....	59
Figura 10: Número de frutos por planta de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) en las seis cosechas .....	61
Figura 11: Número de frutos totales por planta de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra. ....	61
Figura 12: Rendimiento de cada cosecha de fruto fresco por hectárea (t/ha) en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra en Cañete.....	63
Figura 13: Rendimiento de fruto fresco por hectárea (t/ha) en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra .....	64
Figura 14: Concentración de cosecha (%) en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra.....	67
Figura 15: Longitud (A), peso (B) y diámetro del fruto (C) de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) en Cañete.....	69
Figura 16: Frutos de primera (A) y segunda (B) calidad de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ).....	71
Figura 17: Calidad (%) y rendimiento (t/ha) en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) bajo cinco densidades de siembra en Cañete. ....	72
Figura 18: Frutos de tercera calidad y descarte de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ).....	72

Figura 19: Porcentaje de materia seca en fruto, hoja y tallo en ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ), bajo cinco densidades de siembra en Cañete.....	73
Figura 20: Secado del fruto de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) .....	74

## ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Análisis de caracterización de suelos .....	88
<b>Anexo 2:</b> Plantines de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ) var. Zanahoria .....	89
<b>Anexo 3:</b> Delimitación del área experimental y marcación de hoyos a 40, 45, 50, 55 y 60 cm entre plantas. ....	89
<b>Anexo 4:</b> Aplicación de químicos a los plantines antes del trasplante.....	90
<b>Anexo 5:</b> Trasplante de ají escabeche.....	91
<b>Anexo 6:</b> Fertilización .....	91
<b>Anexo 7:</b> Aplicación química .....	92
<b>Anexo 8:</b> Plantas de ají escabeche a los 45,75 y 115 DDT.....	92
<b>Anexo 9:</b> Algunas de las plantas seleccionadas al azar para evaluación de peso seco. ....	93
<b>Anexo 10:</b> Cosecha de ají escabeche.....	93
<b>Anexo 11:</b> Frutos de calidad primera (A) y segunda (B) de ají escabeche.....	95
<b>Anexo 12:</b> Frutos de tercera calidad y descartados (dañados, deformes o pequeños) .....	95
<b>Anexo 13:</b> Medición de longitud, diámetro y peso del fruto de ají escabeche de primera y segunda calidad.....	96
<b>Anexo 14:</b> Enfermedades que se presentaron en el experimento, <i>Phytophthora capsici</i> ....	97
<b>Anexo 15:</b> Cronograma de actividades en el cultivo de ají escabeche bajo cinco densidades de siembra.....	98
<b>Anexo 16:</b> Cuadro ANVA de altura de planta (cm) de ají escabeche ( <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ), bajo cinco densidades de siembra en Cañete (2018).....	100
<b>Anexo 17:</b> ANVA. Días De Plena Floración .....	101
<b>Anexo 18:</b> ANVA. Días De Maduración.....	101
<b>Anexo 19:</b> ANVA. Porcentaje De Cuajado .....	101
<b>Anexo 20:</b> ANVA. Porcentaje de Materia Seca Frutos (%) .....	101
<b>Anexo 21:</b> ANVA. Porcentaje de Materia Seca hoja (%) .....	102
<b>Anexo 22:</b> ANVA. Porcentaje de Materia Seca tallo (%) .....	102
<b>Anexo 23:</b> ANVA. Primera Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta .....	102
<b>Anexo 24:</b> ANVA. Segunda Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta .....	102
<b>Anexo 25:</b> ANVA. Tercera Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta .....	103
<b>Anexo 26:</b> ANVA. Cuarta Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta .....	103
<b>Anexo 27:</b> ANVA. Quinta Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta .....	103

<b>Anexo 28:</b> ANVA. Frutos/Planta 6° Cosecha .....	103
<b>Anexo 29:</b> ANVA. Número de Frutos totales cosechados por planta .....	104
<b>Anexo 30:</b> ANVA. 1° Cosecha- Rendimiento (T/Ha).....	104
<b>Anexo 31:</b> ANVA. 2° Cosecha- Rendimiento (T/Ha).....	104
<b>Anexo 32:</b> ANVA. 3° Cosecha- Rendimiento (T/Ha).....	104
<b>Anexo 33:</b> ANVA. 4° Cosecha- Rendimiento (T/Ha).....	105
<b>Anexo 34:</b> ANVA. 5° Cosecha- Rendimiento (T/Ha).....	105
<b>Anexo 35:</b> ANVA. 6° Cosecha- Rendimiento (T/Ha).....	105
<b>Anexo 36:</b> ANVA. Cosecha - Rendimiento Total.....	105
<b>Anexo 37:</b> ANVA. Cosecha – Longitud Promedio de Fruto .....	106
<b>Anexo 38:</b> ANVA. Cosecha – Diámetro Promedio de Fruto.....	106
<b>Anexo 39:</b> ANVA. Cosecha – Peso Promedio de Fruto.....	106
<b>Anexo 40:</b> ANVA. Fruto 1° Calidad .....	106
<b>Anexo 41:</b> ANVA. Fruto 2° Calidad .....	107
<b>Anexo 42:</b> ANVA. Fruto 3° Calidad .....	107

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de cinco densidades de siembra en el cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L var. *pendulum*) en el rendimiento y calidad de fruto en Cañete, entre los meses de enero a julio del 2018. Las densidades de siembra en estudio fueron 40 cm (20 833 plantas/ha), 45 cm (18 518 plantas/ha), 50 cm (16 666 plantas/ha), 55 cm (15 151 plantas/ha), 60 cm (13 888 plantas/ha) de distancia entre plantas; el distanciamiento entre surcos fue de 1.20 m para todas las densidades y el riego fue por gravedad. El Diseño Experimental empleado fue DBCA con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Se evaluaron las siguientes características: altura de planta (cm), días a plena floración (N°), días a la maduración (N°), porcentaje de cuajado (%), porcentaje de materia seca (%), frutos por planta (N°), diámetro de fruto (cm), longitud de fruto (cm), peso de fruto (g), rendimiento total y calidad de la producción. La densidad de siembra a 40 cm (20 833 plantas/ha) influyó estadísticamente en la altura de planta. Empleando 60 cm entre plantas (13 888 plantas/ha) influyó estadísticamente en el porcentaje del cuajado de frutos y número de frutos por planta. El mayor rendimiento de fruto fresco (28.6 t/ha) se obtuvo con el distanciamiento de siembra de 40 cm (20 833 plantas/ha).

**Palabras clave:** Densidad, rendimiento, calidad de fruto, *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*.

## ABSTRACT

The effect of five plant densities in escabeche pepper (*Capsicum baccatum* L var. *pendulum*) on yield and quality was evaluated in Cañete, between January to July 2018. Plant densities under study were 40 cm (20 833 plants/ha), 45 cm (18 518 plants/ha), 50 cm (16 666 plants/ha), 55 cm (15 151 plants/ha), 60 cm (13 888 plants/ha) between plants; the distance between rows was 1.20 m for all densities using furrow irrigation. A completely randomized block design with 5 treatments and 4 blocks was used. The following characteristics were evaluated: plant height (cm), days at full flowering (No.), days at maturation (No.), fruit set percentage (%), percentage of dry matter (%), fruits per plant (No.), fruit diameter (cm), fruit length (cm), fruit weight (g), total yield and production quality. Plant density at 40 cm (20 833 plants / ha) statistically influenced plant height. Using 60 cm between plants (13,888 plants / ha) statistically influenced the percentage of fruit set and number of fruits per plant. The highest yield of fresh fruit (28.6 t / ha) was obtained with the plant density of 40 cm (20 833 plants / ha).

**Keywords:** density, yield, product quality, *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*.

## I. INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum* tiene una gran diversidad de especies, dentro de este existe una que se comercializa en todo el Perú, el ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) o también llamado ají amarillo, debido a que es un ingrediente fundamental en muchas recetas nacionales y al reconocimiento logrado por la gastronomía peruana, la oferta agroexportadora de ajíes y pimientos (*Capsicum*) se ha diversificado, sumándose nuevas variedades y presentaciones (fresco, envasado o congelado) Aguilar (2016).

Nuestro país, exporta principalmente páprika en todas sus formas y conservas de pimiento piquillo. Pero gracias a la gastronomía peruana la canasta agroexportadora del género *Capsicum* se ha diversificado, sumándose productos como el ají amarillo, ají panca y rocoto, así como salsas, conservas y frutos frescos. Es así que al 2018 se exportaron ajíes, pimientos y rocotos frescos por un valor de 2.86 millones de dólares y congelados por 7.51 millones de dólares y sumando los envasados y congelados sumaron los 240 millones de dólares y hasta julio del 2019 alcanzaron los 109.3 millones de dólares, MINAGRI (2018).

Actualmente el Perú está en el tercer puesto a nivel mundial de exportaciones de *Capsicum* por detrás de China e India. En tanto, la demanda proviene principalmente de Estados Unidos, España, México, Alemania y Reino Unido mientras que existen mercados menores como Argentina, Puerto Rico y Canadá. El *Capsicum*, además, es el sexto producto más exportado del país y la producción total es de más de 164 toneladas (ADEX, 2018)

En el Perú, el ají es sembrado en los valles de la costa e interandinos y la selva. El Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias y el Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI (2018) refiere que en el año 2017 se sembró una superficie de 4 355 hectáreas, con una producción total de 41 658 toneladas, las que están concentradas en las regiones con mayor superficie de área sembrada son: Lima, Tacna, La Libertad, Arequipa y Loreto con 1 228, 1 101, 513 y 465 has/año respectivamente. El rendimiento promedio de ají a nivel nacional es de 9.8 t/ha, mientras que el rendimiento promedio del ají escabeche es de 10 t/ha.

En la actualidad muchos agricultores afrontan los altos precios de los insumos que se utilizan en la producción de este cultivo, además de la falta de investigaciones para el manejo del ají escabeche en las diferentes zonas productoras. A pesar de que el rendimiento promedio del ají escabeche en el valle de Cañete está por encima del promedio nacional, la calidad del fruto aún sigue siendo un punto de segundo plano, es decir que solo se enfocan en el rendimiento, siendo este uno de los problemas para poder obtener mejores precios en el mercado.

La calidad del fruto del ají escabeche, como en cualquier otro cultivo, depende de un adecuado manejo cultural. El distanciamiento entre plantas o densidad de siembra es un factor muy importante porque influye en la adecuada aireación, el cual disminuye la incidencia de plagas y enfermedades; la competencia por agua, luz, nutrientes; presencia de malezas y con el crecimiento y productividad del cultivo. Es por eso que la presente investigación pretende aportar información mediante la comparación de cinco densidades de siembra para obtener una adecuada producción. El estudio pretende alcanzar el siguiente objetivo:

- Determinar la mejor densidad de siembra en ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. pendulum) que permita obtener el mayor rendimiento y buena calidad del fruto, bajo las condiciones de Cañete.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 3.1. CULTIVO DE AJÍ ESCABECHE

#### 2.1.1. Origen

El centro de origen de *Capsicum spp* es América del Sur, exactamente en las regiones tropicales y subtropicales de áreas de Bolivia y Perú, donde se han encontrado semillas de más de 7000 años, y desde aquí, se habría diseminado a toda América (Nuez, 1996).

Según Eshbaugh (1983), el número de especies silvestres que comprende el género *Capsicum* es de 20 a 23, mientras que autores como Loaiza-Figueroa (1989), señala que son alrededor de 27 ó 30 especies. De este número de especies se han domesticado cinco especies en Centroamérica y Sudamérica: *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens* y *C. baccatum* (IBPGR, 1983). El ají escabeche (*Capsicum baccatum*) es una especie única de *Capsicum* cuyo origen se sugiere en Sudamérica, probablemente en Perú (Albrech, 2012).

A lo largo de la historia del Perú, el ají ha sido motivo recurrente en textiles, ceramios, ofrenda a los dioses y dibujos; asimismo lo utilizaban como condimento. En el intermedio temprano (200 a. C.) se consumían ají en las culturas Mochica y Nazca. La cultura Salinar (La Libertad) cultivaba el ají mochero. En el intermedio tardío; en un entierro de la cultura Ichma (Valle del río Rímac, Lima) se le colocó a una momia una cobertura de algodón rellena con miles de semillas de ají (APEGA, 2009).

Actualmente las especies de *Capsicum* están muy difundidas en el mundo por sus propiedades culinarias, por ser sazonzadoras, son base de pigmentos requeridos por la cosmetología, más aún por sus propiedades vitamínicas y medicinales. La diversidad de ají en el Perú no ha sido documentada ni estudiada desde el punto de vista botánico – sistemático. Mientras tanto, nuevas variedades foráneas de ají han ingresado al Perú en estos últimos años principalmente en México, tales como el “Ají páprika”. Al mismo tiempo variedades ancestrales nacionales como el “ají escabeche”, “panca”, si bien tienen una

amplia aceptación nacional y de exportación, pero no es objetivo de atención de los investigadores nacionales, careciendo de una cabal ubicación taxonómica entre otros aspectos (Mendoza, 2006).

### 2.1.2. Clasificación taxonómica

El sistema integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2012) propone la siguiente jerarquía taxonómica:

Reino	:	Plantae
División	:	Tracheophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Solanales
Familia	:	Solanaceae
Género	:	<i>Capsicum</i> L.
Especie	:	<i>Capsicum baccatum</i> L.
Variedad	:	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>Pendulum</i>

*Capsicum baccatum* var. *pendulum* (Willd) es conocido comúnmente como “ají amarillo”, “cuerno de oro”, “cumbai”, “escabeche”, entre otros, y es el ají domesticado más común en el Perú (Eshbaugh 1970).

### 2.1.3. Características morfológicas

#### a. Morfología general:

Las especies del género *Capsicum*, comúnmente llamados ajíes o pimientos, son plantas herbáceas de ciclo de vida perenne pero que comercialmente se cultivan como anuales (Ugas *et al.*, 2000).

Son arbustos de aspecto lampiño, tallos erguidos de crecimiento determinado y con altura y forma muy variable en función del cultivar y las condiciones del cultivo. Las hojas son enteras, con un peciolo largo o bien casi sésil y de forma lanceolada u ovoide, crecen de forma alterna a lo largo del tallo y pueden presentar un tamaño entre 0.6 y 12 cm de longitud (Bosland, 2009).

#### **b. Semillas:**

A medida que avanza el proceso de fructificación aparecen las semillas sobre una placenta cónica de disposición central hasta la madurez del fruto. Todas las semillas cultivadas de *Capsicum* tienen las semillas de color amarillento, a excepción de las *Capsicum pubescens* que son muy oscuras. (Nuez et al., 1996). En el caso de *Capsicum baccatum*, “las semillas son redondeadas y ligeramente arriñonadas, que se insertan en la placenta cónica de disposición central, de color amarillo pálido, con una longitud de 3 a 5 mm (Guillén, 2012), Nuez et al. (1996) menciona que el diámetro de la semilla varía de 2.5 a 3.5 mm.

#### **c. Raíz:**

El ají tiene un sistema radicular muy ramificado y profundo, con una raíz pivotante y raíces adventicias que pueden cubrir un diámetro de 0.5 m. a 1 m. pero a su vez dependen de la clase textural del suelo y de la variedad de ají escabeche (Nuez et al., 1996).

#### **d. Tallo y hoja:**

El tallo tiene forma prismática angular, glabro y erecto (Nuez et al., 1996). La morfología de tallo varía, de acuerdo con la etapa de desarrollo de la planta. Al estado de plántula, el tallo principal se desarrolla a partir de la plúmula del embrión. En la fase de rápido desarrollo, hay intensa división en todos los órganos de la planta. El sistema de ramificación sigue un único modelo básico, después que el brote ha sido terminado por una flor o vástago floral, nuevos brotes vegetativos emergen de las axilas de las hojas de la cima y uno o más continuarán creciendo, siendo condicionado por dominancia apical. Puede alcanzar hasta 2m de altura, pero por lo general presenta una altura variable de 0.50 m a 0.80 m en ramificación dicotómica. Cuando el tallo llega a una cierta edad, el tallo se lignifica ligeramente (Guillén, 2012).

Las hojas son glabras (sin pelos), simples, alternas, ovalado en el limbo y lanceoladas en los bordes con un ápice pronunciado, de color verde claro u oscuro de acuerdo a la edad y tienen un pecíolo largo o comprimidos (Nuez et al., 1996).

**e. Flor:**

El color de la corola de las flores, es una característica, que usada con otras características discriminantes, se emplea para delimitar especies. Así, en estado fresco la flor de la especie *C. annuum* tiene una coloración blanca lechosa, la flor de la especie *C. frutescens* es de color blanco-verde y la flor de la especie *C. chinense* blanco-verde o blanco-mate. Las manchas en la corola es una característica propia de la especie *C. baccatum* y pueden ser amarillas, café o pardas. La especie *C. pubescens* tiene la corola de color morada. Además, esta especie presenta frutos con semillas negras y rugosas (IBPGR, 1983; Smith y Heiser, 1951)

En cuanto a la flor, *C. baccatum* con sus dos variedades *C. baccatum* var. *bacatum* y *C. baccatum* var. *pendulum* pertenecen al grupo de flores blancas con formas similares en forma y tamaño del fruto (Eshbaugh, 1977). Presenta flores solitarias en cada nudo, pedicelos erectos y pendientes en la antesis (Nuez et al., 1996). Cáliz campanulado, con los dientes prominentes y más notables en el fruto maduro; corola blanca o verdosa, con manchas amarillas difusas en la base, a ambos lados de los nervios centrales de los pétalos (León, 2000).

**f. Fruto:**

El fruto es una baya, de superficie lisa y brillante, de color verde al inicio de la fructificación hasta la madurez donde se torna de color anaranjado. Tiene una forma alargada cónica o redonda, de tamaño variado, tienen un pedúnculo unido al tejido desarrollado del receptáculo floral (León, 2000). En la parte interna del fruto posee entre dos a cuatro lóbulos, y presenta una cavidad entre la placenta y la pared del fruto; en la placenta se encuentra la mayoritariamente la capsaicina que es producida por las glándulas que se encuentran en el punto de unión de la placenta y la pared de la vaina. La capsaicina (8-metil-N-6-enamida) es responsable del picor (grado de pungencia); posee cualidades analgésicas y descongestivas, por lo que es empleada para la elaboración de medicamentos, para combatir plagas en la agricultura, ingredientes de bebidas, salsas y sprays de defensa personal (APEGA, 2009).

Según Pickersgill (1969) la posición del fruto es una característica distintiva entre materiales silvestres y domesticados, ya que las poblaciones silvestres presentan la posición del fruto erecto, mientras que en los materiales cultivados con mayor grado de domesticación la posición del fruto es colgante.

Los frutos de los *Capsicum* son clasificados como no climatéricos (Lownds et al., 1993). Durante el proceso de maduración, el contenido de clorofila disminuye mientras que paralelamente el contenido de carotenoides aumenta. El tipo de carotenoides es controlado por el genotipo de la planta y el ambiente donde este crece (Bosland y Votava, 2012).

#### **2.1.4. Fenología del cultivo**

La fenología del ají se resume en las siguientes fases: germinación, desarrollo vengativo, floración, fructificación y maduración (Tabla 1). Después de la germinación se produce la emergencia de las plántulas y con la formación de raicillas, que conforme van desarrollando, van aumentando el cumplimiento de las funciones fisiológicas de plenitud, las mismas que se resumen en el anclaje de la planta al suelo, absorción y translocación de agua y solutos, almacenamiento de sustancias de reserva y síntesis de reguladores de crecimiento. Se sintetizan especialmente citoquininas, ácido abscísico y giberelinas, que se traslocan al tallo (Guillén, 2012).

##### **a. Germinación y emergencia:**

El período de preemergencia varía entre 8 a 12 días, y es más rápido cuando la temperatura es mayor durante el período entre la germinación y la emergencia de la semilla emerge primeramente una raíz pivotante y las hojas cotiledonales, luego el crecimiento de la parte aérea procede muy lentamente, mientras que se desarrolla la raíz pivotante; casi cualquier daño que ocurra durante este período tiene consecuencias letales y es la etapa en la que se presenta la mortalidad máxima (Nuez, 1996; Paredes, 2017).

**Tabla 1: Fenología del ají escabeche en Cañete**



CRECIMIENTO VEGETATIVO

BOTÓN FLORAL

FLORACIÓN

FRUCTIFICACIÓN

MADURACIÓN

0 DDT

15 DDT

45 DDT

64 DDT

80 DDT

118 DDT

#### **b. Crecimiento de la plántula:**

Luego del desarrollo de las hojas cotiledonales, inicia el crecimiento de las hojas verdaderas, que son alternas y más pequeñas que las hojas de una planta adulta; de aquí en adelante, se detecta un crecimiento lento de la parte aérea, mientras la planta sigue desarrollando el sistema radicular, es decir, alargando y profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales; la tolerancia de la planta a los daños empieza a aumentarse, pero todavía se considera que es muy susceptible (Nuez, 1996; Paredes, 2017).

#### **c. Crecimiento vegetativo rápido:**

A partir de la producción de la sexta a la octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radicular se reduce gradualmente; en cambio la del follaje y de los tallos se incrementa, las hojas alcanzan el máximo tamaño, el tallo principal se bifurca (9-12 hojas), después que el brote ha terminado por una flor o vástago floral (botón floral); a medida que la planta crece, ambas ramas se sub ramifican (después que el crecimiento del brote ha producido un número específico de órganos florales, vuelve a iniciarse una continuación vegetativa del proceso. Este ciclo se repite a lo largo del período de crecimiento, se trata de un crecimiento simpodial que puede tolerar niveles moderados de defoliación; la tolerancia se incrementa a medida que la planta crece y siempre, que no haya otros factores limitantes la pérdida de follaje se compensa rápidamente, al inicio de la floración la planta absorbe (necesita), niveles altos de N y K (Nuez, 1996; Paredes, 2017).

#### **d. Floración y fructificación:**

Según Nuez (1996) y Paredes (2017) menciona que al iniciar la etapa de floración, el ají produce abundantes flores terminales en la mayoría de las ramas, aunque debido al tipo de ramificación de la planta, parece que fueran producidas en pares en las axilas de las hojas superiores; cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y de producción de flores; de esta manera, el cultivo de ají tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y crecimiento vegetativo. Este patrón de fructificación da origen a frutos con distintos grados de madurez en las plantas, lo que usualmente permite cosechas semanales o bisemanales durante un

período que oscila entre 6 y 15 semanas, dependiendo del manejo que se dé al cultivo.

El mayor número de frutos y de mayor tamaño se producen durante el primer ciclo de fructificación (entre los 90 y 100 días), los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta; en esta etapa es muy susceptible a plagas y enfermedades pues estos afectan al producto a cosechar y los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño, como resultado del deterioro y agotamiento de la planta (Paredes, 2017).

### 3.2. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

#### 2.2.1. Factor temperatura

Muchos autores mencionan que los *Capsicum* son de clima cálido, por lo tanto, son más exigentes en calor que otras solanáceas como el tomate y algo menos que la berenjena. En la Tabla 2 se muestra las temperaturas diurnas, nocturnas y críticas mencionadas por algunos autores.

**Tabla 2: Tabla de temperaturas adecuadas para *Capsicum*, por diferentes autores**

AUTOR	T° DIURNA	T° NOCTURNA	Δ T	T° CRÍTICA
Nuez et al (1996)	23 - 25°C	18 - 20°C	5 - 8°C	< 15°C
Valle (1971)	24°C	15°C	-	< 15°C, 10°C*
Zapata et al (1992)	20 - 25°C	16 - 18°C	-	< 15°C, >32°C
Maroto (2002)	20 - 25°C	16 - 18°C	-	< 15°C
Molfino (2000)	24 - 26°C	16 - 18°C	-	< 15°C, 10°C*

\*Temperatura por debajo de 15°C el desarrollo de la planta se ve afectado y por debajo de 10°C deja de crecer.

La semilla no germina por debajo de los 13°C ni por encima de 37°C, consiguiéndose el mayor % de germinación entre los 20 - 30°C (Zapata et al, 1992).

La velocidad de elongación del tallo se encuentra muy influenciada por la temperatura y la termoperiodicidad. Las temperaturas bajas retrasan el crecimiento y las excesivas producen

tallos delgados, estando las óptimas diarias alrededor de los 25°C y el diferencial térmico noche – día oscila entre 5 - 8°C, si bien su magnitud aumenta con el estado de desarrollo de la planta (Thomson *et al.*, 1957).

El factor exógeno más importante que determina la diferenciación floral es la temperatura, especialmente a temperatura nocturna. La permanencia de la plántula a bajas temperaturas nocturnas (6-12°C) durante 2-4 semanas, favorece la formación de gran número de flores (Nuez *et al.*, 1996). Maroto (2002), nos dice que, una planta joven de pimiento sometida durante la noche a una temperatura de 12°C produce un mayor número de flores que esa misma planta sometida a temperaturas nocturnas de 18°C y que por encima de los 35°C de temperatura puede producirse la caída de flores, concordando con Wacquant *et al.* (1977), quien menciona que a temperaturas diurnas muy elevadas (30-40°C), asociadas a bajas densidades luminosas durante los primeros estadios de desarrollo floral, favorecen la caída de flores.

La temperatura óptima para la germinación del polen es similar o ligeramente superior a la del tomate, entre 20-25°C. La formación de polen está afectada por temperaturas altas, superiores a 30°C (Nuez *et al.*, 1996). A baja temperatura nocturna (8-10°C) reduce la viabilidad del polen, pero favorece la formación de frutos partenocárpicos, con o sin semillas (Maroto *et al.*, 2002). Noto (1984) señala también que, con temperaturas por debajo de 10°C durante la floración, la fructificación, si se produce, es partenocárpica, y los frutos así formados, son de pequeño tamaño y sin semilla. Una temperatura elevada hasta la antesis, seguida de un descanso térmico (8-10°C) origina mayor número de frutos alargados (Wacquant *et al.*, 1977). Según Doolittle, citado por Nuez *et al.* (1996), con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco y temperaturas inferiores a 15°C retrasan o bloquean el desarrollo.

Thompson y Kelly (1957) citados por Maroto (2002), indican que el pimiento es muy sensible a las condiciones de baja y alta temperatura, que provocan en él una excesiva transpiración, que se manifiesta en la caída de flores y frutos.

Según Úgas *et al.* (2000), el ají necesita clima cálido o templado, con una temperatura óptima de 16 a 24°C, siendo su época de siembra de primavera a verano, mientras que Nicho (2004), menciona que el ají escabeche se desarrolla mejor en climas tropicales y semitropicales.

En la costa central (Valle de Chancay – Huaral, Supe, Barranca), se siembra a partir del mes de Julio-Agosto, los requerimientos de temperaturas en promedio son de 25°C para que el producto cosechado sea turgente y bien anaranjado, caso contrario se producen frutos deformados y de mala calidad; asimismo, es importante que la cosecha en fresco de ají escabeche no coincida en los meses de mayor temperatura como son los meses de enero a marzo, o en ese caso se puede producir ají escabeche en seco (Nicho, 2004).

### **2.2.2. Factor humedad relativa**

Según Zapata et al., (1992), la humedad relativa óptima se encuentra entre 50-70% especialmente durante la floración y cuajado; mientras que Castagnino (2009), menciona que la humedad de 65 a 70% resulta óptima para favorecer el cuajado. Durante las primeras fases de desarrollo precisa y tolera una humedad relativa más elevada que en fases posteriores (Zapata et al., 1992).

La relación de los factores humedad relativa y temperatura, tiene gran impacto en la floración y cuajado. Thomson et al (1957), asegura que las “altas temperaturas, especialmente asociadas a humedad relativa baja, conducen a la caída de flores y frutos recién cuajados”, y si “las temperaturas altas y la humedad relativa baja se da durante la floración aumenta la transpiración, produciendo la ruptura de brotes, flores y frutos” (Salunkhe, *et al.*, 2015). Cuando el fruto está en una fase más avanzada de desarrollo resulta más insensible a estos efectos (Thomson *et al.*, 1957).

Una humedad muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificulta la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. La baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Puertos *et al.*, 2011).

### **2.2.3. Requerimientos hídricos**

El riego cumple un importante papel ya que tiene vinculación directa con el rendimiento final del cultivo y la calidad del producto cosechado (Giacconi *et al.*, 1993). Es un cultivo relativamente poco exigente en riego, antes bien el exceso de riego puede producir amarillamiento de las platas que es necesario no confundir con una deficiencia de nitrógeno. Por otra parte, el exceso de riego puede favorecer la presencia de patógenos que atacan a la

raíz y específicamente al sistema vascular (Guillén, 2012). Los puntos críticos de humedad están en la floración y cuajado de frutos (Nicho, 2004).

Lozada (2000) menciona que para un sistema de riego localizado de alta frecuencia (RLAF) el gasto de agua es de 5 251 m<sup>3</sup>/ha en un periodo de siete meses. (Giaconi *et al.*, 1993), menciona que requiere aproximadamente 7500 m<sup>3</sup> de agua/ha por lo que hay que considerar la eficiencia del sistema adoptado. En el sistema de riego por gravedad, el requerimiento hídrico es de 8 000 – 10 000 m<sup>3</sup>/ha. La frecuencia de riegos suele estar entre 9 a 11 con una periodicidad de 10 a 15 días con un caudal por riego de 700-1000 m<sup>3</sup>/ha y un gasto total de agua entre 8000 y 10 000 m<sup>3</sup>/ha (Zapata et al., 1992).

#### **2.2.4. Requerimientos lumínicos**

En cuanto a la luminosidad, la inducción a floración es favorecida por un fotoperiodo de 12 horas, pero en las variedades comerciales suelen ser indiferentes, (Molfino, 2002; citado por Castagnino).

Una intensidad luminosa de 3000 lux representa el límite para obtener un crecimiento normal. El sombreado de las plantas determina menos producción de flores y reducción del porcentaje de cuajado (Tesi, 1983).

El cultivo de *Capsicum* es exigente en luminosidad durante su ciclo vegetativo, especialmente en floración, en situaciones de escasa luminosidad las flores son más débiles y el porcentaje de floración se ve reducida. La falta de luz provoca un cierto ahilamiento de la planta, con alargamiento de los entrenudos y de los tallos, que quedarán débiles y no soportarán el peso de una cosecha abundante en frutos (Zapata et al., 1992). Leñano (1978) citado por Jaramillo (2005) reporta que el alargamiento del fotoperiodo, produce un retraso en la floración y maduración.

#### **2.2.5. Requerimiento edafológico**

El cultivo prefiere suelos sueltos (arenosos), con baja conductividad eléctrica, bien aireados y sobre todo con buen drenaje ya que no tolera condiciones mínimas de encharcamiento ni excesos de humedad (Nuez, 1996), ya que “el estancamiento del agua, o condiciones de saturación durante solo unos días conduce a la muerte de la planta” (Salunkhe, et al, 2015). El pH influye en el crecimiento y disponibilidad de nutrientes en el suelo, siendo el pH

óptimo 6.5-7.0 (Jones et al., 2000), Salunkhe, *et al.* (2015) y Castagnino (2009), mencionan que el rango de pH óptimo varía entre 5.0 – 7.5 y 5.5 – 7, respectivamente.

Se muestra sensible a la salinidad del suelo, influyendo negativamente sobre la calidad de la cosecha (Zapata *et al.*, 1992), Una alta salinidad frecuentemente resulta en un pobre establecimiento, reduciendo el crecimiento y rendimiento de la planta, ya sea por sus efectos osmóticos y/o iónicos. Cuando la planta es sometida a condiciones salinas a temprana edad éstas presentan una marcada reducción en el rendimiento, en cambio cuando las condiciones salinas son impuestas en etapas más avanzadas de desarrollo el rendimiento disminuye ligeramente. Estudios realizados señalan que los ajíes tienen un 50% de pérdida en su rendimiento a una CE de 5.8 dS m<sup>-1</sup>, y una adicional de 12,6% en reducción de rendimiento por cada 1 dS m<sup>-1</sup> de incremento en la CE. (Solis, 2015). Por otro lado, Lorez *et al.* (1980), estima que en suelos con conductividades eléctricas del extracto saturado del suelo de 2 dS m<sup>-1</sup> se produce un 10% de pérdida de rendimiento. Estas pérdidas ascienden al 25% y 50%, para conductividades respectivamente de 3 y 5 dS m<sup>-1</sup>.

Presenta excelente respuesta de incorporación de materia orgánica al suelo (30 TM como mínimo por hectárea). Es de suma importancia el subsolado previo del suelo para facilitar el drenaje y el lavado de las sales (Nuez, 1996).

### **3.3. MANEJO AGRONÓMICO**

#### **2.3.1. Preparación del terreno**

A pleno campo son aconsejables rotación de 4 a 5 años, evitando la sucesión con otras solanáceas (Castagnino, 2009). La preparación del terreno, para campo definitivo, depende del cultivo anterior. Una vez que el terreno esté libre de malezas y residuos de cosecha, se debe pasar la reja o disco y luego una grada para el desterronado, utilizándose luego los implementos de nivelación (Guillén, 2012).

Nuez et al (1996), menciona que primero se debe realizar el subsolado, con el objetivo de romper capas profundas (50 a 70 cm); luego el volteo del suelo, que tiene por objetivo romper las capas superficiales del suelo (25 a 40 cm) envolviendo los restos de cosecha, malas hierbas y estiércol. Para realizar esta operación se utiliza generalmente el arado de vertedera. Por último, se realiza la nivelación. Cuando se vaya a practicar el riego por

inundación es muy importante repasar antes la nivelación de la parcela, para asegurar que la distribución del agua sea uniforme y no se forme zonas de encharcamiento.

Nicho (2004) menciona que la preparación del terreno debe realizarse con las siguientes labores: incorporación de materia orgánica (10-15 t/ha), arado, gradeo, mullido, nivelación del terreno y surcado.

Los distanciamientos para el surqueo varía de acuerdo con la zona del país. En la región costa central, los surcos se distancian entre 0.90 m a 1 m, mientras que en el sur, especialmente en la región Arequipa, se tiende a acortar los distanciamientos, generalmente entre 0.60 m a 0.80 m entre surcos (Guillén, 2012).

### **2.3.2. Siembra**

La época de siembra debe hacerse tal que la fase de floración y fructificación debe coincidir en los meses de temperatura de 18°C a 25°C, temperaturas superiores a 28°C, se tienen problemas de cuajado y desarrollo de fruto (Nicho, 2004).

Ugas et al (2000), menciona que “el cultivo de ají escabeche requiere de climas cálidos a templados (temperatura óptima entre 16° y 24° C) y con humedad relativa baja, por lo que la época de siembra más adecuada es durante la primavera y el verano”.

Nicho (2004) señala que la costa del Perú posee condiciones climáticas para la producción de ají escabeche. En la Costa central como el valle de Chancay - Huaral, Supe, Barranca, el ají se siembra desde julio a diciembre. Si se siembra en los meses de baja temperatura se obtiene un desarrollo de planta poco vigorosa y los frutos son de mala calidad (deformación y descoloridos), por lo cual, conviene iniciar los almácigos en julio-agosto para trasplantar en setiembre-octubre y cosechar en enero-febrero.

Las semillas se siembran en almacigo, utilizando medio kilo de semilla por hectárea en promedio. El trasplante se realiza en campo definitivo una vez que las plántulas presenten de 4 a 8 hojas verdaderas (Ugas *et al.*, 2000). Por otro lado, Nicho (2004), señala, que el trasplante se realiza cuando las plántulas de 4 – 5 hojas, la altura de la planta es de aproximadamente 10 – 15 cm, en una edad de 20 – 45 días, SF almácigos S.A. (2012), menciona el tiempo de proceso para el trasplante varía de acuerdo a la estación del año: 28 – 32 días en verano y 38 – 50 días en invierno.

El trasplante se hace en la costilla del surco, es decir en la parte superior del talud, distanciándose las plantas alrededor de 0.50 m, en la costa sur los distanciamientos son menores y no solo en una hilera, se pueden plantar en dos hileras al tres bolillo, es decir, que cada plántula de una hilera que frente al espacio libre de la hilera de enfrente del mismo surco (Guillén, 2012).

MISTI (2007), indica, que se siembra en la costilla del surco en los suelos sueltos con ligera humedad, la siembra de las plántulas del ají se efectúa en hoyos, es importante que la punta o radícula de la raíz al momento de pisar no se doble, posteriormente se debe apisonar el suelo para no dejar bolsas de aire en la raíz. Se realiza el trasplante cuando las plántulas tienen entre 10 – 15cm de altura en promedio y/o 4 – 6 hojas verdaderas, esto ocurre generalmente de 30 a 45 días después de la siembra en las bandejas almacigueras. En campo el distanciamiento varía entre plantas de 0.5 a 0.6 m y entre surcos 0.70 a 1 m; lo cual da una población de plantas de más o menos 28,000 plantas/has y una hilera por surco.

### **2.3.3. Fertilización**

El rendimiento de la mayoría de los cultivos es específico del sitio y época del año y dependen del cultivar, prácticas de manejo y clima, etc., por esta razón, es crítico que se establezcan metas de rendimiento reales y que se apliquen nutrientes para lograr esta meta. La aplicación de cantidades menores o mayores a las necesarias resulta en una pobre eficiencia de uso de los nutrientes o en pérdidas en el rendimiento y calidad del cultivo (Stewart, 2007).

El contenido de nutrientes varía con la edad de la planta; al inicio del período vegetativo hay una alta concentración de nutrientes en los tejidos, luego tienden a declinar con el aumento del crecimiento hasta la madurez, a excepción de algunos iones como el  $\text{Ca}^{+2}$  que se acumula en las hojas viejas. Asimismo, hay diferencias marcadas de acumulación de nutrientes entre los diferentes órganos de la planta (Demolon, 1966).

Los ajíes requieren cantidades adecuadas de macro y micronutrientes para obtener los rendimientos esperados. Los nutrientes más utilizados son el nitrógeno y el fósforo, aunque con respecto a este último, los ajíes parecen ser menos sensibles que las cebollas, lechugas o crucíferas (Cotter, 1986).

Si bien cantidades altas de nitrógeno son necesarias, demasiado nitrógeno puede estimular un excesivo crecimiento vegetativo, lo cual resulta en plantas grandes con pocas frutas tempranas y si esto se da durante períodos de alta precipitación y humedad, podría resultar en frutos suculentos de maduración tardía y un mayor riesgo de sufrir graves pudriciones del pedúnculo (Bosland y Votava, 2012).

Nicho (2001), recomienda “incorporar materia orgánica (guano de corral) en la preparación del terreno entre 20 – 25 toneladas por hectárea, otra forma de aplicar es en golpes entre plantas, mezclando con los fertilizantes químicos. La cantidad de fertilizante que se debe aplicar depende del análisis del suelo, pero se recomienda la dosis de 150-100-180 kg de N-P-K por hectárea. A los 30 – 40 días después de la siembra y a los 15 días después del trasplante (siembra directa) se aplicará todo el fósforo y potasio y la mitad del nitrógeno, entre las plantas; luego se hace el aporque y se tapa el fertilizante. La segunda aplicación de nitrogenada se hace a los 20 – 30 días después de la primera aplicación (al inicio de la floración), en golpes entre plantas.

Por otro lado, Guillén (2012), menciona que “considerando las características del cultivo se podía hablar de una formulación como 80-60-(0-20) kg de N-P-K por ha, utilizando cualquier fuente para cada elemento. El fósforo debe aplicarse toda la dosis, antes del trasplante. El nitrógeno y el potasio se recomienda aplicarlos en forma fraccionada, no más de 4 aplicaciones a partir del prendimiento de las plántulas trasplantadas. Por tratarse de un cultivo de buena superficie foliar, se puede recomendar aplicaciones de fertilizantes foliares, así como también reguladores de crecimiento, de acuerdo con lo recomendado en el aspecto fisiológico del cultivo”.

Ugás *et al.* (2000) sugieren aplicar la materia orgánica a la preparación del terreno y la dosis de 180-80-100 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O kg/ha, el fósforo y el potasio aplicar antes del trasplante y el nitrógeno fraccionar en 2-3 momentos. Aplicar de 5-10 t/ha de humus de lombriz en reemplazo de materia orgánica. Rojo (2005) presenta la siguiente dosis de fertilización 300 N, 170 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 340 K<sub>2</sub>O, 50 CaO y 70 Mg kg /ha para una producción intensiva de ajíes y la empresa de fertilizantes MISTI (2007) recomiendan aplicar N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg, CaO y Mg a la dosis de (120-150-100-100-100) para la producción de *Capsicum*.

#### 2.3.4. Riego

El ají es un cultivo relativamente poco exigente en riego, antes bien el exceso de riego puede producir amarillamiento de las plantas que es necesario no confundir con una deficiencia de nitrógeno. Por otra parte, el exceso de riego puede favorecer la presencia de patógenos que ataca a la raíz y especialmente al sistema vascular (Guillén, 2012).

Nicho (2001), menciona “que el cultivo es poco exigente en agua, donde el exceso produce daños a las raíces., por lo que, la frecuencia de riego depende mucho de la época y tipo de suelo. El cultivo requiere de una buena humedad al inicio de la floración y el cuajado de frutos. Un día antes de la cosecha, se debe regar para tener frutos turgentes y de mayor duración, resistentes al transporte y comercialización.

Los ajíes son cultivos de raíces poco profundas, hasta el 70% del agua absorbida por las raíces que se encuentran en los primeros 30 cm del suelo (Bosland y Votava, 2012). En el caso del pimiento Giaconi et al (1993), menciona que requiere aproximadamente 7500 m<sup>3</sup> de agua/ha por lo que hay que considerar la eficiencia del sistema adoptado.

#### 2.3.5. Plagas y enfermedades

Son varias las plagas que atacan al ají y que se pueden extender a otras especies del género *Capsicum* como pimiento, páprika y rocoto. Los gusanos de tierra como *Spodoptera frugiperda*, es una larva que ataca las plántulas destruyendo el cuello de la raíz. Su control es a base de cebos tóxicos que se preparan con inertes como afrecho, maíz molido, estiércol seco y considerando insecticidas convenientes (Guillén, 2012).

Sánchez (2007) señala como plagas claves en el cultivo de ají a *Heliothis virescens* (Fabr.) “Perforador de frutos” y *Prodiplosis longifila* Gagne “Mosquilla de brotes” y *Symmestriscema capsicum*. Estos, dañan el producto cosechable, ya sea debido a un ataque desde botón floral, flor o fruto. Estos comedores de follaje pueden cobrar importancia si se dan las condiciones para el establecimiento de estas plagas y si no se toman las medidas necesarias en el momento oportuno para frenarlas (Moreno, 2017).

En cuanto a la enfermedad más frecuente Maroto (2002) considera a *Phytophthora capsici* quien puede atacar tanto plántulas como plantas maduras, dependiendo varios factores como condiciones climáticas, cantidad de inóculo, estado vegetativo de la planta, entre otros. Este patógeno puede ser responsable de varios desórdenes que van desde la marchitez de la hoja,

hasta la pudrición del fruto o de la raíz. La planta sobre la tierra manifiesta una marchitez irreversible, sin previo amarillamiento. En las raíces se produce un moho que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Es posible confundir los síntomas con la asfixia radicular (Moreno, 2017).

En lo relacionado a virus en la actualidad se reportan el Virus Peruano del Tomate (PTV), el virus mosaico del tomate (ToMV) y el virus moteado suave del ají (PMMoV) como problemas serios de virus (Delgado, 2015). Las medidas de control son indirectas como limpieza del personal de campo, eliminación de plantas hospederas y control de insectos vectores, especialmente pulgones (Guillén, 2012).

El cultivo de *Capsicum* es susceptible a altas densidades poblacionales del nemátodo *Meloidogyne incognita* (García, 2011), quien produce una obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado, con los implementos no desinfectados y con cualquier medio de transporte terrestre. Además, los nemátodos pueden interaccionar con otros patógenos, bien de manera activa (como vectores de virus), o bien de manera pasiva (facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado) (Moreno, 2017).

Castillo (2011), afirma que para el manejo integrado de plagas (MIP) el componente principal es la prevención (60%), seguida del control (35%) y la legislación (5%). Además, propone como medidas de MIP: adecuada preparación del terreno, control de malezas oportuno, época de siembra favorable para el cultivo, uso de barreras vivas, trampas negras para la oviposición de lepidópteros y control químico; estas medidas se regirán según el agrosistema del área de siembra. Jaramillo (2005) en su propuesta de manejo integrado de plagas para el cultivo de pimiento piquillo, considera a la densidad siembra con una labor cultural fundamental, para el manejo integrado del cultivo. Sánchez (2007) sugiere como tácticas de manejo de plagas: densidad de siembra a hilera simple porque disminuye la incidencia de plagas; aumento de la fertilización de nitrógeno para evadir los daños de la larva de *Prodidiplosis*; control etológico, trampas de luz para la captura de adultos de lepidópteros y *Prodidiplosis*, trampas pegantes para capturar adultos de *Bemisia ssp* y *Lyriomyza huidobrensis*; control químico, inhibidores de quitina para el control de *Heliothis*, *Spodoptera* y *Copitarsia* y para el control de *Prodidiplosis* el uso de imidacloprid.

### **2.3.6. Plantas voluntarias**

El control de malezas en el país es mayoritariamente manual o mecanizada en las zonas de mayor cultivo del norte (Guillén, 2012). Osorio (2007), citado por Aguilar (2016), propone para el manejo de maleza en cultivos anuales, las prácticas culturales con el objetivo de aumentar la capacidad de los cultivos para competir con las malezas.

Morales-Payan et al. (1997), citado por Moreno (2017), reportaron, por ejemplo, que “coquito” (*Cyperus rotundus*) reduciría significativamente el rendimiento de ajíes (disminuyendo el rendimiento hasta en un 32% conforme la densidad de las malezas en el cultivo de ají aumenta). Un programa de manejo de malezas con éxito es esencial en la producción de un cultivo sano, para esto es oportuno tener en cuenta la planificación de las labores del cultivo, el tipo de siembra y destinar personal para el deshierbo por lo menos en las primeras etapas del cultivo.

Técnicas como el mulch pueden reducir las malezas en el campo, sin embargo, el deshierbo manual es una práctica antigua que todavía es muy eficaz en malezas anuales si se hace cuando éstas son pequeñas. Otra técnica eficaz que va de la mano del manejo del cultivo, es el aporque, ya que al aporcar se agrega suelo alrededor de la base de la planta y el ambiente cambia volviéndose desfavorable para la germinación de malezas (Moreno, 2017).

### **2.3.7. Cosecha**

La cosecha es totalmente manual. El tiempo de cosechar varía desde los 90 días más desde el trasplante, dependiendo del cultivar, del objeto del cultivo, pero también de la zona de cultivo (Guillén, 2012). Nicho (2004), indica que la cosecha en fresco de ají escabeche no es favorable que coincida con los meses de mayor temperatura (enero-marzo), en ese caso se puede producir ají escabeche en seco (ají mirasol).

La cosecha en fresco se realiza a los 120-150 días en promedio, para lo cual los cosechadores emplean bolsas de plástico y una vez llenas lo trasladan a un lugar sombreado donde depositan los frutos para que las personas lo seleccionen, luego del cual lo llenan en sacos de polipropileno y lo cosen con mallas de pescador y de allí lo llevan al camión para el traslado al mercado. Asimismo, se usan jabas plásticas para el transporte y sacos para la recolección en la cosecha. Por otro lado, con un adecuado manejo se obtienen entre 20 a 30 toneladas por hectárea (Nicho, 2004).

Rios (2017), menciona “la maduración del ají escabeche es escalonada, empezando la cosecha entre los 110-120 días en promedio, realizándose la colección a mano, se debe cosechar el fruto una vez alcanzado su madures total. En la primera cosecha se recoge entre el 60 y 70% del total, generalmente basta con 2 cosechas separadas entre una de la otra de 15 a 20 días para terminar esta labor. Los cosechadores emplean jabas de plástico y una vez llenas lo trasladan a un lugar aislado donde depositan los frutos para que las personas lo seleccionen”.

### **3.4. DENSIDAD DE SIEMBRA**

#### **2.4.1. Efecto competitivo**

La competencia vegetal es el proceso por el cual la reacción de una planta sobre un hábitat produce reducción de algún factor para la supervivencia de otra especie que comparte el mismo hábitat, sea en forma simultánea o en un periodo subsecuente (Gálvez, 1994). La competencia en su sentido más amplio se refiere a la interacción de dos organismos que tratan de obtener lo mismo. La interacción competitiva suele implicar espacio, alimento, nutrientes y luz (Odum *et al.*, 2006).

En toda comunidad ecológica se establece que existe una competencia cuando el acceso a los recursos se encuentra en forma limitada, generando interacciones entre los individuos. En las plantas, el índice de área foliar, intercepción de luz y tasa de producción son características de la comunidad en su conjunto. Dentro de las variables que controlan las interacciones se encuentra la densidad y tamaño de la planta. Cuando se inicia el crecimiento, en estado de plántula, hay muy poca o nula interacción entre las plantas, debido a su pequeño tamaño. A medida que avanza el crecimiento, se produce una superposición tanto de forma aérea como subterránea, lo que genera modificaciones en las tasas de crecimiento y morfología y arquitectura de las plantas, lo que se ve acrecentado con aumentos en la densidad (Loomis *et al.*, 2002).

La presión de la población de un cultivo, afecta trascendentalmente las características de la planta. A medida que la población aumenta por unidad de superficie, la planta comienza a competir ante factores esenciales en el crecimiento, tales como nutrientes, luz solar y agua (Janick, 1965; citado por Diestra, 2002). López *et al.* (2005), afirma que el factor de mayor importancia es el acceso de la radiación solar por la planta, produciendo variaciones en el rendimiento.

#### **2.4.2. Densidad de siembra**

La densidad de siembra se define como el número de plantas por unidad de área de terreno; tiene un marcado efecto sobre la producción del cultivo y se considera como un insumo (Arcila, 2007).

La densidad de plantación es el espaciamiento entre plantas al momento de ser trasplantadas en un área. Estudiar la densidad de siembra es en el fondo un estudio sobre la competencia intraespecífica, es decir el efecto en el crecimiento de dos plantas, causado por la existencia insuficiente de algunos factores necesarios. En ocasiones, falta un solo factor pero por lo común, la limitación se debe a dos o más factores y es difícil separarlos y determinar cuál de ellos crea la mayor fuerza de competencia. Hablamos de un concepto muy importante para determinar la distribución espacial de las plantas (Rost y Barbour, 1985; citado por Gálvez, 1994).

La densidad poblacional es un factor que influye sobre algunas características fenotípicas reguladas por el suministro de agua y nutrientes e intercepción de la radiación solar.

Un aspecto importante de la agronomía es la densidad de siembra ya que es una de las prácticas de manejo que influye sobre algunas características fenotípicas reguladas por la capacidad del cultivo de interceptar recursos, llegando a afectar de manera importante la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes (Satorre *et al.*, 2003 y Rodríguez, 2000).

Según Satorre *et al.* (2003), “la densidad de siembra está frecuentemente orientada a maximizar la utilización de los recursos y en consecuencia, aumentar el rendimiento y la calidad de los granos. Para ello, la densidad de siembra del cultivo debe garantizar coberturas vegetales rápidas y uniformes desde etapas tempranas, especialmente en los periodos críticos del ciclo del cultivo”. Seiter *et al.* (2004), menciona también que “una de las estrategias que se tienen para optimizar el uso de los recursos ambientales, contribuir a contrarrestar el problema de la sensibilidad de las plantas al fotoperiodo e incrementar el rendimiento del cultivo, es el empleo de un adecuado distanciamiento entre surcos y densidad de población de plantas”.

Existe una respuesta compensatoria entre el rendimiento y la densidad de siembra debido a que, al disminuir la densidad de siembra, el rendimiento por superficie se mantiene por el aumento de macollaje por planta que compensa la falta de individuos por superficie. Por el contrario, si aumenta la densidad de siembra, la producción de biomasa por planta disminuye, siendo la producción por superficie compensada por el mayor número de

individuos. La intercepción del 90% de la radiación incidente o de otros recursos es suficiente para estabilizar la biomasa del cultivo por unidad de superficie (Satorre *et al.*, 2003).

Las plantas responden a las altas densidades de siembra de varias formas: aumento la altura y la longitud de los entrenudos, y reducción del número de ramas, nudos, hojas, flores y frutos; entre los factores más importantes que determinan la densidad de siembra óptima para un cultivo se encuentran: la longitud del período de crecimiento, las características de la planta, el nivel de recursos disponible para el crecimiento y el arreglo espacial (Willey, 1994; citado por Paredes, 2017)

Arcila (2007), afirma que “las plantas que tienen un período de crecimiento muy corto, tienen menos tiempo para alcanzar un tamaño suficiente para utilizar completamente los recursos, por consiguiente, se necesitan muchas plantas para alcanzar la máxima producción por unidad de área”.

Según Jaramillo (2005), la disponibilidad de la radiación solar necesaria para los procesos biológicos que ocurren en un cultivo está determinada en primer término por el macroclima de la región (latitud y día del año), por las condiciones de nubosidad que determinan las cantidades de radiación directa y difusa, por las propiedades del follaje, como el tamaño y la disposición de las hojas, estructura de la planta y distancia de siembra.

Idinoba *et al.* (2002), menciona que “el incremento en la densidad de siembra es uno de los principales manejos que se hacen para mejorar la captura de radiación solar por los cultivos”. Lee *et al.* (2000), también menciona que “una correcta y apropiada distribución de radiación solar, entre y dentro de los doseles, dará como resultado un trabajo más homogéneo del índice de área foliar (IAF), mejor aprovechamiento de la luz, aumento en la eficiencia fotosintética, menos respiración de mantenimiento y, por tanto, mayores rendimientos agronómicos”, de igual forma Carrillo *et al.* (2003), afirma que “se ha encontrado que las distancias de siembra desempeñan un papel determinante en la intercepción de radiación solar por el cultivo para convertir esta energía en biomasa, sin dejar de lado otros factores importantes, como el cultivar elegido y sus características de crecimiento, al igual que las características climáticas del lugar donde se va a desarrollar el cultivo”.

Para comprender cómo afecta la luz a la tasa fotosintética, hay que considerar que las longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nm son la porción del espectro que las plantas usan para la fotosíntesis, las cuales se conocen como radiación fotosintéticamente

activa (RFA), esta radiación ha sido establecida como uno de los factores determinantes para calcular los rendimientos potenciales de los cultivos, ya sean densos o sembrados en arreglos especiales (Castillo *et al.*, 1997).

Para lograr altos rendimientos en algunas hortalizas, la intercepción de luz por el cultivo debe ser la máxima posible durante la fase de cuaje y llenado del fruto por lo que se requiere que el follaje cubra completamente el espacio entre las hileras (Board *et al.*, 1992).

En cultivos cuyo producto comercial es la parte vegetativa (repollo, lechuga) son necesarias mayores densidades para las siembras tardías o situaciones de cosecha temprana. En cultivos cuyo producto comercial es la parte reproductiva (maíz, algodón), debido a que una determinada variedad tiene un período crítico para maduración, requieren densidades más altas para los cultivares de maduración temprana (Arcila, 2007).

Según Cayón (1992), una base fundamental sobre la respuesta del rendimiento frente a la densidad de población, es que, al incrementar el número de plantas por unidad de área, la producción y acumulación de materia seca se incrementan efectivamente como resultado del alto porcentaje de radiación interceptada. Sin embargo, con densidades elevadas el rendimiento puede disminuir como consecuencia de la competencia por luz establecida dentro de la comunidad, así como por efecto de otros factores como la pérdida excesiva de agua por transpiración y severos ataques de plagas y enfermedades. Una mayor uniformidad entre plantas de una comunidad permite mayores densidades sin que ocurra demasiada pérdida de plantas por la competencia intraespecífica.

La relación entre la producción de materia seca y el número de plantas por unidad de superficie es una curva asintótica; en la que, al incrementar la densidad poblacional, se incrementa la competencia por recursos utilizables, hasta que se alcanza una densidad en la cual la acumulación de materia seca se estabiliza, debido a la baja disponibilidad de recursos. De manera semejante el área foliar y el peso seco específico foliar son atributos de la planta afectados por la densidad poblacional (Rodríguez, 2000).

### **2.4.3. Investigaciones realizadas**

Si se encuentra en una óptima población en cualquier cultivo, es mayor la disponibilidad de recursos que este cultivo puede aprovechar obteniendo mejores resultados en la cosecha, por

lo cual, existen diferentes investigaciones destinadas a determinar cuáles son las densidades de siembra más apropiadas para el rendimiento y calidad género *Capsicum spp.*

Las diferentes estrategias de manejo durante el ciclo de vida de un cultivo pueden producir efectos en el crecimiento y desarrollo de las plantas; en algunos casos, como el del pimentón (*C. annuum* L.), hay variaciones que pueden ser inherentes a los diversos genotipos o pueden ser modificadas por factores, como la distancia de siembra entre las plantas (Viloria et al., 1998).

Palevitch (1969) citado por Ramírez (1998) trabajó con distanciamientos de 20, 30, 40 y 60 cm entre plantas y a 33, 20 y 14 cm entre hileras en el cultivar de pimiento “Vinedale”. Los distanciamientos de 20 cm entre hileras produjeron los rendimientos totales más altos. Además, demostró que, a esa densidad, el número de frutos por planta fue bajo, pero número de frutos por área fue superior comparándolo con distanciamientos mayores. El peso de los frutos no se vio afectado por la densidad de siembra y por lo tanto se obtuvo un incremento en los rendimientos.

Lopez *et al.* (1986), estudió diferentes distanciamientos entre hileras y entre plantas en pimiento. En el trasplante la distancia entre hileras fue de 0.75 a 1.5 m y de 15 cm a 60 cm entre plantas, obteniendo mayor producción y calidad de los frutos a mayores densidades, así como menores daños causados por la insolación y virosis. Con estos resultados recomienda un distanciamiento de 30 cm por 1.0 m.

Lozada (1990), evaluó el efecto de cinco densidades de siembra directa en la producción de cinco híbridos de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo riego localizado de alta frecuencia (micro exudación), las densidades variaron de 30 000 a 70 000 plantas/ha. El menor número de frutos cosechados por planta le correspondió a densidades de 30 000 plantas/ha y cuando las poblaciones se incrementaron a 60 000 plantas/ha este aumento, es decir a mayor densidad de siembra se obtuvo mayor número de frutos cosechados por hectárea, salvo densidades muy extremas que determinaron el efecto contrario (70 000 plantas/ha). Tanto el peso como el tamaño del fruto no se vieron afectados por los diferentes distanciamientos entre planta, pero si por el cultivar. Los mayores rendimientos fueron obtenidos en densidades de 60 000 plantas/ha y a 30 000 plantas/ha se obtuvieron los rendimientos más bajos.

Reátegui (1993), evaluó el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annum* L.) evaluando distanciamiento de 20, 30 y 40 cm entre plantas sobre líneas

de riego por goteo a doble hilera, con un distanciamiento entre mangueras de 1 m, con densidades poblacionales de 100 000, 66 666 y 50 000 plantas/ha, respectivamente. Se observó que para los tres cultivares, la mayor altura promedio de planta se alcanzó en densidades de 100 000 plantas/ha (20 cm entre planta) y a medida que el distanciamiento aumenta, la altura de la planta decrece. Los factores: número de frutos por planta, largo de fruto, diámetro de fruto y porcentaje de materia seca del tallo, hoja y fruto no fueron influenciadas por las densidades de siembra. Los rendimientos promedios para las densidades fueron de 34.8, 34.19 y 32.72 t/ha (para 20, 30 y 40 cm entre plantas respectivamente) lo que demostró que no se tiene diferencia significativa entre las densidades.

Ramírez (1998) evaluó el efecto de la densidad de siembra en tres cultivares de pimiento (Papri King, Papri Queen y Criollo de Motupe) en el valle de Tumbes, trasplantados a 30, 40, 50 cm con una población de 47 619, 35 714 y 28 571 plantas/ha respectivamente. El mayor rendimiento (5 t/ha) promedio se obtuvo con la densidad de 47 619 plantas/ha (30 cm entre planta), mientras que el menor rendimiento (3.7 t/ha) se obtuvo con la densidad de 28 571 plantas/ha (50 cm entre planta). Las variables número de frutos cosechados por planta, altura de planta, porcentaje de cuajado de frutos, y porcentaje de materia seca de tallos, hojas y frutos resultaron no ser influenciados por el efecto de las densidades de siembra estudiadas.

Casanova (2000) estudió el efecto de la densidad de siembra en dos cultivares de pimiento páprika (Papri King y Papri Queen) a 20, 30 y 40 cm entre plantas, con una población 50 000, 33 000, y 25 000 plantas/ha respectivamente. Según los resultados obtenidos, se registró que, si hubo diferencia significativa en la altura promedio de la planta para las tres densidades de siembra, estas fueron de 85.5, 78.3 y 74.8 para los distanciamientos de 30, 20 y 40 cm respectivamente. En cuanto al número de frutos totales por planta se notó diferencia significativa entre las densidades de 20 y 30 cm con respecto a la de 40 cm para ambos cultivares, siendo este último el que obtuvo mayor numero. En resumen, donde se obtuvieron mejores resultados fue a distanciamientos de 40 cm entre plantas, presentándose mayor número de frutos por planta, lo cual repercutió en el rendimiento total, esto se debe a la poca competencia que existe entre las plantas, por los nutrientes y sobre todo por el recurso hídrico en la zona de Tacna.

Cavero et al (2001), evaluó el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y en el color del pimiento páprika, sembrados en forma directa sobre lechos elevados en hileras

dobles separadas 0,35 cm. Se establecieron densidades que van desde 13,333 hasta 500,000 plantas/ha. El rendimiento de pimiento paprika aumentó a medida que aumentó la densidad de la planta, pero las densidades de plantas 200,000 plantas/ha resultaron en pequeños aumentos en el rendimiento. El número de fruta y el peso de la fruta seca/planta disminuyeron con el aumento de las poblaciones de plantas, y el peso/fruta disminuyó ligeramente. El aumento en el rendimiento/ha a medida que aumentó la densidad de la planta fue el resultado de un mayor número de frutas/ha.

López (2017), en su investigación sobre cuatro densidades de siembra en el rendimiento y calidad de dos variedades de chile ancho, en Cascajal – Santa – Ancash, demostró que a los 105 días después del trasplante el cultivar 2 (Sequoya) y la densidad de siembra 3 (33 330 plantas/ha), siguieron teniendo la más alta altura con 101 cm de tamaño en promedio; por otro lado la menor altura la tuvo el cultivar 1 (Supremo) en interacción con la densidad de siembra 4 (30 299 plantas/ha) con una altura de 86 cm promedio, no se encontró significancia en el factor densidades de siembra; pero si en el factor cultivares.

En la variable número de frutos por planta no se encontró alguna diferencia significativa, para la interacción ni para los factores cuando estos actúan independientemente. El efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de chile ancho cultivar Supremo (V1), fue muy significativa siendo la interacción V1D3 (Supremo - 33 330 plantas/ha) con la que se tuvo el mayor rendimiento con 86.28 kg y la interacción V1D4 (Supremo – 30 299 plantas/ha) la que tuvo el menor rendimiento total, para el cultivar Sequoya (V2) no fue significativa las diferentes densidades de siembra en el rendimiento (López, 2017).

En cuanto al efecto de las densidades de siembra en la calidad de los frutos existió significancia en la interacción V x D, para el porcentaje de primera, tercera y papelillo. Para el cultivar 1 (Supremo), el tratamiento que obtuvo la mejor calidad de frutos fue la interacción con la densidad 3 (33 330 plantas/ha) que tuvo: 86% de primera, 5.13% de segunda, 8 % de tercera y 0.28% de papelillo. Y para el cultivar 2 (Sequoya), la mejor calidad de frutos la tuvo la interacción de este cultivar con la densidad 4 (30 299 plantas/ha): con 91% de primera, 3.38% de segunda, 3.6% de tercera y 1.36% de papelillo. En conclusión, el mejor rendimiento y calidad de frutos en el cultivar 1 (Supremo) lo obtuvo en interacción con la densidad de siembra 3 (33 330 plantas/ha) y el mejor rendimiento y calidad de frutos en el cultivar 2 (Sequoya) lo obtuvo en la interacción con la densidad de siembra 4 (30 299 plantas/ha) (López, 2017).

Paredes (2017), en su investigación sobre la Evaluación de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en el sector Almendras, provincia de Tocache, demostró que la mayor altura de plantas se alcanzó con el tratamiento 1 (0,6m x 1,00m) 16 1667 plantas/ha (mayor densidad), con 73.03 cm; el tratamiento 4 (0,8m x 0,9m) 13 889 plantas/ha (menor densidad) obtuvo la menor altura con 69,05 cm.

El mayor número de frutos por planta lo registró el tratamiento 3 (9m x 0,7m) 15 873 plantas/ha con 3 999,29 frutos, diferenciándose significativamente de los demás y el tratamiento 2 (0,8m x 0,8m) 15 625 plantas/ha alcanzó un promedio de 2 524,06 frutos registrando el menor de los tratamientos (Paredes, 2017).

En cuanto al peso de frutos por hectárea, el mayor peso se obtuvo con el tratamiento 3 (0,9m x 0,7m) 15 873 plantas/ha registró el mayor promedio de peso con 2 556,25 Kg.ha-1, diferenciándose significativamente del tratamiento de los demás (Paredes, 2017).

En evaluaciones anteriores de material del Instituto Sinchi, (Méndez et al., 2003) observaron que el aborto de frutos se encuentra influenciado por la alta densidad de siembra, generando una alta competencia por los nutrientes y luz entre plantas y por foto asimilados por parte de los frutos.

La producción y calidad de los frutos no se vio afectada por las densidades de siembra, lo cual es una respuesta de aclimatación de las especies del género *Capsicum* a las condiciones ambientales de disipación de radiación directa (Larcher, 2003).

Higa (2001) evaluó el efecto del distanciamiento y la fertilización nitrogenada en el rendimiento del pimiento paprika cv. Sonora. Las densidades fueron de 40 000, 50 000 y 60 000 plantas/ha. Concluye que la densidad de siembra influyó en el comportamiento de la variable altura de planta, aumentando la altura conforme aumenta la densidad de siembra; en el porcentaje de cuajado y número de frutos por planta se observó que estos aumentaban al disminuir la densidad de siembra. No influyó significativamente la densidad de siembra en el número de días a plena floración, número de días a la maduración, peso fresco promedio de fruto, peso seco promedio del fruto, longitud y diámetro del fruto.

En su investigación Pérez (2014), con finalidad de generar información sobre el efecto de cuatro densidades de siembra en combinación con tres programas de fertilización (250-125-260 kg/ha; 200-75-130 kg/ha y 125-50-130 kg/ha), en el desarrollo y rendimiento del chile cobanero, en el municipio de San Luis, Petén – Guatemala; demostró lo siguiente:

tratamiento que presentó la mayor altura de la planta de chile cobanero, fue cuando se sembraron 20,000 plantas/ha y se aplicó 200-75-130 kg/ha de NPK, con 67.87 cm/planta. Por lo tanto, La densidad de siembra conjuntamente con los programas de fertilización modificó significativamente la tasa de crecimiento y la altura de la planta.

En relación al número frutos por planta, los mejores tratamientos se presentaron cuando se sembraron 20 000 y 16 667 plantas/ha y se aplicó 200-75-130 kg/ha de NPK, con un promedio de frutos de 420 y 413 frutos/planta, pero los programas de fertilización de 250-150-260 y 125-50-130 kg/ha de NPK mostraron cantidades variables al incrementarse la densidad de siembra, observando que los tratamientos a medida que aumenta la población aumentan el número de frutos promedio por planta, debido a un uso adecuado de los nutrientes (Pérez, 2014).

Los resultados del rendimiento de frutos frescos y seco, el mejor tratamiento fue cuando se sembraron 20,000 plantas/ha y se aplicó 200-75-135 kg/ha de NPK, con un rendimiento promedio de 29,203.79 kg/ha de chile fresco y de 4,402.38 kg/ha de chile seco. Producción de chile cobanero responde a las altas densidades de siembra, al aumentar el tamaño de la planta, número de flores y frutos. Así como, la aplicación de fertilizantes aumenta la capacidad de producción del suelo (Pérez, 2014).

#### **2.4.4. Densidad de siembra en *Capsicum baccatum***

Zarate (2012) evaluó cuatro densidades de siembra en el cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) en el valle de Casma en Ancash, bajo riego por goteo. Estas densidades fueron: 13 333, 16 667, 22 222 y 33 333 plantas/ha. La densidad de siembra influyó significativamente en la altura de planta, teniendo a los 180 DDT la mayor altura promedio (148.08 cm) en 33 333 plantas/ha y la menor altura promedio (131.97 cm) en una densidad de 13 333 plantas/ha. El número de frutos por planta disminuye cuando va aumentando la densidad poblacional, teniendo el mayor número promedio de frutos (111.26) en 13 333 plantas/ha y el menor número de frutos promedio por planta (81.67) en 33 333 plantas/ha. El mayor rendimiento de fruto fresco (59,71 t/ha) se obtuvo con la densidad de siembra alta (33 333 plantas/ha) y el rendimiento más bajo (35.19 t/ha) se obtuvo con la densidad de siembra más baja (13 333 plantas/ha). A mayor densidad poblacional disminuye la calidad de fruto, a una densidad alta (33 333 plantas/ha) hay menor producción de frutos de calidad primera (33%) y a una densidad baja (16 667 y 13 333 plantas/ha) hay una mayor

producción de fruto de calidad primera (43.8% y 40.1%, respectivamente). Finalmente las variables: número de días a plena floración, número de días a la maduración, porcentaje de materia seca, longitud de fruto, diámetro de fruto y peso de fruto fresco resultaron no ser influenciadas significativamente por efecto de la densidad de siembra.

Aguilar (2016) evaluó la densidad de siembra en la producción y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*), en la Molina. Estas densidades fueron: 13 333, 14 814, 16 666, 19 047 y 22 222 plantas/ha. La densidad de siembra a 30 cm entre plantas (22 222 planta/ha) influyó estadísticamente la característica de altura de planta a los 30, 100, 160 días después del trasplante. A mayor densidad, mayor altura de planta.

La densidad de siembra a 50 cm (13 333 plantas/ha) influyó estadísticamente en el número de días a plena floración, número de días a la maduración y al porcentaje de cuajado de frutos, lográndose los resultados de 70.05 y 49.33 días y 24.6%, respectivamente, en cada una de las características mencionadas. A menores densidades (13 333 a 14 814 plantas/ha) tardaron más días en llegar a plena floración, número de días a la maduración y al porcentaje de cuajado de frutos con respecto a plantas con menores distanciamientos (Aguilar, 2016).

La densidad de siembra a 50 cm (13 333 plantas/ha) tuvo el mayor porcentaje de materia seca con 10.84% e influyó estadísticamente en la materia seca de frutos. A menor densidad de plantas hay mayor porcentaje de materia seca en frutos. El mayor rendimiento de frutos se obtuvo con un distanciamiento de siembra de 30 cm (22 222/plantas/ha), este fue de 67.370 t/ha. Mientras que el menor rendimiento de frutos se obtuvo con un distanciamiento de 50 cm (13 333 plantas/ha), este fue de 52.08 t/ha (Aguilar, 2016).

El mayor diámetro y el mayor peso promedio del fruto de ají escabeche se observó en la menor densidad de siembra a 50 cm (13 333 plantas/ha), siendo 4.08 cm y 70.56 g respectivamente. La densidad de siembra no influyó estadísticamente en la longitud y peso de fruto (Aguilar, 2016).

### **3.5. IMPORTANCIA DEL CULTIVO**

#### **2.5.1. Situación nacional**

El Ministerio de Agricultura informó que la superficie cosechada total de ají escabeche a nivel nacional en el 2017 fue de 4 256 hectáreas. Con una producción total de 41 658

toneladas. Las regiones con mayores superficies fueron: Lima (1 181 ha), Tacna (1 101 ha), Arequipa (503 ha), Loreto (499 ha), Pasco (261 ha) y la Libertad (242 ha). Con un rendimiento promedio nacional 9 788 kg/ha; las regiones con más altos rendimientos (kg/ha) fueron: La Libertad (23 550), Lima metropolitana (20 967), Ica (20 043), Pasco (13 253), Lambayeque (10 868) y Tacna (10 422). El precio promedio en chacra a nivel nacional fue de S/. 2.03 por kg; las regiones donde los precios promedio en chacra fueron más altos fueron: Piura (8.04), Arequipa (6.95), Lambayeque (2.79), Pasco (2.45) y Apurímac (2.20) y Junín (2.15 nuevos soles por kg) (SIEA, 2017).

### **2.5.2. Demanda**

La Asociación de Exportadores (Adex) estima que la producción de ajíes en la zona sur del país registrará un crecimiento del 10 al 15 % en el 2018, debido a la gran demanda nacional que se observa en los últimos años, la misma que está ligada al boom de la gastronomía peruana. Renzo Gómez, presidente del Comité de *Capsicum* de Adex, destacó que la producción de ají amarillo en Tacna y Moquegua, así como la producción de páprika en Arequipa se elevará el 2018 porque cada vez son más los agricultores interesados en sembrar ajíes por la gran demanda local (Andina, 2018).

### **2.5.3. Principales usos**

#### **a. Alimento:**

En la alimentación, el género *Capsicum* provee muchas especies y variedades usadas en alimentos populares en la cocina de muchas partes del mundo (Di Fabio et al., 2001). El boom gastronómico peruano no sería posible sin el ají, insumo característico de la cocina peruana. Cualquier comida peruana, sea esta costeña, serrana o selvática, del norte, centro o sur, lleva la impronta del ají. Sin ají no existiría comida peruana (APEGA et al., 2009).

Los tipos picantes se usan en fresco (sean verdes o maduros), en encurtidos, secos (enteros o convertidos en polvo) o como salsa industrializada. Los tipos dulces (no picantes) son utilizados en verde como una hortaliza, pero también se consumen maduros, frescos, encurtidos, asados y cocinados de múltiples formas, secos, en polvo o en conserva (Nuez et al., 1996).

**b. Ají escabeche fresco:**

La pulpa de ají escabeche se licua y se obtiene una salsa casera, el cual se usa de condimento por su sabor picante en las comidas como: “escabeche”, “papa a la huancaína”, “ají de gallina”, “cau-cau”, “causa rellena” entre otras. De la misma manera se utiliza la pulpa trozada (Aguilar, 2016).

**c. Ají escabeche deshidratado:**

Conocido como “ají mirasol” al igual que el ají fresco se emplea en salsas (Aguilar, 2016).

**d. Oleorresinas:**

Las oleorresinas son extractos de naturaleza oleosa, compuestas por diferentes carotenoides con propiedades pungentes y pigmentales, obtenidas del ají, que proporcionan a los productos color, sabor, aroma y percepción picante. Variando la solubilidad, se utiliza en la industria alimentaria (coloración de alimentos), cosmética y farmacéutica (Aguilar, 2016).

En la agroindustria, se utilizan las oleorresinas de *Capsicum*, extractos de naturaleza oleosa, que proporcionan compuestos aromáticos, pungentes y carotenoides, obtenidos de la extracción de los ajíes deshidratados con solventes orgánicos (hexano, acetato de etilo o acetona), pero además existen otros trabajos empleando bajas temperaturas usando dióxido de carbono supercrítico (ScCO<sub>2</sub>) que muestran resultados más satisfactorios en cuanto a pureza, integridad de los carotenoides y concentración de los mismos en la oleorresina obtenida. Las oleorresinas de *Capsicum* están compuestas en su mayoría por la capsaicina, dihidrocapsaicina, capsantina y capsorrubina; las dos primeras son responsables del principio térmico o pungencia y las otras dos de la coloración naranja o rojiza de los frutos, y en menor medida de compuestos volátiles, debido a la pérdida producida al momento de la extracción (Restrepo, 2006)

Las oleorresinas de *Capsicum* picantes, se extraen mayormente de variedades de *C. annuum* y se usan como aditivos en la industria cárnica, embutidos, cerdo ahumado, sopas deshidratadas, salsas, bebidas gaseosas y variedades de snack (Di Fabio et

al., 2001). Actualmente se encuentra en el mercado diversidad de subproductos de ají escabeche como salsas de ají, cremas ají con especias y pasta de ají, envasados y encurtidos en forma de envasado industrial y casero satisfaciendo las necesidades del consumidor (Aguilar, 2016).

#### **e. Neutraceuticos:**

Los antioxidantes previenen o retardan la oxidación de las moléculas que producen radicales libres, los cuales causan un efecto perjudicial de envejecimiento a la célula. Los últimos hallazgos en la Universidad Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) determinaron que *Capsicum baccatum* contiene antioxidante y compuestos anti-inflamatorios que podrían ser usados como fármacos contra la oxidación y la inflamación relacionados con los procesos patológicos (Zimmer et al., 2012).

Demarchi (2007), citado por Aguilar (2016), trabajó con el extracto de *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum* observando la actividad antioxidante y antimicrobiana, concluyendo que los extractos hidroalcohólicos de diferentes partes del fruto presentan actividad antioxidante y los responsables serían la presencia de fenoles. Además, afirma que presenta actividad antibacteriana contra bacterias gram (+) y gram (-) como *Candida* sp.

Las especies del género *Capsicum* han sido estudiadas por los investigadores en todo el mundo y los estudios indican que la capsaicina disminuye la incidencia de enfermedades cardiovasculares. Sus propiedades antioxidantes, y antimutagénicas se utiliza contra el cáncer, analgésicos, anti-úlceras, útil en la pérdida de peso, mejora el sistema respiratorio y una acción anti-inflamatoria (Stark, 2008).

#### **f. Ganadería:**

En la ganadería, el *Capsicum* es usado en la elaboración de alimentos de pollos y gallinas ponedoras, con el fin de dar pigmentación en la carne y las yemas de los huevos (Di Fabio et al., 2001).

#### **g. Medicina:**

En la medicina, los ajíes son usados para aliviar problemas como malestares de la tos, resfriados, la bronquitis, el asma y para la garganta irritada y congestionada, empleándolos en forma de gárgaras o infusiones de ajíes macerados o de hojas de la planta (Morton 1981, citado por Long-Solís, 1986).

#### **h. Agricultura:**

En la agricultura, existen insecticidas formulados con concentraciones de capsaicina que tienen un fuerte efecto fumigante y repelente sobre plagas especialmente picadoras-chupadoras. Tenemos el Bioxter, concentrado de ajíes (500,000 grados Scoville), como un producto natural utilizado en Programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) (SEAGRO, 2013) y el Capsialil, extracto de *Capsicum spp.* (434.0 g/L) y *Alium sativum* (542.0 g/L), utilizado como repelente e irritante biológico de insectos, también utilizado en Programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Integrado de cultivos (MIC) (Villanueva et al., 2016).

#### **2.5.4. Exportación**

De acuerdo con cifras de la Sunat, las exportaciones peruanas de ají amarillo en el periodo 2012-2016 registraron un crecimiento promedio anual del 13.5%, al pasar de US\$ 2.1 millones en 2012 a US\$ 3.5 millones en 2016. Asimismo, en el periodo enero-setiembre de 2017, nuestros envíos de ají amarillo al mundo alcanzaron un valor de US\$ 2.5 millones, lo que reflejó una leve caída del 0.97% con relación al mismo periodo del año pasado. Cabe mencionar que el ají amarillo lo exportamos al mundo, principalmente, en dos tipos de presentaciones, que representan alrededor del 90% del total. Por un lado, tenemos envíos del producto congelado, que en el periodo enero-setiembre de 2017 representó un 45% del total, con un valor de US\$ 1.13 millones; mientras que, por el lado, tenemos envíos del producto en preparaciones, ya sea en pasta o en salmuera, cuyos envíos al exterior representaron un 44% del total, con un valor de US\$ 1.09 millones (Comex Perú, 2017).

### **2.5.5. Exigencias del mercado**

En una entrevista (02 octubre, 2018) al profesor e investigador de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Andrés Casas, menciona que es fundamental hacerle ver a los productores de este segmento (ajíes peruanos) la gran posibilidad comercial que tienen entre manos. En esa vía, sostuvo que el desarrollo debe considerar que a nivel internacional hay una gran red de restaurantes peruanos que están constantemente requiriendo ajíes, y en ellos se puede generar espacios para los ajíes nativos. Pero para ello se necesita mejorar la producción, calidad y manejo poscosecha de tal forma que puedan soportar los viajes hacia mercados destino lejanos. “En el extranjero los conocen (a los ajíes), pero el problema es la continuidad, que sepan dónde hay, dónde los consiguen, tienen que insertarse poco a poco”, dijo. La punta de la lanza es sin duda el reconocido ají escabeche peruano, que, para Casas, tiene el mayor potencial de comercio pues es el que más se siembra a nivel nacional y también el que más se consume. De hecho, estima que en el país hay de 3.000 a 5.000 hectáreas de este cultivo y ya se está exportando y es base de un producto industrial como la salsa de ají, que cada vez se consume más. En ese sentido, recordó que la UNALM trabaja en dicha línea con el sector industrial para exportar el ají escabeche y panca tanto en pasta como en congelado con la mira puesta en los restaurantes peruanos del exterior. Y es que el ají peruano tiene unas características únicas que lo distinguen por el clima propio del país (Ramos, 2018).

## **3.6. CALIDAD DE FRUTO DE AJÍ ESCABECHE**

### **2.6.1. Composición del fruto**

El Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (2009) indica la composición química del ají amarillo, tal como se muestra en la Tabla 3, en donde por cada 100 g de producto comestible de ají amarillo fresco hay 88.9 % de agua y en ají amarillo seco 16.6 % de agua. El ají escabeche fresco presenta alto contenido de vitamina C, 60 mg por cada 100 g de alimento. El contenido de Vitamina A es mayor en el ají escabeche seco (1324 ug) y (980 ug) de retinol, forma activa de absorción intestinal y almacenamiento.

**Tabla 3: Composición del “ají escabeche” por cada 100 g de producto comestible**

COMPONENTE	AJÍ FRESCO	AJÍ SECO
Energía (Kcal)	39	302
Agua	88.9	16.6
Proteína (g)	0.9	7.3
Grasa total (g)	0.7	6.3
Carbohidratos (g)	8.8	64.8
Fibra cruda (g)	2.4	23.4
Cenizas (g)	0.7	5.0
Calcio (mg)	31	124
Fósforo (mg)	21	166
Zinc (mg)	*	1.02
Hierro (mg)	0.9	8.20
Retinol (ug)	445	980
Vitamina A (ug)	*	1324
Tiamina B1 (mg)	0.06	0.12
Riboflavina B2 (mg)	0.58	1.48
Niacina B3 (mg)	1.25	4.15
Vitamina C (mg)	60	6.0

Fuente: CENAN

### 2.6.2. Capsaicina

La capsaicina, cuya fórmula empírica es  $C_{18}H_{27}NO_3$ , es la sustancia alcaloide responsable de la pungencia de los ajíes. Se sabe que la capsaicina no es un compuesto simple, sino que se trata de una mezcla de varias amidas a las que se les conoce con el nombre de capsaicinoides (Nuez et al., 1996).

La distribución de los capsaicinoides se da en distintas partes del fruto: cutícula, epicarpio, placenta, y semillas. El contenido de capsaicina es mayor en la placenta y en el septo, en donde se representa un 2.5% de la materia seca, mientras que el contenido medio del fruto es del 0.6%, el de las semillas del 0.7 y el pericarpio del 0.03% (Di Fabio et al., 2000). Las semillas no son fuente de picor, sino ellos ocasionalmente absorben capsaicinoides debido a su proximidad a la placenta (Bosland y Votava, 2012). La proporción relativa de capsaicina y dihidrocapsaicina que varía de aproximadamente 4:1 en pulpa a una relación 3:2 en venas y placenta del fruto (Di Fabio et al., 2000).

La pungencia de los ajíes es medida en grados o unidad Scoville. En 1912, Wilbur Scoville asignó un valor de cero a los ajíes dulces (que no pican) y en el otro extremo de la escala ubicó a la capsaicina a la que le dio un valor de dieciséis millones, como la sustancia más picante (Cedrón, 2013). La concentración de capsaicinoides se determina con precisión

mediante Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC) pero la pungencia comercialmente se expresa en términos de SHU (Scoville Heat Units - Unidades Scoville). Se han establecido cinco niveles de pungencia expresada en SHU para el caso de paprika: no pungente (0-700 SHU), ligeramente pungente (700-3 000 SHU), moderadamente pungente (3 000-25 000 SHU), altamente pungente (25 000-70 000 SHU) y muy altamente pungente (>80 000 SHU) (Weiss, 2002).

Pero también existen condiciones ambientales que determinan la pungencia de los frutos; si durante su ciclo de producción las plantas de ajíes pasan por etapas de sequía o de calores fuertes tienden a producir frutos más picantes, que otras cultivadas bajo condiciones más controladas, así como también las altas temperaturas nocturnas afectan el grado de picor de los ajíes, haciendo que los frutos sean más ácidos y amargos de sabor. Se consideran también factores morfológicos que determinan la pungencia, como el tamaño del fruto, en donde por lo general, los ajíes de frutos pequeños pican más que los ajíes de frutos grandes; y la ubicación de los frutos en la planta, en donde aquellos frutos que se forman en la parte inferior de la planta (los que maduran primero) tienden ser más picantes que los que brotan en la parte superior. En la post cosecha, se considera que los ajíes enlatados pican más que los ajíes frescos, debido al proceso de calentamiento por el cual pasan los ajíes, que hace que la capsaicina se distribuya por toda la lata de conserva (Long, 2011).

Según Nuez et al., (1996), el contenido de capsaicina depende de dos factores, la variedad y los cambios medioambientales. La formación de capsaicina es mayor a temperaturas elevadas como 30°C que a temperaturas suaves entre 21-24°C.

En la Tabla 4 se muestran los valores de pungencia que menciona la literatura (Meckelmann et al., 2013; Morales et al., 2018; Villar, 2018) para algunos de los ajíes del género *Capsicum baccatum*.

### **2.6.3. Carotenoides**

Los carotenoides son pigmentos naturales ampliamente distribuidos, responsables del color amarillo, naranja y rojo de las frutas, raíces, flores, pescados, invertebrados y pájaros (Rodríguez-Amaya 1999).

Los carotenoides se clasifican en dos grupos. Carotenos y xantofilas de acuerdo a la presencia o no de grupos oxigenados en la molécula. Los carotenos son hidrocarburos solubles en éter de petróleo y poco soluble en etano. Entre los más comunes están licopeno,  $\beta$ -caroteno y  $\gamma$ -caroteno (Di Fabio et al., 2000). Entre los de tipo rojo destacan capsantina y capsorubina, mientras que  $\beta$ -caroteno,  $\beta$ -criptoxantina y zeaxantina suelen predominar entre los de tipo amarillo/naranja (Wall et al., 2001; Hornero-Mendez y Mínguez- Mosquera, 2001; citados por Rodríguez-Burruezo, 2007).

Guzmán et al. (2011) mencionan que la coloración amarilla, roja y naranja, es el resultado del metabolismo y la acumulación de carotenoides en los cromoplastos del pericarpio.

**Tabla 4: Pungencia en *Capsicum baccatum***

NOMBRE COMÚN	PROCEDENCIA	SCOVILLE	
		HEAF UNITS	AUTOR
		(SHU)	
Cacho de cabra rojo	Chiclayo	25468	Morales et al. (2018)
		13193	Villar (2018)
		23127	Meckelman et al. (2013)
Cacho de cabra amarilla	Virú	36469	Morales et al. (2018)
		34852	Villar (2018)
		27434	Meckelman et al. (2013)
Chico	Húnuco	49572	Morales et al. (2018)
		62682	Villar (2018)
		63314	Meckelman et al. (2013)
Escabeche	Cañete	2939	Morales et al. (2018)
Escabeche rojo	Chiclayo	14309	Morales et al. (2018)
		25184	Meckelman et al. (2013)
Pacae	Arequipa	4326	Morales et al. (2018)

Cuando Meckelmann et al. (2013) y Villar (2018) presentan más de una medición para un ají, en esta tabla se muestra el promedio. El valor de SHU se obtuvo multiplicando la suma de capsaicina (mg/100g) y dihidrocapsaicina (mg/100g) por la constante 16 por 10 (Morales et al., 2018)

Además Bosland y Votava (2012) señalan presencia de compuestos como la luteína (amarillo-naranja), la zeaxantina, la violaxantina, la antraxantina,  $\beta$ -criptoxantina y  $\beta$ -caroteno, y en los pigmentos rojos, la capsantina, la capsorubina y la criptocapsina; que solo se encuentran en frutas de *Capsicum*.

Rodríguez-Burruezo (2007) evaluó bajo dos sistemas de cultivo al ají (*Capsicum baccatum*) y concluyó que el cultivo al aire libre acumula más contenido de carotenoides frente al cultivo en invernadero, debido a los mejores aportes lumínicos y ventilación.

#### **2.6.4. Calidad del fruto**

La Norma vigente de ají escabeche para comercializarlo al estado fresco es NTP 011.112:1975, normada por el Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC, 2012).

##### **a. Requisitos generales:**

ITINTEC (1975) establece que los frutos deberán presentarse limpios, frescos, enteros y sanos, pertenecerán al mismo cultivar y deberán tener un grado de madurez comercial que les permita soportar el manipuleo, transporte y conservación en buenas condiciones. El color será el típico del ají escabeche al alcanzar la madurez comercial, es decir de color amarillo naranja. En cuanto a la forma los frutos deberán tener una forma cilíndrica alargada y con la zona apical terminada en punta. Con respecto a la salinidad, los frutos deberán presentarse sanos, libres de insectos, enfermedades u otras alteraciones capaces de perjudicar su conservación y consumo. Permittedose variaciones de color de acuerdo a las tolerancias permitidas.

#### **2.6.5. Madurez comercial**

En cuanto al grado de madurez, se especifica que un fruto verde es aquel que presenta un color verde oscuro y que no ha alcanzado aún la madurez fisiológica; un fruto pintón es que presenta un color verde amarillento con un 10% de su superficie con machas amarillo naranja y el fruto ya alcanzado su madurez fisiológica; y un fruto maduro es aquel que presenta cuando menos 1/3 de color amarillo naranja definido, típico al alcanzar la madurez comercial (ITINTEC, 1975; 1986).

### III. METODOLOGÍA

#### 4.1. MATERIALES

##### 3.1.1. Ubicación del campo experimental

El ensayo se realizó en el IRD-Costa (Instituto Regional de Desarrollo – de Costa), Fundo Don Germán perteneciente a la Universidad Nacional Agraria La Molina ubicado en el km 144,5 de la Carretera Panamericana Sur del departamento de Lima, en la provincia de Cañete, distrito de San Vicente de Cañete. Su ubicación geográfica se muestra en la Tabla 5 y Figura 1.

Tabla 5: Características geográficas del campo experimental

LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
IRD - Costa	13°04'36'' S	76°23'04'' O	380 m.s.n.m



Figura 1: Mapa del valle de Cañete. Fuente (Google Earth, 2015).

### 3.1.2. Características climáticas de la zona de estudio

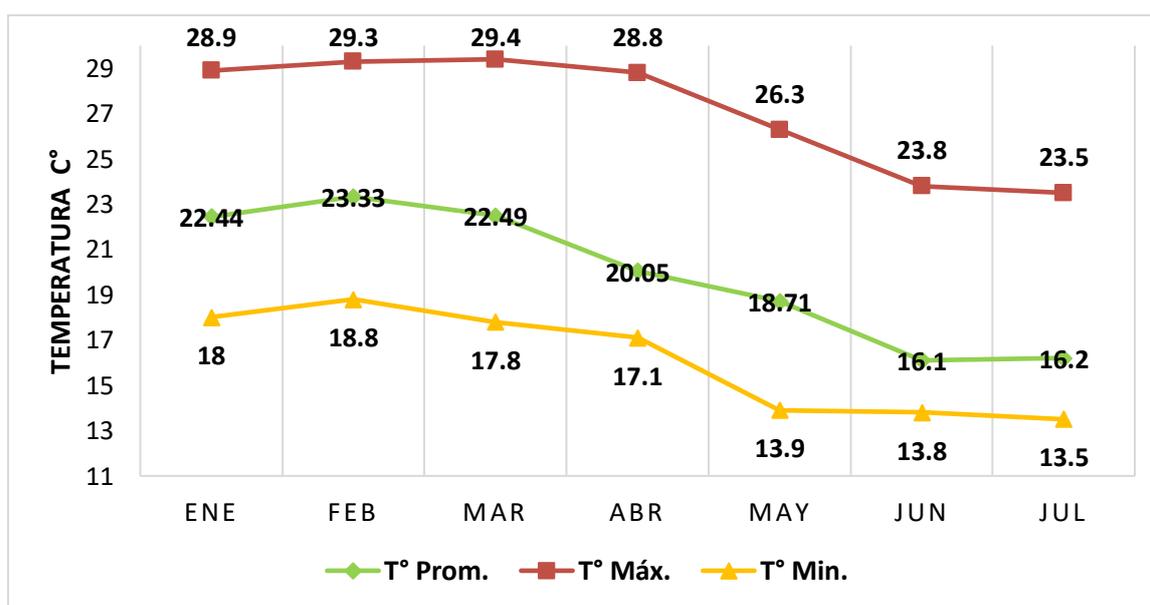
En la Tabla 6 se presenta el resumen de los datos meteorológicos obtenidos de la estación meteorológica “Cañete” del SENAMHI. Se puede apreciar que durante el crecimiento vegetativo (Enero del 2018 – Julio del 2018) la temperatura vario entre 29.4 °C (Marzo) como máximo y 13.5 °C (Julio) como mínimo. Estas temperaturas no alteran el ciclo usual de la especie.

Para la etapa de floración y cuajado de frutos (Marzo del 2018 – Junio del 2018) la temperatura osciló entre 29.4 °C y 13.8 °C. También se observó una temperatura promedio de 22.49 °C y 16.1 °C, que corresponde a la temperatura óptima a la que se debe mantener el cultivo de ají en esta etapa (Figura 2).

**Tabla 6: Datos meteorológicos registrados durante la etapa experimental**

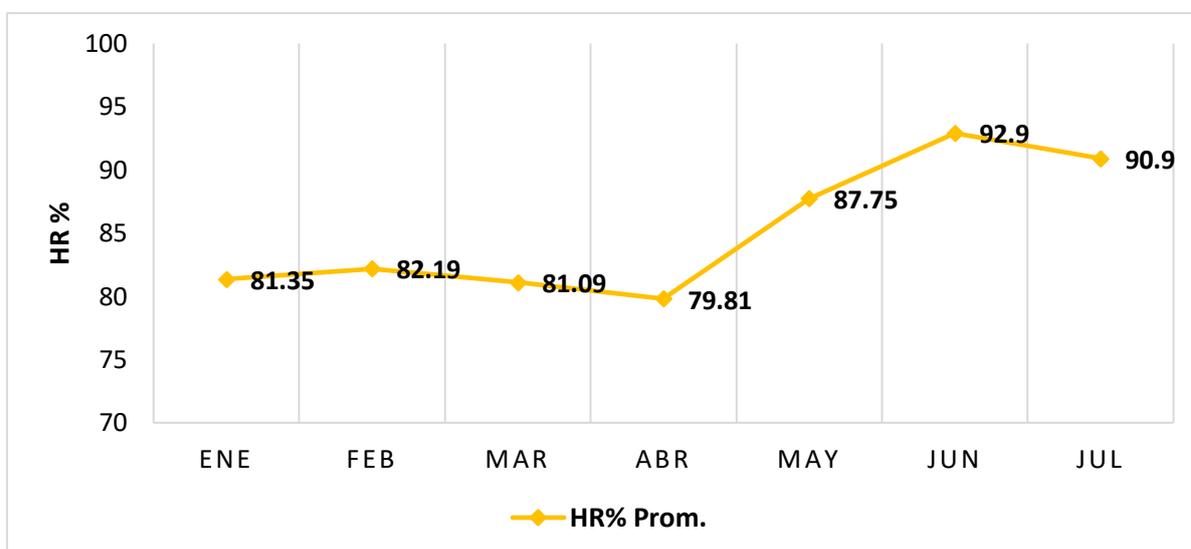
MES/AÑO	TEMPERATURAS (°C)			H° RELATIVA (%)	PRECIP. (mm)
	MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA		
ENE. 2018	18	22.44	28.9	81.35	0
FEB. 2018	18.8	23.33	29.3	82.19	0
MAR. 2018	17.8	22.49	29.4	81.09	0
ABR. 2018	17.1	20.05	28.8	79.81	0
MAY. 2018	13.9	18.71	26.3	87.75	0
JUN. 2018	13.8	16.1	23.8	82.9	0
JUL. 2018	13.5	16.2	23.5	90.9	0
PROMEDIO	16.1	19.9	27.1	85.1	0

Fuente: SENAMHI, 2018 - Dirección de Redes de Observación y Datos. Estación: CAÑETE



**Figura 2: Variación de temperatura en el periodo enero 2018 - julio 2018 - Cañete**

Con respecto a la humedad relativa se mantuvo por encima del 79 % durante los meses de enero hasta julio, a partir de mayo la humedad relativa aumento en 88 % a más (ver Figura 3).



**Figura 3: Variación de la humedad relativa en el periodo enero 2018 - julio 2018 - Cañete**

### 3.1.3. Características del suelo

En el Anexo N° 11 se presenta los resultados del análisis de suelo del fundo Don Germán realizado por el Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Según este análisis el suelo tiene una clase textura franco arcillo arenoso, ya que presenta un 53 % de arena, 27 % de limo y 20 % de arcilla. El suelo analizado, tiene además una salinidad ligera (CE 2.58 dS/m), este valor es alto según Lorez et al (1980), ya que estima que en suelos con CE de 2 dS/m se produce un 10% de pérdida de rendimiento y que está perdida puede aumentar a 25% a una CE de 3 dS/m. El valor de pH es ligeramente alcalino (7.50), favorable para el ají escabeche según Salunkhe, et al (2015), quien menciona que el rango de pH optimo varía entre 5.0 – 7.5. El contenido de materia orgánica fue bajo (1.84 %) y se detectó presencia de carbonato de calcio (2.60%), el fósforo y potasio disponible en el suelo es alto, 78.9 ppm y 994 ppm respectivamente. El CIC es 16.64 meq/100 g y el porcentaje de saturación de bases es 100 por ciento.

### 3.1.4. Material vegetal

El material empleado fue el de Ají Escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) cv. Zanahoria, obtenido del Vivero Santiago Fumagali de Chincha. Las características principales del cultivar Zanahoria se observan en la Tabla 7.

**Tabla 7: Características principales del cultivar Zanahoria**

<b>Cultivar</b>	<b>Zanahoria</b>
Procedencia	Cañete
Diversidad	Propia de cada valle.
Días de madurez	120-150 días post trasplante.
Uso	En el mercado local (fresco) y en agroindustrias (congelado salsa y pasta).
<b>Fruto</b>	
Color de madurez	Anaranjado intenso
Mesocarpo (pulpa)	Carnosa
Exocarpo	Fuerte y lisa
Forma	Globo alargado cónico y la parte inferior termina en punta roma
Largo	8 – 12 cm
Diámetro	2 – 4 cm
Peso	30 – 60 g
<b>Flor</b>	
Constricción anular	No tiene.
Pétalos	Con manchas difusas en la base de los nervios centrales.
<b>Planta</b>	
Ramificación	Dicotómica
Vigor de la planta	Fuerte

Fuente: Nicho, 2004; APEGA et al, 2009, Programa de hortalizas, 2012.

### **3.1.5. Herramientas**

En el campo se utilizaron los siguientes materiales:

- Cal
- Carteles de madera
- Wincha métrica
- Vernier
- Lupa 30X
- Cámara fotográfica
- Estufa
- Bolsas de papel kraff
- Bolsas de plástico
- Balanza y balanza de precisión
- Libreta de apuntes
- Insumos agrícolas: fertilizantes y agroquímicos.

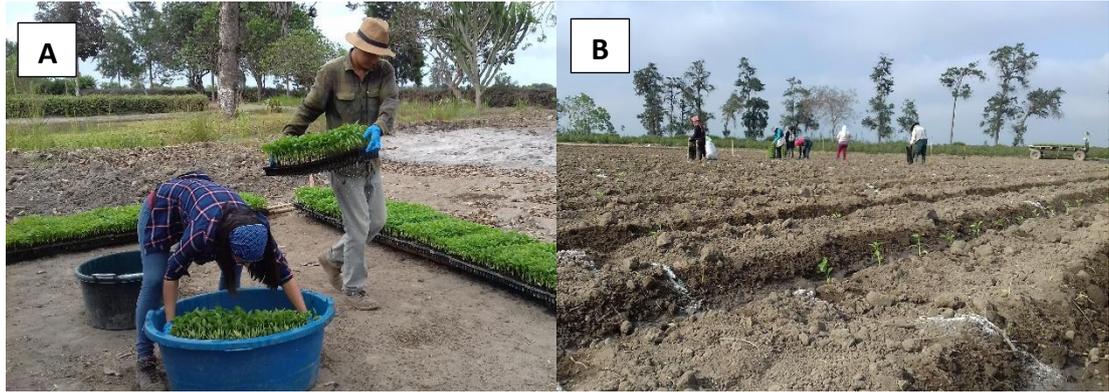
## **4.2. METODOLOGÍA**

### **3.2.1. Manejo del cultivo**

La preparación del terreno consistió en labores de riego de machaco, arado, gradeo y nivelado para posteriormente continuar con el surcado. La distancia entre surco y surco fue de 1,2 metros. El tipo de riego utilizado fue de gravedad. Antes del trasplante se regó y aplicó Sellador, un herbicida pre-emergente a la dosis de 1 L/cl. Las plántulas trasplantadas tenían 46 días de edad, provenientes del Vivero Santiago Fumagali de Chincha.

#### **a. Trasplante**

El trasplante se realizó el 10 de Enero de 2018 a una hilera con el terreno a capacidad de campo, a 5 diferentes densidades entre planta y planta y a 1,2 m entre surco y surco. Se trasplantaron plantines de aproximadamente 13 cm, sanos y con buena conformación de planta. Previo al trasplante, los plantines fueron inmersos en una solución de Neoxamil (700 ml/cil) para prevenir el daño de raíces por nemátodo, Agromil 48CE (1 l/cil) para prevenir daño por barrenador de tallo, Tachigaren (400 ml/cil) para proteger a las plantas del ataque de hongos en el suelo y Emul-pH (regulador de pH) (Figura 4).



**Figura 4: Aplicación de productos químicos a los plantines(A) y trasplante (B)**

Al momento del trasplante se realizaron hoyos con carrizo sobre la parte superior lateral del surco teniendo en cuenta que cada plantín no tenga contacto directo con el agua de riego. Una vez colocados en el hoyo de siembra, se enterraron cada una con un poco de tierra y con mucho cuidado, asegurándose de no dejar bolsas de aire que provoquen la deshidratación de los plantines.

#### **b. Riego**

Los riegos fueron por gravedad, ligeros y frecuentes manteniendo la humedad del suelo. El primer riego se realizó un día después de la plantación y a partir del segundo fueron cada 7, 10 o 15 días, de acuerdo a las necesidades del cultivo (Ver Anexo N°15)

#### **c. Fertilización**

La ecuación de fertilización utilizada fue de  $103 \text{ N} - 121 \text{ P}_2 \text{ O}_5 - 133 \text{ K}_2 \text{ O} - 103 \text{ CaO} - 46 \text{ MgO}$ . La primera fertilización, se realizó a los 20 días después del trasplante (DDT) ( $17.8 \text{ del N} + 25 \text{ P}_2 \text{ O}_5 + 28.8 \text{ K}_2 \text{ O} + 33 \text{ CaO}$  y  $12.9 \text{ MgO}$ ), empleando Nitrato de Amonio, Cloruro de potasio, Sulfato de magnesio, Biofosca y Fuduran granulado. La segunda fertilización, se realizó a los 35 DDT ( $31.8 \text{ del N} + 61.3 \text{ P}_2 \text{ O}_5 + 51.7 \text{ K}_2 \text{ O} + 25 \text{ CaO}$  y  $11.9 \text{ MgO}$ ), utilizando nitrato de amonio, fosfato diamónico, cloruro de potasio y sulfato de magnesio. El tercer abonamiento fue antes de la floración, a los 59 DDT ( $36.9 \text{ del N} + 23 \text{ P}_2 \text{ O}_5 + 27 \text{ K}_2 \text{ O} + 30 \text{ CaO}$  y  $12 \text{ MgO}$ ), utilizando nitrato de amonio, cloruro de potasio y sulfato de magnesio y estiércol de cuy. La cuarta fertilización, se realizó a los 91 DDT ( $16.8 \text{ del N} +$

11.5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> +26 K<sub>2</sub> O + 15 CaO y 10 MgO), utilizando nitrato de amonio, cloruro de potasio y sulfato de magnesio.

**d. Manejo fitosanitario**

Las aplicaciones fitosanitarias se realizaron según la incidencia de las plagas y enfermedades, se realizaron evaluaciones semanales (2 por semana) y las plagas más frecuentes fueron *Prodiplosis longifilia* y *Spodoptera eridania*. Las enfermedades que se presentaron fueron: Marchitez o pudrición de raíces (*Phytophthora capsici*), Chupadera (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.*). Ninguno de los problemas sanitarios afecto severamente el estudio (Ver Anexo N°14 y 15).

**e. Labores culturales**

Se realizaron labores como cambios de surco a 35 días después del trasplante (DDT). El control de malezas se realizó de manera manual con lampas y con aplicaciones de Sellador y Quemafol en forma dirigida directamente al surco haciendo uso de bombas mochila de 20 litros de capacidad y aporques con lampa.

**f. Cosecha**

El periodo de cosecha se inició a los 131 días después del trasplante del cultivo y se realizó manualmente cuando los frutos alcanzaron su madurez comercial (anaranjado al 100%). Se realizaron seis cosechas, la segunda a los 138 días, la tercera a los 152 días, la cuarta a los 166 días, la quinta a los 175 y la sexta a los 187 días después del trasplante. Los frutos fueron separados según su distribución por bloque y tratamiento. La producción fue orientada al mercado local, por lo que los frutos fueron separados en primera, segunda y tercera calidad (Figura 5).



**Figura 5: Cosecha y selección de ají escabeche**

### 3.2.2. Densidades evaluadas

En la Tabla 8 se resumen los distanciamientos evaluados. Las poblaciones variaron de 13 888 plantas/ha a 20 833 plantas/ha. El distanciamiento entre plantas varió de 40 a 60 cm. El distanciamiento entre surcos fue el mismo para todos los tratamientos (1.2 m entre surcos).

**Tabla 8: Densidades evaluadas en el experimento**

<b>CLAVE</b>	<b>DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTAS</b>	<b>PLANTAS POR HERTÁREAS</b>
T0	40 cm	20 833
T1	45 cm	18 518
T2	50 cm	16 666
T3	55 cm	15 151
T4	60 cm	13 888

### 3.2.3. Diseño experimental

El diseño empleado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cinco tratamientos y cuatro bloques o repeticiones. La distribución de los tratamientos se realizó aleatoriamente en las unidades experimentales de cada bloque.

- Los datos obtenidos de las evaluaciones de los diferentes tratamientos fueron sometidos al análisis de variancia (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%. El esquema del análisis de varianza se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9: Esquema de análisis estadístico**

<b>FUENTE DE VARIABILIDAD</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>
Bloques	3
Tratamientos	4
Total	19
EE	12

- El modelo aditivo lineal de cualquier observación es:

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$X_{ij}$  = Es la variable observado en el i-ésimo Tratamiento, j-ésimo repetición.

$\mu$  = Efecto de la Media General

$\beta_i$  = Efecto del i-ésimo Tratamiento

$\alpha_j$  = Efecto del j-ésimo repetición

$\epsilon_{ij}$  = Efecto de Error Experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo repetición.

- Los promedios fueron comparados mediante la prueba de comparación de Duncan con un nivel de significación de 0.05 para determinar la diferencia entre pares de medias de los diferentes tratamientos. El software empleado para realizar los análisis fue el R versión 16.

#### **3.2.4. Características del campo experimental**

En la Tabla 10 se muestra las características del área experimental que en total ocupó 810 m<sup>2</sup>.

**Tabla 10: resumen las características del área experimental**

<b>ÁREA DE LA UNIDADES EXPERIMENTAL</b>	
Ancho	4.8 m
Largo	5 m
Distancia entre surco y surco	1.2 m
Número de surcos por parcela	4
Área de la unidad experimental	24 m <sup>2</sup>
Número de unidades experimentales	20
<b>ÁREA EXPERIMENTAL DE LOS BLOQUES</b>	
Largo	30.8 m
Ancho	5 m
Área del bloque	154 m <sup>2</sup>
Número de bloques	4
<b>ÁREA TOTAL EXPERIMENTAL</b>	
Área neta experimental (total bloques)	616 m <sup>2</sup>
Área de las calles y perímetro	194 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	810 m <sup>2</sup>

Croquis del ensayo: los cinco tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro bloques, como se indica en la Figura 6.

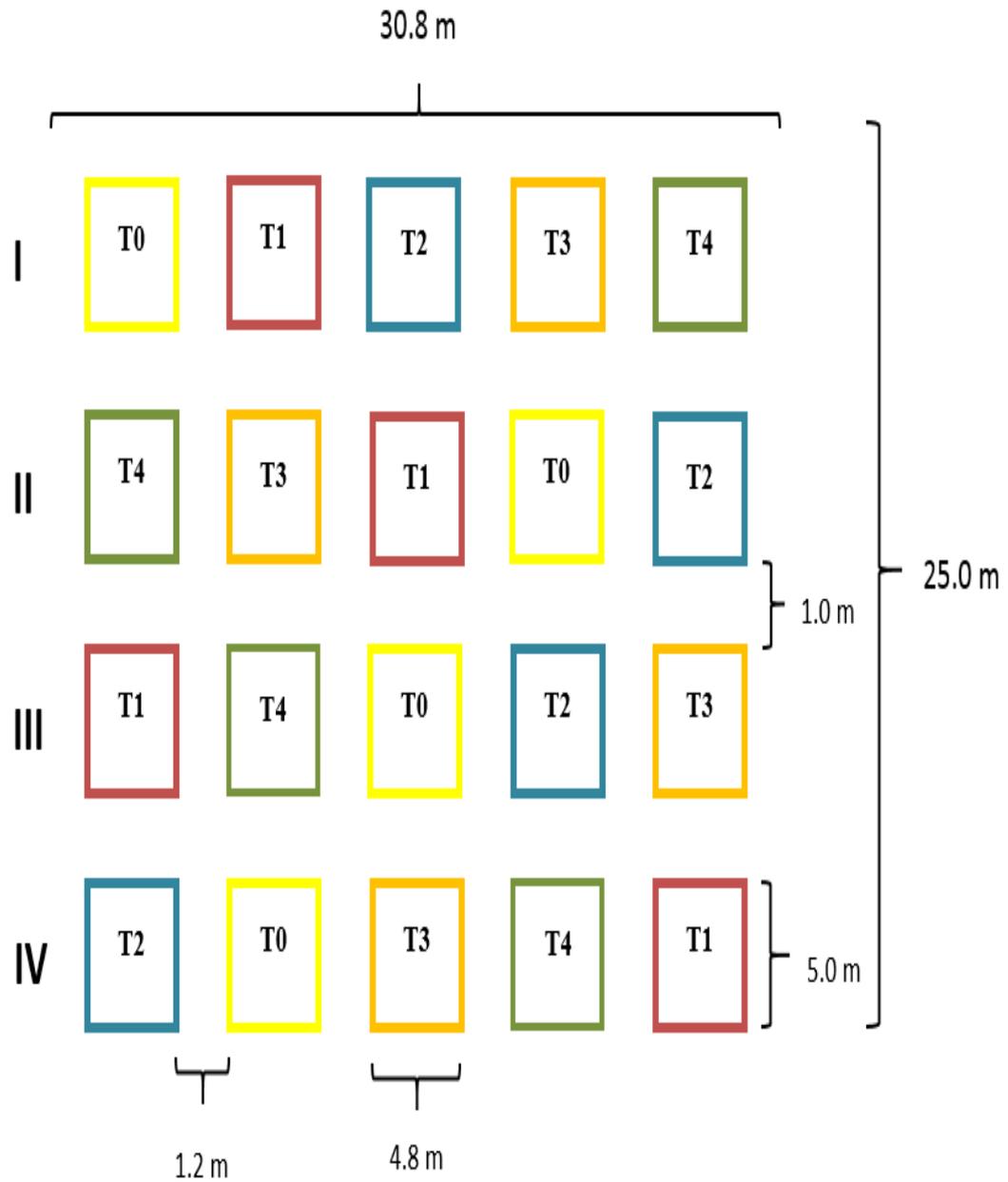


Figura 6: Croquis experimental

## **4.3. EVALUACIONES REALIZADAS**

### **3.3.1. Variables biométricas**

#### **a. Altura de la planta**

Se evaluaron cinco plantas al azar, haciendo uso de una wincha se midió la altura desde el cuello de la planta hasta la yema terminal de la planta a los 30, 100 y 160 días después del trasplante.

#### **b. Números de días a plena Floración**

Se contó los días transcurridos desde el trasplante hasta la floración plena, en cada unidad experimental. Se tomó como la fecha cuando el 75% de las plantas presentaron floración plena (más del 50% de flores abiertas).

#### **c. Número de días a la maduración:**

Se tomó los días transcurridos desde la plena floración, hasta la maduración comercial de los frutos, registrándose los datos cuando los frutos presenten la coloración naranja al 75% en el 75% de plantas.

#### **d. Porcentaje de cuajado:**

Se tomó tres plantas por unidad experimental, en ellas se contabilizarán los frutos cuajados. El porcentaje se obtuvo promediando la data obtenida de las tres plantas.

### **3.3.2. Rendimiento**

#### **a. Rendimiento:**

Se tomará el peso de los frutos y número de frutos cosechados en los dos surcos centrales de cada unidad experimental en cada cosecha.

### **3.3.3. Calidad de la producción**

#### **a. Longitud y diámetro de fruto:**

La longitud del fruto se midió en cada cosecha (10 frutos al azar) desde la base del pedicelo hasta el ápice terminal de la baya, usando una regla. Se midió el diámetro ecuatorial del fruto utilizando un vernier en la parte media.

**b. Peso promedio del fruto:**

Con los frutos de las cosecha (10 frutos al azar) de las plantas marcadas, se pesaron cada uno de ellos en una balanza de precisión, teniendo en cuenta solamente frutos sanos.

**c. Clasificación de la producción**

En cada cosecha se clasificó los frutos de ají escabeche en primera, segunda y tercera calidad según las características del mercado local y los requisitos por la agroindustria (Tabla 11).

**Tabla 11: Clasificación de la calidad en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) cv. Zanahoria para el mercado local**

Factores de calidad			Calidad primera	Calidad segunda	Calidad tercera
Peso (g)	Min		35	25	10
	Promedio		44	28	16
	Max.		60	32	24
Tamaño	Min		2.8	2.5	2.0
	Diámetro (cm)	Promedio	3.2	2.6	2.2
		Max.	3.5	2.7	2.4
Longitud (cm)	Min		10	8	6
	Promedio		11	9.3	7.5
	Max.		13.5	10	7.8

Fuente: Zarate, 2012.

**3.3.4. Porcentaje de materia seca**

Se extrajo una planta al azar en cada una de las unidades experimentales al inicio de la cosecha, luego se separaron los frutos, hojas y tallos, luego se pesó y obtuvo el peso fresco de cada una de las partes mencionadas. Finalmente fueron llevados a la estufa (entre 100 a 150 g cada una) a 105°C por 72 horas y así determinar el peso seco, con la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100$$

## IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 5.1. VARIABLES BIOMÉTRICAS

#### 4.1.1. Altura de planta

En la Tabla 12, se resumen los resultados obtenidos en esta característica a los 30, 100 y 160 días después de trasplante (DDT) bajo las cinco densidades de siembra en evaluación. Los plantines fueron trasplantados con una altura entre 13 cm de altura.

**Tabla 12: Altura de plantas (cm) en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra**

PLANTAS POR HECTÁREA	DÍAS DESPUÉS DEL TRASPLANTE		
	30	100	160
20833	13.14a	88.19a	93.41a
18518	12.75a	86.18ab	89.90b
16666	12.18a	83.55b	89.78b
15151	12.64a	83.01b	87.84bc
13888	13.67a	81.77b	86.07c
<b>Promedio</b>	12.88	84.54	89.40
<b>CV%</b>	12.36	3.28	2.53

\* Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan 0.05

Durante los primeros 30 días DDT el crecimiento de las plantas de ají fue uniforme y de acuerdo a la prueba de Duncan al 5% no existe diferencia significativa entre las alturas en las diferentes densidades. Las alturas promedio de las plantas de ají escabeche variaron entre 12.18 y 13.67 cm para 50 cm (16 666 plantas/ha) y 60 cm (13 888 plantas/ha) de distanciamiento entre plantas, respectivamente.

Según la prueba de Duncan al 5% para la altura promedio a los 100 DDT existe diferencias significativas entre las densidades evaluadas, la mayor altura promedio de plantas fue de 88.19 cm en el distanciamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) entre plantas, no

diferenciándose significativamente del distanciamiento de 45cm (18 518 plantas/ha) que registro una altura promedio de 86.18 cm. Los distanciamientos de 50, 55 y 60 cm no se diferenciaron significativamente entre sí, siendo la menor altura promedio de 81.67 cm en el distanciamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha).

Durante el crecimiento y desarrollo, la altura de planta se incrementa, es así que a los 160 días el tratamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) destaca con 93.41 cm, sobre los demás distanciamientos, seguido por el de 45 cm (18 518 plantas/ha) con 89.90 cm y quedando en último lugar el de 60 cm (13 888 plantas/ha) con 86.07 cm, con diferencias significativas según a la Prueba de Duncan al 5%. Vale decir que a medida que los distanciamientos aumentaban, es decir a menor densidad de siembra, la altura de la planta decrece.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Zarate (2012) para el mismo cultivo bajo cuatro densidades de siembra en el Valle de Casma, en donde encontró evidencia estadística significativa para afirmar que la densidad de siembra influye en la altura de la planta. La mayor altura de planta (148.08 cm) lo obtuvo en la mayor densidad de siembra (33 333 plantas/ha) y la menor altura de planta (131.97 cm) lo obtuvo en la menor densidad de siembra (13 333 plantas/ha), mostrando también una tendencia que a mayor densidad poblacional la altura de las plantas aumenta. Aguilar (2016) quien trabajo con el mismo cultivo bajo cinco densidades de siembra en la Molina, afirma que a menor densidad (13 333 plantas/ha) obtuvo la menor altura (121.21 cm) y a mayor densidad poblacional (139.79 cm) obtuvo la mayor altura (139.79 cm).

Lozada (1990), Reátegui (1993), Ramírez (1998) y Casanova (2000) e Higa (2001) reportaron que la altura de planta es influenciada por la densidad de siembra en híbridos de pimiento dulce y cultivares de pimiento páprika como Papri King, Papri Queen, Criollo de Mtupe y Sonora, presentando las mayores alturas en las densidades más altas con respecto a los demás tratamientos y a medida que el distanciamiento iba aumentando, la altura de la planta disminuía.

López (2017), en su investigación sobre cuatro densidades de siembra en el rendimiento y calidad de dos variedades de chile ancho, en Ancash, demostró que el cultivar 2 (Sequoya) en una de las densidades más altas (33 330 plantas/ha) tuvo la mayor altura de 101 cm en promedio; por otro lado la menor altura la tuvo en el cultivar 1 (Supremo) con la menor densidad de siembra 4 (30 299 plantas/ha) con una altura de 86 cm promedio.

Toda planta compite con otras por luz, dióxido de carbono, nutrientes y agua. Por lo que, en plantas bajo mayor densidad de siembra, se estimula la competencia por la luz, induciendo que las plantas crezcan más. Por lo tanto, se tienen plantas altas en poblaciones más densas.

#### 4.1.2. Días de floración

En la Tabla 13 se observa que no hubo efecto de las densidades evaluadas en los días a plena floración que vario entre 62 y 63.75 días.

**Tabla 13: Número de días a plena floración, maduración de fruto y porcentaje de cuajado en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra.**

<b>PLANTAS POR HECTÁREA</b>	<b>NÚMERO DE DÍAS DE PLENA FLORACIÓN</b>	<b>NÚMERO DE DÍAS DE MADURACIÓN DEL FRUTO</b>	<b>PORCENTAJE DE CUAJADO</b>
20833	62.00a	44.50a	64.04b
18518	62.50a	47.50a	64.82b
16666	63.50a	47.75a	66.60a
15151	63.00a	48.50a	66.92a
13888	63.75a	49.75a	67.62a
<b>PROMEDIO</b>	62.95	47.60	66.00
<b>CV%</b>	3.43	8.48	1.39

\*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan 0.05.

En la Tabla 13, se observa que las plantas a un distanciamiento de 50 cm (13 888 plantas/ha) demora 63.75 días en alcanzar la floración, mientras que aun distanciamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) logra florear a los 62 días (Figura 7).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Zarate (2012) para el mismo cultivo bajo cuatro densidades de siembra en el Valle de Casma, en donde no encontró evidencia estadística significativa para afirmar que la densidad de siembra influye en el número de días a plena floración. Por el contrario Aguilar (2016) quien trabajo con el mismo cultivo bajo cinco densidades de siembra en la Molina, afirma que a menores densidades (13 333 a 14 814 plantas/ha) tardaron más días en llegar a plena floración con respecto a plantas con

menores distanciamientos, entre ellos (19 047 a 22 222 plantas/ha), mostrando que hay evidencias significativas suficientes para concluir que la densidad de siembra influye en el número de días a plena floración. Esto puede deberse a las condiciones ambientales del presente ensayo con respecto a los otros reportados.

Los resultados también coinciden con los de Ramírez (1998) el cual evaluó el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de tres cultivares de pimiento páprika, obteniendo como resultado 39.4, 38.9 y 38.9 días de plena floración, bajo tres densidades de siembra: 28 571, 35 714 y 47 619 plantas/ha, respectivamente; concluyendo que la densidad de siembra no ejerce influencia marcada en el número de días a plena floración. Higa (2011), en el cultivo de pimiento páprika cv. Sonora bajo tres densidades de siembra y tres dosis de fertilización nitrogenada, encontró que no existen diferencias significativas en el número de días a la plena floración en los dos factores estudiados.



**Figura 7: Floración del ají escabeche**

#### **4.1.3. Días a la maduración**

En la Tabla 13 y Figura 8 se observa que el número de días de maduración del fruto variaron entre 44.5 y 49.75 días después del trasplante. Según la prueba de Duncan al 5%, muestra que no hay evidencias significativas suficientes para concluir que la densidad de siembra influye en el número de días de maduración. El promedio general de días a maduración fue de 47.60 días bajo condiciones del ensayo, es decir, se tiene frutos anaranjados a los 47.60 días en promedio a partir de la plena floración.

Los resultados del número de días a la maduración no son similares a los obtenidos por Higa (2001) y Zarate (2012), quienes encontraron que no existen diferencias significativas en el cultivo de pimiento paprika cv. Sonora bajo tres densidades de siembra y de ají escabeche bajo cuatro densidades de siembra en Casma, respectivamente. Es muy probable que las

condiciones ambientales bajo las cuales se llevó el presente ensayo también hayan influenciado en los resultados.

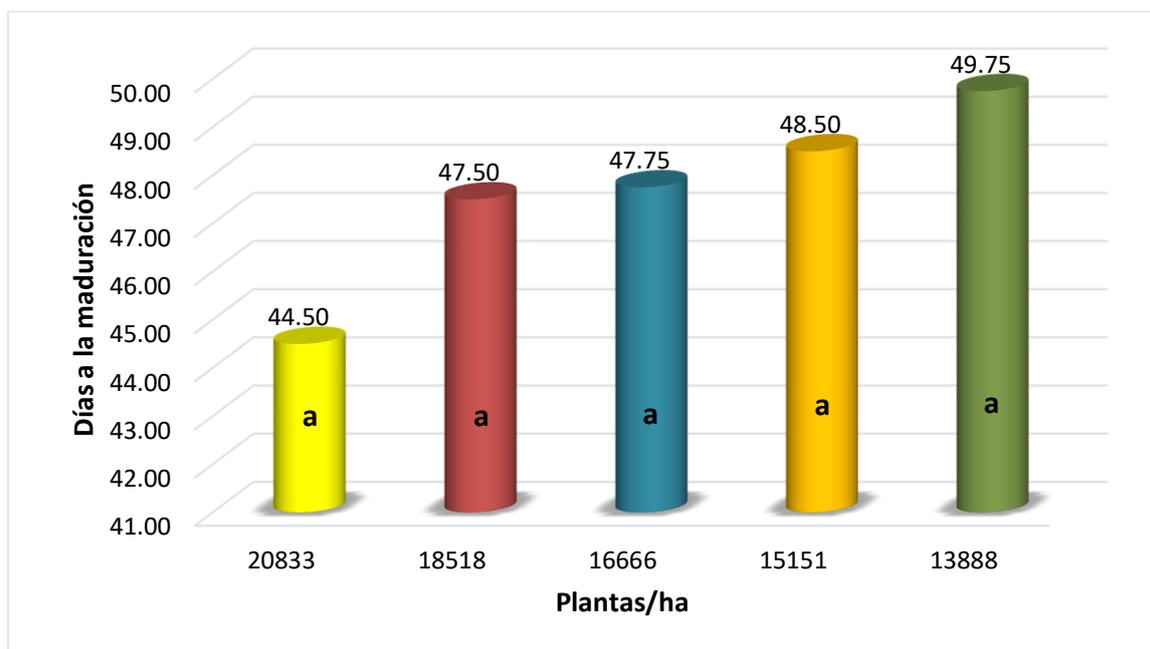


Figura 8: Número de días a la maduración del fruto en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra.

#### 4.1.4. Porcentaje de cuajado

En la Tabla 13 y Figura 9 se muestra el porcentaje de cuajado. Según la prueba de Duncan al 5%, a menores densidades (13 888 a 16 666 plantas/ha) tiene mayor porcentaje de cuajado con respecto a plantas con mayores densidades (18 518 y 20 822 plantas/ha), afirmando que el porcentaje de cuajado está influenciado por la densidad de siembra, ya que las diferencias fueron significativas. El porcentaje de cuajado varió entre 64.04% y 67.62%.

El promedio general del porcentaje de cuajado del ají escabeche fue de 66.0% bajo las condiciones agroclimáticas de Cañete. Las temperaturas mínimas durante el ensayo en las etapas fenológicas de diferenciación floral, cuajado y maduración de frutos fueron de 17.8°C en marzo, 17.1°C en abril por arriba de las temperaturas mínimas (15°C y 16°C) y 13.9°C en mayo y 13.8°C en junio por debajo del mínimo (15°C y 16°C) considerado por Nicho (2004) y Bosland y Votava (2012) respectivamente para un cuajado óptimo del fruto. La humedad relativa fue alta, registrando 81.09% en marzo, 79.81% en abril, 87.75% en mayo y 82.90% en junio, por encima del óptimo (50 - 70% y 65 - 70%), lo cual afecta la fecundación según

Zapata et al. (1992) y Castagnino (2009) respectivamente. Estos factores sumados a la competencia por los recursos de luz y nutrientes pueden explicar el porcentaje de cuajado de frutos encontrados.

Aguilar (2016) para el mismo cultivo bajo cinco densidades de siembra, concuerda con los resultados obtenidos en el presente ensayo, afirmando que el porcentaje de cuajado está influenciado por la densidad de siembra, presentando el mayor porcentaje de cuajado (25.94%) en la menor densidad de siembra (13 333 plantas/ha) y el menor porcentaje de cuajado (23.38%) en la mayor densidad de siembra (22 222 plantas/ha), mostrando también una tendencia que a menor densidad poblacional el porcentaje de cuajado aumenta. Por el contrario Zarate (2012) para el mismo cultivo bajo cuatro densidades de siembra en el Valle de Casma, determino que el porcentaje de cuajado no está influenciado por la densidad de siembra, variando su porcentaje de cuajado entre 23.2% y 26.6% y obtuvo un promedio de 24.51%.

Independiente mente de si hay diferencia estadística o no, podemos observar que en las investigaciones realizadas por Zarate (2012) en Casma y Aguilar (2016) en La Molina, sus porcentajes de cuajado no pasaron de 27 y 26 % respectivamente, debido a las temperaturas mínimas que presentaron en los meses de floración y cuajado de fruto que fueron de 13.98 a 14.9 °C para el primer caso, siendo estas menores a las temperaturas optimas mencionadas por Nicho (2004) y Bosland y Votava (2012) (15 y 16 °C respectivamente). Para la Molina en los meses de floración y cuajado de fruto las temperaturas mínimas fueron 22.08 °C, 23.61 °C, 22.73 °C y las máximas fueron 22.46 °C, 24.03 °C, 23.14 °C presentaron una amplitud térmica mínima, siendo la óptima de 5 a 8 °C según Nuez et al (1996).

Los resultados con lo obtenido por Higa (2001) quien realizó el estudio con tres densidades de siembra en el cultivo de pimiento paprika, encontró diferencias significativas en el porcentaje de cuajado por efecto de la densidad siembra, el mayor porcentaje de cuajado (70.48%) lo obtuvo a menor densidad de siembra de 40 000 plantas/ha y con 0 unidades de nitrógeno por hectárea, mientras que el menor porcentaje de cuajado (54.49%) se obtuvo con una población de 60 000 plantas/ha y con 150 unidades de nitrógeno.

Ramírez (1998) y Casanova (2000) al estudiar el efecto de la densidad de siembra en cultivares diferentes de pimiento páprika, no encontrón diferencias significativas en el porcentaje de cuajado tanto por el efecto de la densidad de siembra como por el efecto de los cultivares. Pero en la primera investigación se pudo observar una tendencia de un mayor

porcentaje de cuajado a menores densidades de siembra. En el caso de Casanova (2000) presento el mayor porcentaje de cuajado (41.99% - Papri Queen) en la población más alta (50 000 plantas/ha) y el menor porcentaje (38.20% - Papri Queen) en la menor población (25 000 plantas/ha) presentando una tendencia contraria a la de Ramírez (1998) y al presente estudio. Esto puede deberse a las condiciones agroclimáticas en cada zona y a los diferentes variedades estudiadas.

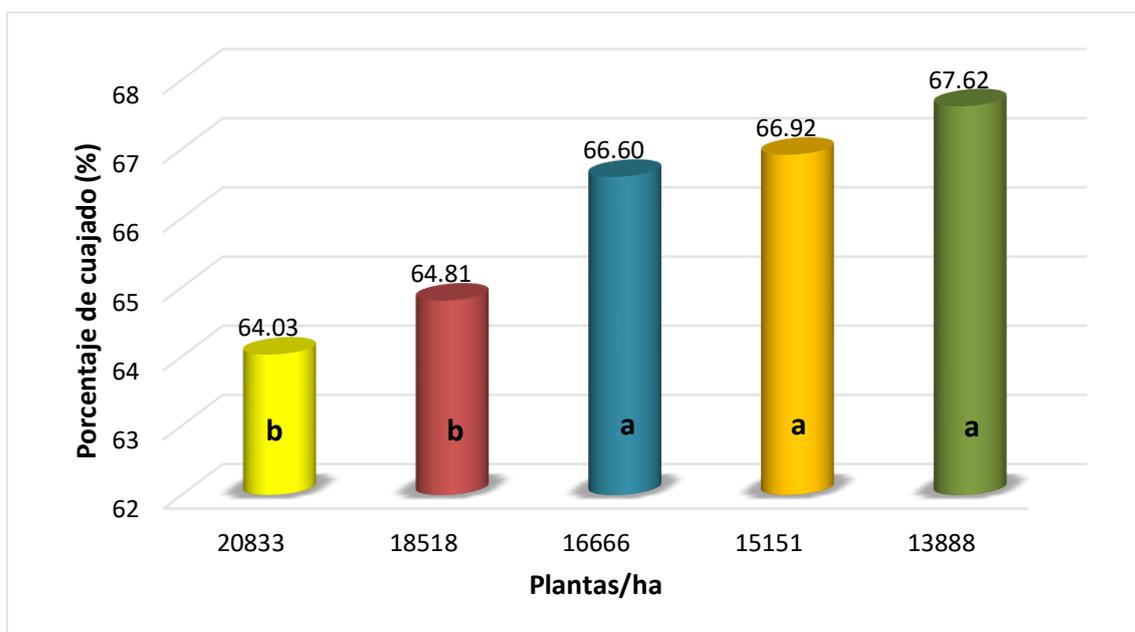


Figura 9: Porcentaje de cuajado en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra.

## 5.2. RENDIMIENTO

### 4.2.1. Número de frutos por planta

En la Tabla 14 se observa los resultados de esta variable en las seis cosechas bajo el efecto de cinco densidades de siembra. Desde la primera cosecha se observó diferencia significativa según la prueba de Duncan al 5%. El promedio de la primera cosecha fue de 4.7 frutos por planta. En la segunda cosecha según la prueba de Duncan al 5%, muestra que hay evidencia estadística para afirmar que hubo diferencia significativa en los resultados. Siendo el mayor número de frutos por planta de 8.75 en el distanciamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) y el menor número de frutos por planta de 6.0 en el distanciamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha).

La tercera cosecha, según la prueba de Duncan al 5% tiene diferencias significativas, siendo más evidente la tendencia, a menor densidad el número de frutos por planta aumenta, porque a un distanciamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) se cosecharon 17.50 frutos por planta y a

un distanciamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) se cosecharon 13.25 frutos por planta. En la cuarta y quinta cosecha se mostró evidencia estadística suficiente, para afirmar que hay diferencias entre el número de frutos por planta de los tratamientos.

**Tabla 14: Número de frutos cosechados por planta empleando cinco densidades de siembra en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*)**

N° DE COSECHA	PLANTAS POR HECTÁREA					PROMEDIO	CV%
	20833	18518	16666	15151	13888		
<b>1<sup>a</sup></b>	5.00ab	3.75b	4.00ab	5.75a	5.00ab	4.70	24.3
<b>2<sup>a</sup></b>	6.00b	6.50b	6.75b	7.00b	8.75a	7.00	15.3
<b>3<sup>a</sup></b>	13.25c	13.75c	15.50b	16.25ab	17.50a	15.25	6.90
<b>4<sup>a</sup></b>	8.75b	9.75b	9.50b	11.00ab	12.75a	10.35	14.4
<b>5<sup>a</sup></b>	5.00b	6.25ab	6.25ab	6.75ab	7.00a	6.25	18.0
<b>6<sup>a</sup></b>	4.00a	5.00a	5.25a	5.00a	4.75a	4.80	29.4
<b>TOTAL</b>	41.75d	45cd	47.25bc	51.25ab	55.25a	48.10	5.80

\*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan 0.05.

En la cuarta y quinta cosecha se obtuvo el mayor número de frutos con el tratamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) entre plantas con 12.75 y 7.0 frutos por planta respectivamente. El menor número de frutos por planta en la cuarta cosecha fue de 8.75 en el tratamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) y en la quinta cosecha fue de 5.0 en el tratamiento de 40 cm entre plantas (20 833 plantas/ha). En la sexta cosecha no se observó diferencia significativa entre los tratamientos, siendo el promedio de 4.8 frutos por planta. En la Figura 10, se puede observar que el número de frutos cosechados por planta van aumentando a lo largo de las cosechas siendo el pico máximo en la tercera cosecha (152 DDT), declinando en la cuarta cosecha.

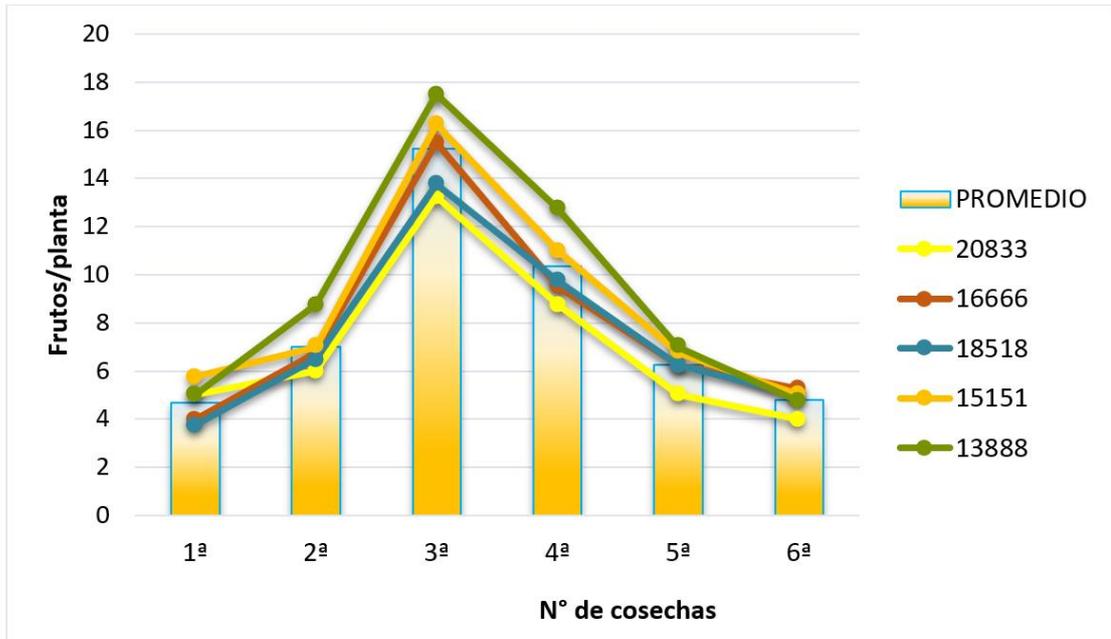


Figura 10: Número de frutos por planta de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) en las seis cosechas

En el total de números de frutos por planta según la prueba de Duncan existen diferencias significativas entre los tratamientos, teniendo para 40, 45, 50, 55 y 60 cm de distanciamiento entre plantas , 41.75, 45.0, 47.25, 51.25 y 55.25 frutos totales por planta (Figura 11). Cabe resaltar que a una mayor densidad poblacional (20 833 plantas/ha) el número total de frutos totales por planta es menor.

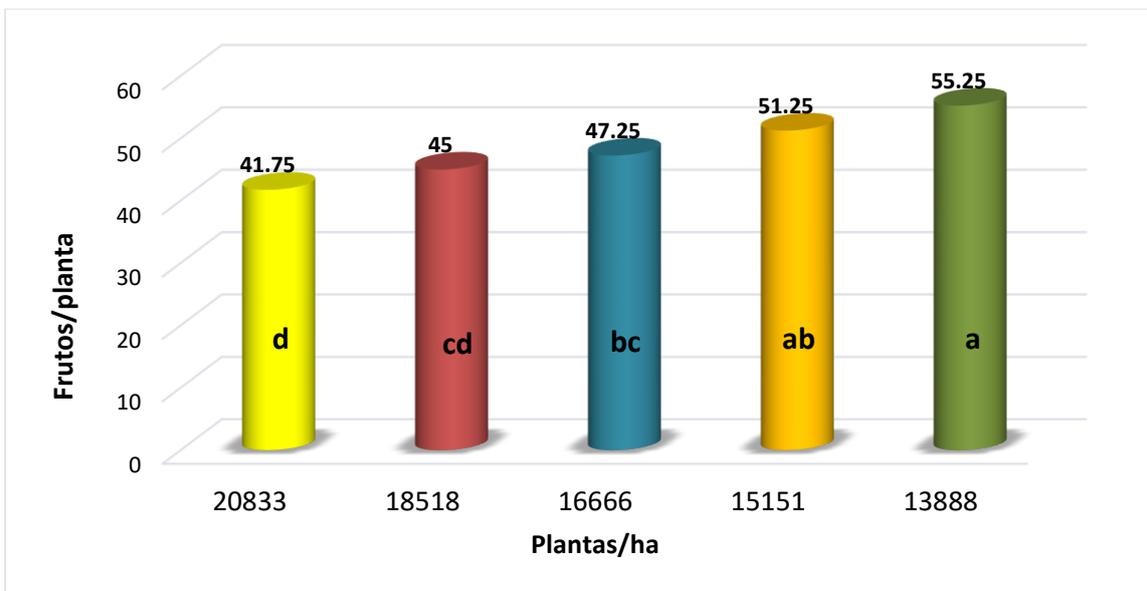


Figura 11: Número de frutos totales por planta de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Zarate (2012) y Aguilar (2016) para el mismo cultivo bajo cuatro densidades de siembra en el Valle de Casma y en la Molina respectivamente, donde encontraron evidencia estadística significativa para afirmar que la densidad de siembra influye en el número de frutos totales por planta. Zarate (2012) obtuvo el mayor número de frutos totales por planta (111.06) en la menor densidad de siembra (13 333 plantas/ha) y el menor número de frutos totales por planta (81.67) lo obtuvo en la mayor densidad de siembra (33 333 plantas/ha), mostrando también una tendencia que a mayor densidad poblacional el número total de frutos por planta disminuye. Los resultados obtenidos por Aguilar (2016) no mostraron alguna tendencia entre la densidad de siembra y el número de frutos totales por planta.

Los resultados de Ramírez (1998) y Casanova (2000), al estudiar el efecto de la densidad de siembra en cultivares diferentes de pimiento páprika, coinciden con lo obtenido en el presente estudio, incluso Casanova (2000) concluye que existe una tendencia conforme aumenta el distanciamiento entre plantas aumenta el número de frutos por planta. Higa (2001) al estudiar tres densidades de siembra y tres dosis de fertilización nitrogenada encontró diferencias significativas en el número de frutos totales por planta en el cultivo de pimiento paprika cv. Sonora, señalando que el mayor número de frutos por planta (34.79) se obtuvo con 0 unidades de nitrógeno en una población de 40 000 plantas/ha y el menor valor (21.98) se obtuvo con un nivel de fertilización de 150 unidades de nitrógeno en una población de 60 000 plantas/ha, por lo que concluyo que a mayor densidad de siembra menor número de frutos totales por planta.

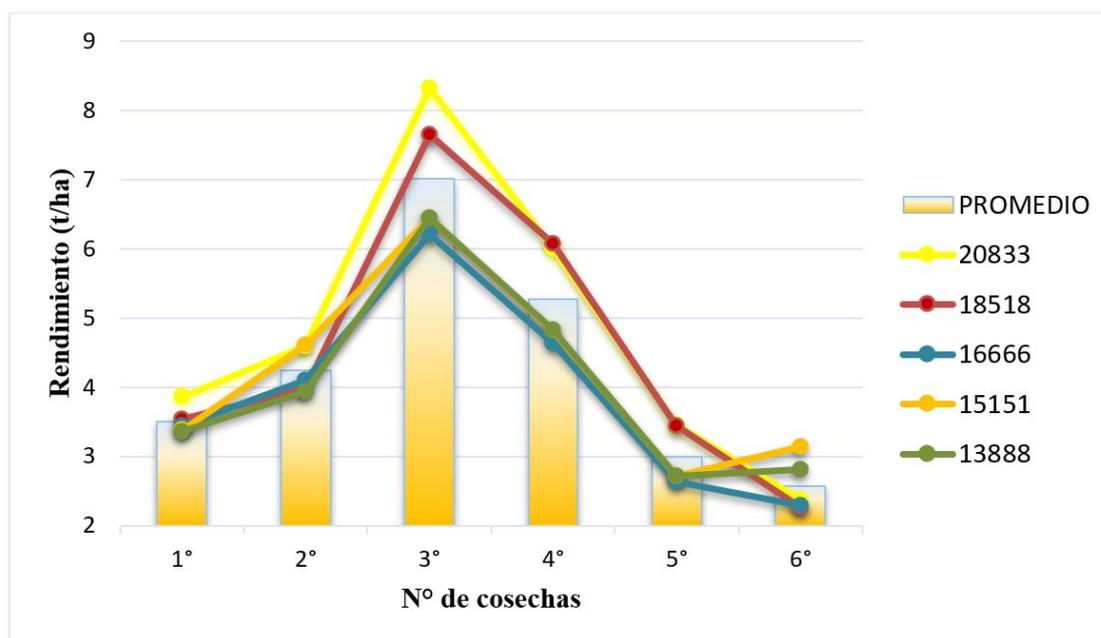
Por el contrario, Lozada (1990) al evaluar el efecto de cinco densidades de siembra en la producción de cinco híbridos de pimiento dulce bajo riego localizado de alta frecuencia, encontró que el menor número de frutos cosechados por planta le correspondió a densidades de 30 000 plantas/ha y cuando las poblaciones se incrementaron a 60 000 plantas/ha este aumento, es decir a mayor densidad de siembra se obtuvo mayor número de frutos cosechados por hectárea, salvo densidades muy extremas que determinaron el efecto contrario (70 000 plantas/ha).

#### **4.2.2. Rendimiento de fruto fresco por hectárea**

En la Tabla 15 y Figura 12 se resumen los rendimientos (t/ha) obtenidos de ají escabeche en las seis cosechas, bajo las densidades evaluadas. Se observó que en la primera y segunda cosecha los rendimientos no mostraron diferencia significativa según la prueba de Duncan

al 5%. En la tercera cosecha el rendimiento más alto (8.33 t/ha) se obtuvo en el tratamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) estadísticamente según la prueba de Duncan al 5 por ciento con respecto a lo obtenido en las otras densidades. En la cuarta y quinta cosecha los rendimientos obtenidos por los tratamientos de 40 cm (20 833 plantas/ha) y 45 cm (18 518 plantas/ha), densidades más alta, fueron superiores estadísticamente con respecto a lo obtenido en las otras densidades. No se mostró diferencia significativa en los rendimientos de la sexta cosecha.

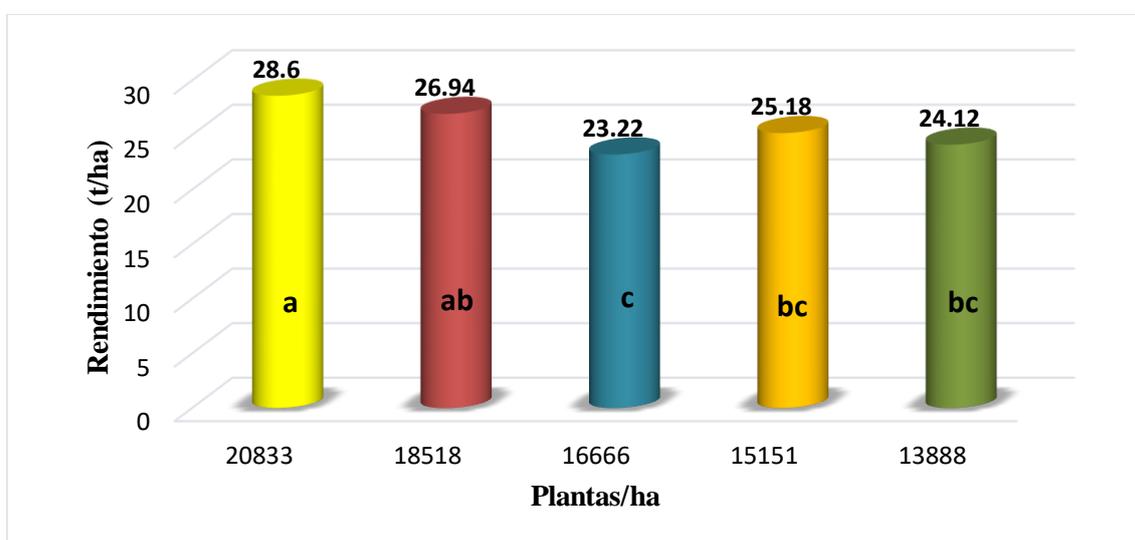
En la cosecha total el mayor rendimiento (Ver Figura 13) se obtuvo con la más alta densidad de siembra, es decir con el tratamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) con 28.6 t/ha el cual fue superior estadísticamente según la prueba de Duncan al 5 por ciento de los rendimientos obtenidos con las densidades más bajas. Los menores rendimientos fueron 23.22, 25.18 24.12 t/ha de los tratamientos de 50 cm (16 666 plantas/ha), 55cm (15 151 plantas/ha) y 60 cm (13 888 plantas/ha) respectivamente.



**Figura 12: Rendimiento de cada cosecha de fruto fresco por hectárea (t/ha) en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra en Cañete.**

Zarate (2012) y Aguilar (2016) para el mismo cultivo bajo cuatro y cinco densidades de siembra en el Valle de Casma y La Molina respectivamente encontraron evidencia estadística significativa para afirmar que la densidad de siembra influye en el rendimiento.

Zarate (2012) menciona que en el tratamiento de mayor población (plantas a 20 cm o 33 333 plantas/ha) se obtuvo el rendimiento más alto (59.71 t/ha), por el contrario, con los de menor población (plantas a 40 cm o 16 667 plantas/ha, y plantas a 50 cm o 13 333 plantas/ha) se obtuvieron rendimientos más bajos (43.46 y 35.19 t/ha respectivamente). Aguilar (2016) lo obtuvo el mayor rendimiento total en el tratamiento de mayor densidad (plantas a 30 cm o 22 222 plantas/ha) con 67.37 t/ha, coincidiendo con el presente estudio, y el rendimiento más bajo fue de 52.08 t/ha en el tratamiento 35 cm o 19 074 plantas/ha, el cual no concuerda con Zarate (2012) y con el presente estudio, ya que estos dos obtuvieron los menores rendimientos con las densidades de siembra más baja.



**Figura 13: Rendimiento de fruto fresco por hectárea (t/ha) en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra**

López et al (1986), estudió diferentes distanciamientos entre hileras y entre plantas en pimiento, obteniendo mayor producción y calidad de los frutos a mayores densidades, así como menores daños causados por la insolación y virosis. Lozada (1990), evaluó el efecto de cinco densidades de siembra directa en la producción de cinco híbridos de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo riego localizado de alta frecuencia, obteniendo los mayores rendimientos en densidades de 60 000 plantas/ha y a 30 000 plantas/ha se obtuvieron los rendimientos más bajos. Ramírez (1998) evaluó el efecto de la densidad de siembra en tres cultivares de pimiento en el valle de Tumbes, trasplantados a 30, 40, 50 cm con una población de 47 619, 35 714 y 28 571 plantas/ha respectivamente.

**Tabla 15: Rendimiento de fruto fresco por hectárea (t/ha) en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra**

N° DE COSECHA	DDT	PLANTAS POR HECTÁREA										PROM.	%	CV%
		20 833	%	18 518	%	16 666	%	15 151	%	13 888	%			
1 <sup>a</sup>	131	3.80a	13.29	3.54a	13.15	3.36a	14.47	3.44a	13.66	3.38a	14.01	3.50	13.67	27.67
2 <sup>a</sup>	138	4.59a	16.05	3.97a	14.74	4.10a	17.66	4.61a	18.31	3.93a	16.29	4.24	16.56	20.42
3 <sup>a</sup>	152	8.33a	29.13	7.65ab	28.41	6.22b	26.79	6.45b	25.62	6.44b	26.70	7.02	27.41	15.81
4 <sup>a</sup>	166	6.01a	21.01	6.08a	22.58	4.63b	19.94	4.82b	19.14	4.83b	20.02	5.27	20.58	13.53
5 <sup>a</sup>	175	3.45a	12.06	3.43a	12.74	2.63b	11.33	2.71b	10.76	2.72b	11.28	2.99	11.68	9.56
6 <sup>a</sup>	187	2.37a	8.29	2.26a	8.39	2.29a	9.86	3.14a	12.47	2.81a	11.65	2.57	10.04	21.07
<b>TOTAL</b>		28.60a	100	26.93ab	100	23.22c	100	25.18bc	100	24.12bc	100	25.61	10	7.98

\*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan 0.05.

El mayor rendimiento (5 t/ha) promedio se obtuvo con la densidad de 47 619 plantas/ha (30 cm entre planta), mientras que el menor rendimiento (3.7 t/ha) se obtuvo con las densidades de 28 571 plantas/ha (50 cm entre planta), afirmando que a mayor densidad de plantas el rendimiento aumenta significativamente. Caverro et al (2001), evaluó el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento y en el color del pimiento páprika, en densidades que van desde 13,333 hasta 500,000 plantas/ha. El rendimiento de pimiento paprika aumentó a medida que aumentó la densidad de la planta, pero las densidades de plantas mayores a 200,000 plantas/ha resultaron tener pequeños aumentos en el rendimiento. López (2017), en su investigación sobre cuatro densidades de siembra en el rendimiento y calidad de dos variedades de chile ancho, en Cascajal – Santa – Ancash, la densidad de siembra en la interacción V1D3 (Supremo - 33 330 plantas/ha) tuvo el mayor rendimiento con 86.28 kg y la interacción V1D4 (Supremo – 30 299 plantas/ha) tuvo el menor rendimiento total, para la variedad sequoia (V2) no fue significativa las diferentes densidad de siembra en el rendimiento.

Reátegui (1993), evaluó el efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annum* L.) evaluando distanciamiento de 20, 30 y 40 cm entre plantas, los rendimientos promedios para las densidades fueron de 34.8, 34.19 y 32.72 t/ha respectivamente, lo que demostró que no se tiene diferencia significativa para el rendimiento promedio por efecto de la densidad de siembra. Higa (2001) evaluó el efecto del distanciamiento y la fertilización nitrogenada en el rendimiento del pimiento paprika cv. Sonora, al evaluar el efecto de estos dos factores no encontró diferencia significativa para el efecto de la densidad de siembra, sin embargo halló una tendencia a obtener altos rendimientos totales (6613 t/ha de fruto fresco) a densidades altas (600 000 plantas/ha).

En el presente trabajo de investigación, el rendimiento se concentró en la tercera cosecha (Figura 14), con un promedio general de las cinco densidades en estudio de 27.41 por ciento del rendimiento total, el porcentaje más alto (29.13 %) se dio en el tratamiento de mayor densidad (plantas a 40 cm o 20 833 plantas/ha) y el más bajo (26.70 %) se dio a menor densidad (plantas a 60 cm o 13 888 plantas/ha). Zarate (2012) para el mismo cultivo, obtenido lo contrario a este estudio, presentando el porcentaje más alto (34.28 %) en el tratamiento de menor densidad (13 333 plantas/ha) y el porcentaje más bajo (27.05 %) en el tratamiento de mayor densidad (33 333 plantas/ha).

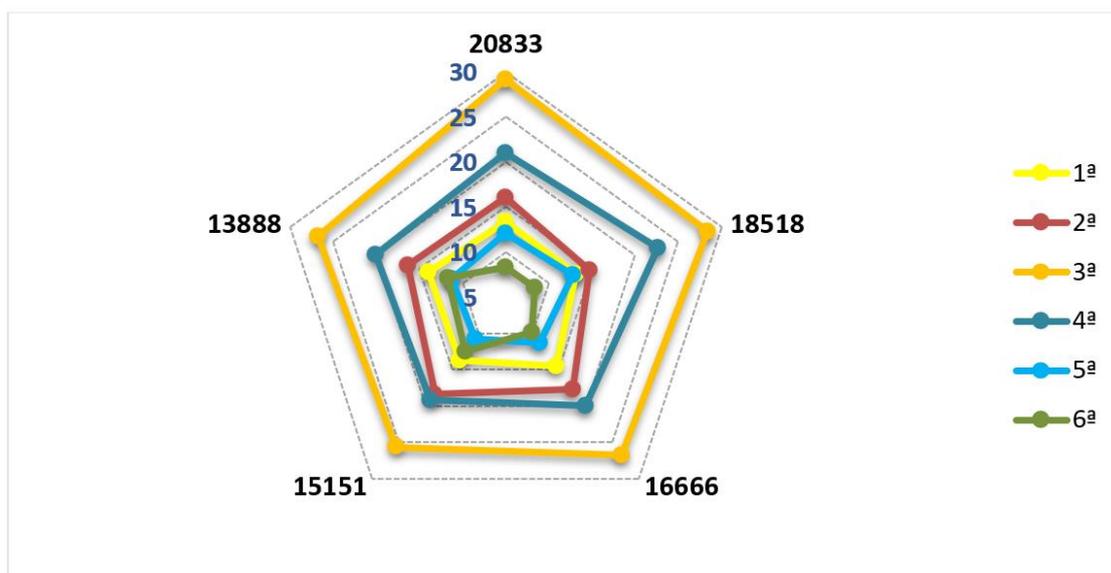


Figura 14: Concentración de cosecha (%) en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra

### 5.3. CALIDAD DEL FRUTO

#### 4.3.1. Longitud de fruto

En la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos de la longitud promedio del fruto. El análisis de varianza indica que no existe diferencia significativa para la longitud de fruto, por efecto de la densidad de siembra. Las longitudes variaron de 12.02 a 11.41 cm y el promedio de longitud del fruto de ají fue de 11.70 cm.

Tabla 16: Longitud (cm), diámetro (cm) y peso (g) del fruto de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra

	PLANTAS POR HECTÁREA					PROM.	CV%
	20 833	18 518	16 666	15 151	13 888		
Longitud (cm)	11.45a	11.41a	11.62a	12.02a	12.02a	11.70	5.60
Diámetro (cm)	3.06a	3.30a	3.47a	3.43a	3.51a	3.35	8.52
Peso (g)	50.02a	53.27a	50.78a	53.84a	53.62a	52.34	10.7

\*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas según la prueba de Duncan 0.05.

Los resultados obtenidos respecto a la longitud de frutos en ají escabeche fueron mayores que los obtenidos por Zarate (2012) y Aguilar (2016), pero coinciden en que no existe

diferencia significativa para asegurar que la densidad de siembra influye en la longitud del fruto. Zarate (2012) obtuvo una longitud promedio de 9.39, 9.25, 9.93 y 9.81 cm en una población de 33 333, 22 222, 16 667 y 13 333 plantas/ha respectivamente. Mientras que Aguilar (2016) obtuvo una longitud promedio de 12.42, 12.77, 12.76, 12.82 y 12.81 cm en una población de 22 222, 19 047, 16 666, 14 814 y 13 333 plantas/ha.

#### **4.3.2. Diámetro de fruto**

Los resultados obtenidos en el diámetro del fruto se observan en la Tabla 16. No hubo diferencia significativa en esta variable, lo que significa que los frutos cultivados bajo diferentes densidades presentan diámetros similares. Los valores variaron de 3.51 a 3.06 cm y el promedio general del diámetro fue de 3.35 cm con coeficiente de variabilidad de 8.52%.

Los resultados obtenidos respecto al diámetro de frutos en ají escabeche fueron mayores que los obtenidos por Zarate (2012) y similares a los obtenidos por Aguilar (2016). Zarate (2012) coinciden con el presente estudio en que no existe diferencia significativa para asegurar que la densidad de siembra influye en el diámetro del fruto, obteniendo un diámetro promedio de 2.59, 2.53, 2.69 y 2.71 cm en una población de 33 333, 22 222, 16 667 y 13 333 plantas/ha respectivamente. Por el contrario, Aguilar (2016), quien también trabajó con el mismo cultivo bajo cinco densidades de siembra, afirma que el diámetro del fruto en densidades más baja (14 814 y 13 333 plantas/ha) fueron superiores (3.87 y 4.08 cm, respectivamente) estadísticamente a los frutos de las tres densidades más altas (22 222 a 16 666 plantas/ha).

#### **4.3.3. Peso promedio del fruto**

En la Tabla 16 se muestran los resultados obtenidos del peso promedio del fruto. El peso del fruto fresco del ají escabeche varió entre 50.2 y 53.84 g con un peso promedio de 52.34 g (Figura 15). El análisis de varianza indica que no existe diferencia significativa para el peso promedio del fruto fresco, por efecto de la densidad de siembra.

Los resultados obtenidos respecto a la longitud de frutos en ají escabeche fueron mayores que los obtenidos por Zarate (2012) y menores a los obtenidos por Aguilar (2016). Zarate (2012) coinciden con el presente estudio en que no existe diferencia significativa para asegurar que la densidad de siembra influye en el peso del fruto, obteniendo un peso

promedio de 29.69, 28.73, 33.45 y 31.06 g en una población de 33 333, 22 222, 16 667 y 13 333 plantas/ha respectivamente. Por el contrario Aguilar (2016), quien también trabajo con el mismo cultivo bajo cinco densidades de siembra, afirma que si hay diferencia estadística entre los tratamientos, presentando el mayor peso promedio por fruto en la menor densidad de siembra (13 333 plantas/ha) con 70.56 g por fruto, valor superior estadísticamente al observado en la densidad de siembra de 19 074 plantas/ha con 40.23 g por fruto.

Los resultados del presente estudio como los de Zarate (2012) y Aguilar (2016), muestran que los valores de longitud, diámetro y peso del fruto presentan una tendencia a disminuir a medida que aumenta la densidad poblacional.

Otros trabajos en pimiento paprika registrados por Ramírez (1998), Reátegui (1993), Higa (2001), encontraron que los valores de longitud, diámetro y peso de fruto fresco no muestran diferencias significativas bajo el efecto de la densidad de siembra.



**Figura 15: Longitud (A), peso (B) y diámetro del fruto (C) de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) en Cañete**

#### 4.3.4. Clasificación de la producción

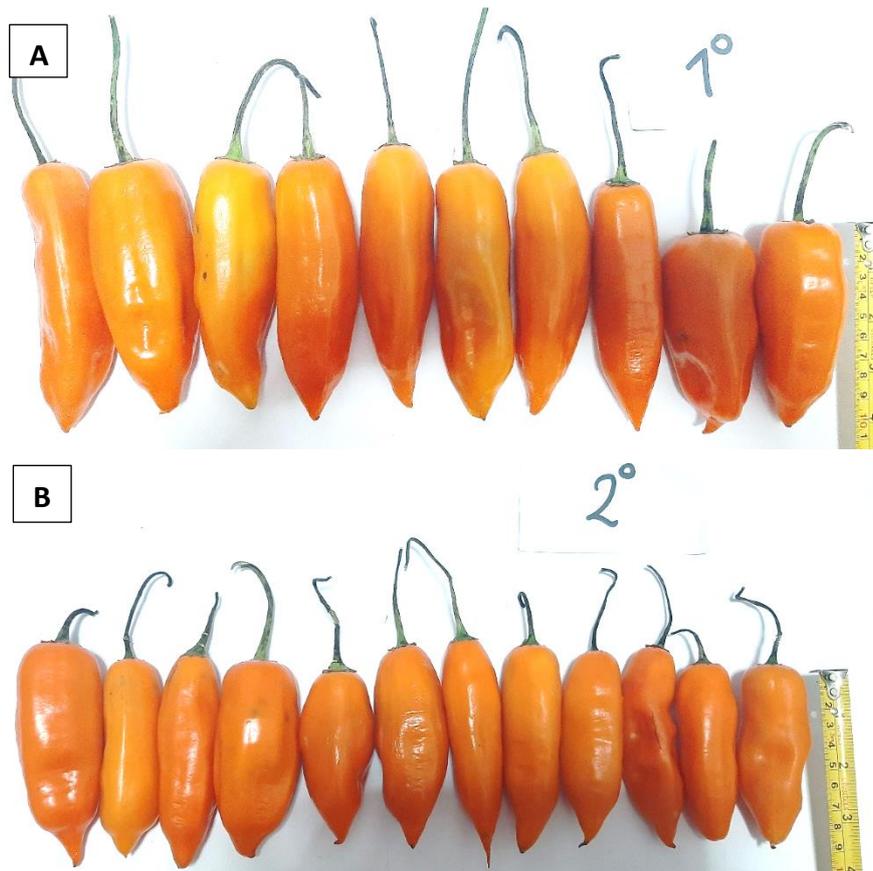
En la Tabla 17 y Figura 16 se observa la clasificación de lo cosechado en cada tratamiento. La mayor o menor calidad de un ají escabeche está determinada básicamente por el tamaño del fruto y la ausencia de defectos o daños en el fruto.

En la proporción de ají escabeche de calidad primera (I) y segunda (II) no existe diferencia significativa entre tratamientos. En la calidad tercera (III) hubo diferencia estadística entre los tratamientos, presentando en el tratamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) un mayor porcentaje (19.81%) y en el tratamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) presentó un menor porcentaje (13.48%), afirmando que a mayor densidad de siembra mayor producción de ají escabeche de calidad tercera.

**Tabla 17: Clasificación de la producción (%) del fruto en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), bajo cinco densidades de siembra en Cañete**

PLANTAS/ha	DISTANCIA ENTRE PLANTAS	CLASIFICACIÓN (%)			RENDIMIENTO TOTAL (t/ha) (100%)
		I	II	III	
20 833	40 cm	45.94a	34.25a	19.81a	28.60
18 518	45 cm	45.61a	37.75a	16.64ab	26.93
16 666	50 cm	45.74a	37.89a	16.38ab	23.22
15 151	55 cm	48.55a	37.83a	13.63b	25.18
13 888	60 cm	50.13a	36.41a	13.48b	24.12
<b>PROMEDIO</b>		47.19	36.83	15.99	25.61
<b>CV%</b>		6.09	7.56	13.53	7.98

Los resultados obtenidos respecto a la clasificación de frutos en ají escabeche coinciden con el trabajo de Zarate (2012), en la clasificación de calidad segunda (II) y tercera (III). En la proporción de ají escabeche de calidad segunda (II) afirmo que no existe diferencia significativa entre tratamientos. En la calidad tercera (III) hubo diferencia estadística entre los tratamientos, presentando en el tratamiento de 20 cm (33 333 plantas/ha) un mayor porcentaje (32.78%) y en el tratamiento de 50 cm (13 333 plantas/ha) presentó un menor porcentaje (22.78%), afirmando que a mayor densidad de siembra mayor producción de ají escabeche de calidad tercera. En la clasificación de calidad primera (I) Zarate (2012) obtuvo diferencia significativa entre tratamientos, no coincidiendo con el presente estudio, al afirma que a mayor densidad (33 333 plantas/ha) hubo menor producción de frutos de calidad primera (33.02%) y a menor densidad (13 3333 plantas/ha) presentó mayor porcentaje (40.10%).



**Figura 16: Frutos de primera (A) y segunda (B) calidad de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*)**

López (2017), en su investigación sobre cuatro densidades de siembra (41 662, 37 033, 33 330 y 30 299 plantas/ha) en el rendimiento y calidad de dos variedades de chile ancho, en Cascajal – Santa – Ancash, obtuvo para su dos variedades Supremo y Sequoya el mayor porcentaje de calidad primera (86 y 91%) en las menores densidades de siembra 33 330 plantas/ha y 30 299 plantas/ha respectivamente.

La interacción entre el rendimiento (t/ha) y calidad (%) se muestra en la Figura 17, donde se observa que a medida que aumenta la densidad de siembra aumenta el rendimiento por hectárea. El punto de equilibrio se da en el tratamiento de 40 cm (20 833 plantas/ha) y 45 cm (18 518 plantas/ha) donde se tiene alto rendimiento con el mayor porcentaje de frutos de calidad primera, segunda y menor porcentaje de calidad tercera (Figura 18).

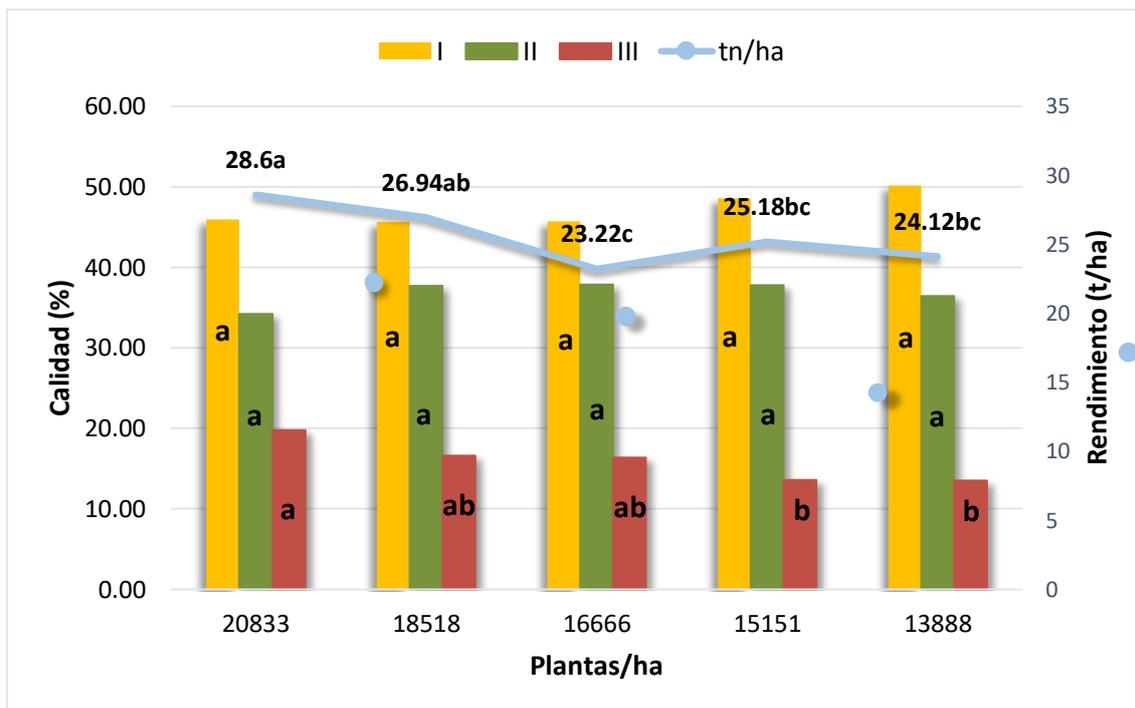


Figura 17: Calidad (%) y rendimiento (t/ha) en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) bajo cinco densidades de siembra en Cañete.



Figura 18: Frutos de tercera calidad y descarte de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*)

#### 5.4. MATERIA SECA

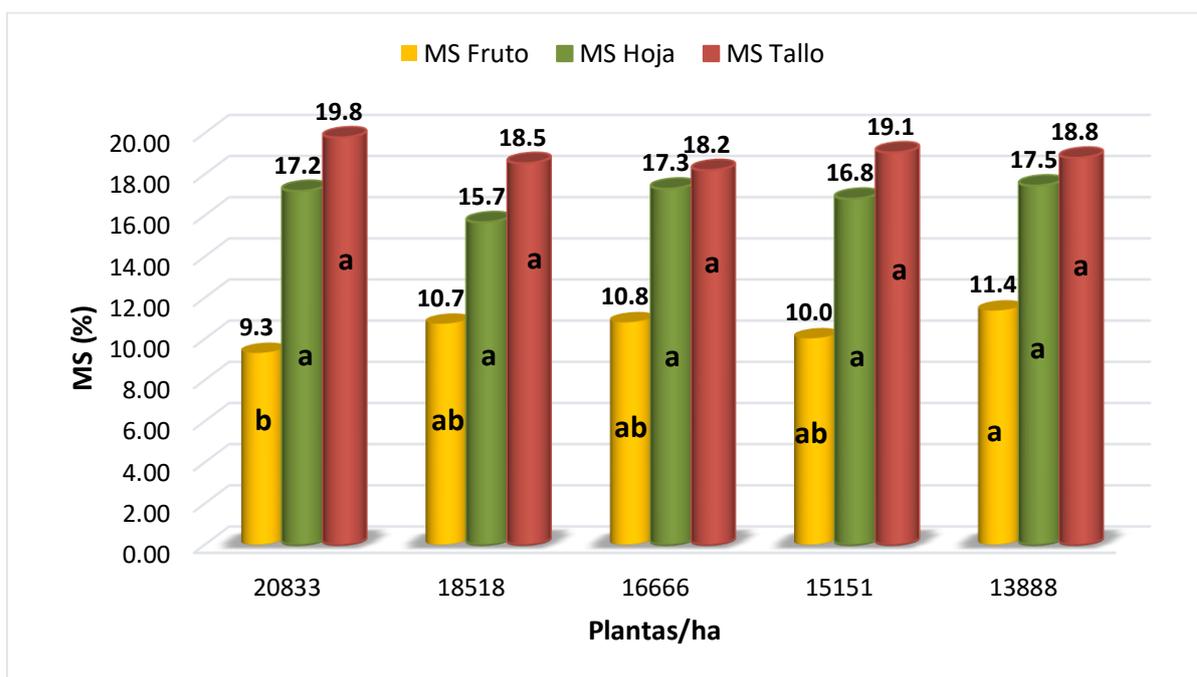
Figura 19, se presenta los resultados del porcentaje promedio de materia seca en fruto, hoja y talle bajo las diferentes densidades.

Según el análisis de varianza y la prueba de Duncan 5 % hubo una diferencia estadística significativa entre los tratamientos. Se registró el mayor porcentaje de materia seca del fruto en el tratamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) con 11.38 %, mientras que los tratamientos de 45, 50 y 55 cm el comportamiento fue similar (10.73, 10.81 y 10.03%

respectivamente), pero en el tratamiento de 45 cm (20 833 plantas/ha) presento el menor porcentaje de materia seca con 9.32 por ciento, pudiéndose observar que a mayor densidad poblacional menor el porcentaje de materia seca del fruto. El promedio general de materia seca del fruto fue de 10.45 por ciento (ver Figura 20).

Para la variable materia seca de hojas el análisis de varianza y la prueba de Duncan indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El porcentaje de materia seca de hojas promedio fue de 16.88 %. Sin embargo en el tratamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) muestra una tendencia mayor de porcentaje de materia seca (17.45 %) de la hoja y un menor contenido (15.67 %) en el tratamiento de 45 cm (18 518 plantas/ha).

Los porcentajes de materia seca en tallo no muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir la densidad de siembra no influye en este variable. El promedio general del porcentaje de materia seca del tallo es 18.88 por ciento.



**Figura 19:** Porcentaje de materia seca en fruto, hoja y tallo en ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*), bajo cinco densidades de siembra en Cañete.

Los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a la materia seca del fruto coinciden con los de Aguilar (2016), quien también trabajo con el mismo cultivo bajo cinco densidades de siembra, afirmando que a menor densidad de siembra hay mayor

porcentaje de materia seca en los frutos. El mayor porcentaje de materia seca en frutos lo tuvo el tratamiento a 50cm entre plantas (13 333 plantas/ha) con 10.84%, seguido por el tratamiento de 45 cm. (14 814 plantas/ha) con 10.68%. El menor porcentaje fue de 9.78% con la mayor densidad de 30 cm. (22 222 plantas/ha). El promedio general de materia seca en fruto fue de 10.33%. Por el contrario Zarate (2012), quien trabajo también con el mismo cultivo bajo cuatro densidades de siembra, afirma que la densidad de siembra no influencia en el porcentaje de materia seca del fruto. Igualmente, Reátegui (1993) y Ramírez (1998) quienes evaluaron el efecto de densidad de siembra en pimiento y páprika respectivamente, concluye que el porcentaje de materia seca del futo no es influenciada por la densidad de siembra. Las variables porcentaje de materia seca da hojas y tallo en aj  escabeche coinciden con los reportados en Zarate (2012), Reátegui (1993) y Ramírez (1998) quienes evaluaron el efecto de densidad de siembra en aj  escabeche, pimiento y páprika respectivamente, afirmando que la densidad de siembra no influye en estas variables.



**Figura 20: Secado del fruto de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*)**

## IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos perseguidos y bajo las condiciones agroclimáticas en donde se llevó a cabo el ensayo, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El mayor rendimiento de fruto fresco (26.94 t/ha) y frutos de calidad se obtuvo con un distanciamiento de siembra de 45 cm (18 518 plantas/ha), densidad alta.
2. La densidad de siembra a 40 cm entre plantas (20 833 planta/ha) influyó estadísticamente en la altura de planta a los 100, 160 DDT. A mayor densidad, mayor altura de planta.
3. Las densidades de siembra de 50 cm (16 666 plantas/ha), 55 cm (15 154 plantas/ha) y 60 cm (13 888 plantas/ha) entre plantas, influyeron estadísticamente en el porcentaje de cuajado de frutos, lográndose los resultados de 66.60, 66.92 y 67.62 %, respectivamente.
4. El mayor número de frutos por plantas (55.75) se encontró con el tratamiento de 60 cm (13 888 plantas/ha) entre plantas, menor densidad de siembra.
5. La densidad de siembra influyo en el porcentaje de materia seca del fruto, a mayor densidad menor porcentaje de materia seca (9.3 %) o a menor densidad mayor porcentaje de materia seca (11.4 %).
6. Finalmente, las variables: número de días de plena floración, número de días de maduración, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso del fruto resultaron no ser influenciados significativamente por efecto de la densidad d de siembra.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Efectuar la siembra de ají escabeche a un distanciamiento de 45 cm. entre plantas (18 518 plantas por hectárea) y un distanciamiento de 1.2 m entre surcos.
2. Realizar el estudio de las mismas variables con la siembra adelantada (abril-junio) con el fin de comparar los resultados.
3. Tomar en cuenta la dosis de fertilización como otro factor de estudio.
4. Replicar el ensayo en otros lugares del país, con condiciones edáficas y climáticas diferentes a las del ensayo, y en diferente época del año.
5. Realizar el estudio de la fenología del cultivo para obtener datos actualizados.
6. Realizar el mismo estudio con otras secciones de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*).

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Albrecht, E.; Zhang, D.; Deslattes, A.; Saftner, R. y Stommel, J. (2012). Genetic diversity in *Capsicum baccatum* is significantly influenced by its ecogeographical distribution. *BMC Genetics*, 13(68). Doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2156-13-68>
- Aguilar, V. A., (2016). Densidad de siembra en la producción y calidad de aji escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*), en la Molina (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.
- Andina (26 de octubre de 2017). ADEX: producción de ajíes en el sur del país crecerá en un 15% en 2018. Andina agencia peruana de noticias. Recuperado de: [andina.pe/agencia/noticia-adex-produccion-ajies-el-sur-del-pais-crecera-un-15-2018-687678.aspx](http://andina.pe/agencia/noticia-adex-produccion-ajies-el-sur-del-pais-crecera-un-15-2018-687678.aspx)
- APEGA. (2009). Ajíes Peruanos: sazón para el mundo. Editorial El Comercio. En colaboración con: INIA, UNALM y USMP. (p.34-35).
- Arcila, J.; Farfán, F.; Moreno, A.; Salazar, L.; Hincapié, E. (2007). Densidad de siembra y productividad de los cafetales. En J. Arcila (Ed), *Sistemas de producción en Colombia* (p.339-340). Manizales, Colombia: Centro de Investigaciones del Café.
- Board, J. E. y Harville, B. G. (1992). Explanations for greater light interception in narrow vs wide-row soybeans. *Crop Sci.* 32: 198-202.
- Bosland, P. DeWitt, D. (2009). *The complete chile pepper book: A gardener's guide to choosing, growing, preserving and cooking.* Oregon, US: Timber Press. 336p.
- Bosland, P., Votava, A. (2012). *Peppers, vegetables and spice capsicums.* Doi: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01140671.2012.745161>

- Castagnino, A. (2009). Manual de cultivos hortícolas innovadores. Buenos Aires, Argentina: hemisferio sur. 229-242p
- Carrillo, J. C.; Jiménez, F.; Ruiz, J.; Díaz, G.; Sánchez, P.; Perales, C. y A. Arellanes. (2003). Evaluación de densidades de siembra en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Agronomía Mesoamérica. 14 (1): 85-88. Doi: 10.15517/AM.V14I1.11994
- Casanova, M. (2000). Ensayo de 3 densidades de siembra en dos cultivares de pimiento paprika (*Capsicum annum* L.) (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima, Perú.
- Castillo, J. (2011). Diagnóstico y manejo de los principales problemas entomológicos en el norte del Perú. Compilación de diapositivas. ADEX. UNALM. Lima-Perú.
- Castillo, R. E.; Arcila. P. J.; Jaramillo, R. A. y J. Sanabria. (1997). Interceptación de la radiación fotosintéticamente activa y su relación con el área foliar de *Coffea arabica*. Cenicafe, 48 (3): 182-194
- Cavero, J. y Gil, R. (2001). Plant density affects yield, yield components and of direct seeded paprika pepper. Hort Science, 36(1): 76-79 Doi: 10.21273/HORTSCI.36.1.76
- Cayón, G. 1992. Fotosíntesis y productividad de cultivos. Comalfi 19 (2), 23-31.
- Cedron, J.C. (2013). La capsaicina. Revista de Química PUCP, 27(1-2), 7-8. Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/7590>
- Cotter, D.J. and Dickerson, G.W. (1984) Delayed harvest reduces yield of dry red chile in southern New Mexico. HortScience
- Delgado, J.M. 2011. Manejo integrado de enfermedades del cultivo de *Capsicum* en Chavimochic. Compilación de diapositivas. UPAO. Trujillo-Perú.
- Demolon, A. (1966). Principios de Agronomía. Tomo II. Barcelona, España: Ed.Omega

- Diestra, B. (2002). Evaluación de dos cultivares de cebolla amarilla en tres densidades de siembra en el valle de Casma. (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.
- Di Fabio, A.; Mato, R.; Loayza, I.; Wittig, PE.; Schwartz, M.; Butista, S.; Lozoya, E.; Barragán, V.; Moráis, H.; Ferreira, F. (2001). Capsicum y sus derivados en Iberoamérica: Aspectos Agrícolas, Científicos, Tecnológicos y Económicos. CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo). Bolivia.
- Eshbaugh, W. 1970. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). *Brittonia* 1(22):31-43. Doi: <https://link.springer.com/article/10.2307/2805720>
- Eshbaugh, W. (1977). A Numerical Taxonomic and Cytogenetic Study of the Genus *Capsicum*. (Tesis Ph. D.). Indiana University, EEUU.
- Eshbaugh, W.H. (1983). The genus *Capsicum* (Solanaceae) in Africa. *Bothalia*, 14(3-4): 845-848. Doi: 10.4102/abc.v14i3/4.1252
- Gálvez, T. P. (1994). Densidad de siembra en un cultivo asociado de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) y frijol en verde (*Phaseolus vulgaris* L.) (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.
- García, R. F. (2011). Reacción de 7 cultivares de *Capsicum* L. a diferentes densidades poblacionales del nematodo del nódulo *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood 1949, a nivel de invernadero (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.
- Giaconi, M. y Escaff, M. (1993). Cultivo de hortalizas. Chile: Editorial Universitaria Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.
- Guillén, G. (2012). Manejo y Producción de hortalizas (p 319-327). Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María.

- Guzmán, I; Bosland, P; O'Connell, M. (2011). Heat, Color, and Flavor Compounds in Capsicum Fruit. *The Biological Activity of Phytochemicals*, 41: 109-126. Doi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7299-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7299-6_8)
- Higa, S. C. (2001). Efecto del distanciamiento y la fertilización nitrogenada en el rendimiento de pimiento paprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Sonora (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima - Perú.
- Idinoba, M. E.; Idinoba P. A y A. S. Gbadegesin. (2002). Radiation interception and its efficiency for dry matter production in the three-crop species in the transitional humid zone of Nigeria. *Agronomie*, 22 (2): 273-281 Doi: <https://doi.org/10.1051/agro:2001007>
- International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR. (1983). Annual report 1983. Recuperado de: [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user\\_upload/online\\_library/publications/pdfs/IBPGR\\_AnnualReport\\_1983.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/IBPGR_AnnualReport_1983.pdf)
- ITIS. 2012. Taxonomic Serial No.: 530933. EEUU. Recuperado de: <https://www.itis.gov/>
- Jaramillo, R. (2005). Propuesta de manejo integrado de plagas en el cultivo de pimiento piquillo (*Capsicum annuum* L.) en el fundo Agricultor Viru-La Libertad. (Tesis para optar el título de Magister). UNALM. Lima-Perú.
- Jaramillo, A. (2005). La redistribución de la radiación solar y la lluvia dentro de plantaciones de café (*Coffea arabica* L.). *Rev. Acad. Colom. Cienc.* 29 (112): 371-382. Recuperado de: [http://www.accefyn.com/revista/Vol\\_29/112/112\\_371\\_382.pdf](http://www.accefyn.com/revista/Vol_29/112/112_371_382.pdf)
- Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology*. Springer-Verlag. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=BgtzD4frr98C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Larcher,+W.+\(2003\).](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=BgtzD4frr98C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Larcher,+W.+(2003).)
- Lee, D.; Oberbauer S.; Johnson, P.; Krishnapilay, B.; Mansor, M.; Mohamad, H.; Yap, SK. (2000). Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function

in seedlings of two Southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. *Amer. J. Bot.* 87 (4), 447-455. Doi: 10.2307/2656588

León, J. (2000). Solanale. Ed. Agroamérica. Botánica de los Cultivos Tropicales. Recuperado de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7228/1/BVE18040317e.pdf>

Loaiza-Figueroa, F., K. Ritland, J.A. Laborde-Cancino; S.D. Tanksley (1989). Patterns of genetic variation of the genus *Capsicum* (Solanaceae) in Mexico. *Plant Systematics and Evolution*, 165(3-4): 159-188. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00936000>

Long-Solís, J. 1986. *Capsicum y Cultura: La Historia del Chilli*. Fondo de Cultura Económica. México. 183p.

Long, J.; Hernández, S.; Bourges, H.; Merlo, E.; Buenrostro, M.; Barrios, C.; Álvarez, J.; Celis, M. (2011). El *Capsicum* a través de la historia mexicana. En Long, J. (Ed.), *El Chile: Protagonista de la Independencia y la Revolución*. (pp. 16-17). Recuperado de: <https://www.academia.edu/20741165/>

Loomis, R. y Connor, D. (2002). *Ecología de cultivos: Productividad y manejo en sistemas agrarios*. Madrid, España: Mundi-Prensa

Lopez, D. T. (2017). Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento y calidad de frutos de dos variedades de chile ancho (*Capsicum annuum*) en Cascajal – Santa – Ancash (Tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional del Santa) Recuperada de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3061>

Lopez, F. y Silvas, J. (1986). Study of planting distances between rows and plants in sweet pepper. *Horticultural abstracts*, 56(9): 207-210.

Lorenz, O.; Maynard, D.; Batchelder, A. (1980). Saline irrigation of severa vegetable crops at various growth stages I. Effect on yield. *Agronomy Journal* 55(2): 107-114

Lownds, N; Banaras, M.; Bosland, P. (december, 1993). Relationships between Postharvest Water Loss and Physical Properties of Pepper Fruit (*Capsicum*

*annuum* L.). *HortScience*, 28 (12), 1182 – 1184. doi:  
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI.28.12.1182>

Lozada, P. (1990). Efecto de cinco densidades de siembra directa en la producción de cinco híbridos de pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.) bajo riego localizado de alta frecuencia micro exudación (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.

Marcelis, L y Hofman, E. (1997) Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. *Annals of Botany*, 79 (6), 687 – 693. doi:  
<https://doi.org/10.1006/anbo.1997.0398>

Maroto, J. (2002). Hortalizas aprovechables por sus frutos. Horticultura herbácea especial. Valencia, España: Mundi-Empresa.

Meckelmann, SW; Riegel, D.; Van Zonnveld, M.; Ríos, Ll.; Peña, K.; Mueller-Seitz, E.; Petz, M. (2015). Capsaicinoids, flavonoids, tocopherols, antioxidant capacity and color attributes in 23 native Peruvian chili peppers (*Capsicum* spp.) grown in three different locations. *European Food Research and Technology*, 240(2): 273-283. Doi: <https://dx.doi.org/10.1007/s00217-014-2325-6>

Méndez, M. A.; Ligarreto G. A.; Hernández, M. S. y L. M. Melgarejo. (2004). Evaluación del crecimiento y determinación de índices de cosecha en frutos de cuatro materiales de Ají (*Capsicum* sp) cultivados en la Amazonía Colombiana. *Agronomía Colombiana*. Colomb. 22 (1), 7-17. Recuperada de:  
<https://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823002.pdf>

Mendoza, R. (2006). Sistemática e historia del ají *Capsicum Tourn*. *Universalía*, 11(2): 80-88. Recuperado de : <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2924765>

MISTI. 2007. Cultivo de *Capsicum annuum*. Lima-Perú. Recuperado de :  
<https://www.slideshare.net/FGN10/cultivoo-capsicum>

Morales, E.; Kebede, B.; Ugás, R.; Grauwer, T.; Van Loey, A.; Hendrickx, M. (2018). Flavor characterization of native Peruvian chili peppers through integrated aroma fingerprinting and pungency profiling. *Food Research International*, 109: 250-259. Doi: 10.1016/j.foodres.2018.04.030

- Moreno C., S. L. (2017). Extracto de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum bacatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Nicho, P. y Malasquez, P. (2001). Cultivo de ají escabeche en el valle de Chancay Huaral. Lima, PE. Instituto Nacional De Investigación Agraria, INIA. 20 p.
- NICHO, S. P. 2004. Cultivo de Ají Escabeche. INIA PNI-Hortalizas. 12 p. Lima-Perú.
- Noto (1984). La carpogènesi del peperone in condizione termiche sub-ottimali. *Colture Protette*, 13(7): 53-59. Recuperado de: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IT19850021940>
- Nuez, F; Gil, R y Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Odum, E. P. y Barret, G. W. (2006). Fundamentos de ecología (5° edición). México: Thomson.
- Paredes, J., (2017). Evaluación de cuatro densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en el sector Almendras, provincia de Tocache (Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Tarapoto). Recuperada de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3367/AGRONOMÍA>
- Pérez, R. D. (2014). Efecto de cuatro densidades de siembra y tres programas de fertilización en chile cobanero (*Capsicum annum*) (Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo, Universidad Rafael Landívar). Recuperada de: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2014/06/09/Perez-Dimas.pdf>
- Pickersgill, B. 1969. The archeological record of chilli peppers (*Capsicum* spp.) and the sequence of plant domestication in Perú. *American Antiquity*. 34(1): 54-61. DOI: <https://doi.org/10.2307/278313>

- Puertos, B. y Said, E. (2011). Evaluación de diferentes dosis de fertilizantes compuestos (N, P, K) en el cultivo de chile jalapeño J-7 (*Capsicum annum* L.) en la región de Amatlán de los Reyes, Ver. Universidad Veracruzana.
- Ramírez, P. F. 1998. Adaptación y efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de tres cultivares de pimiento paprika (*Capsicum annum* L.) en el valle de Tumbes (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú
- Ramos; E. (2 de octubre del 2018). El ají escabeche peruano tiene gran potencial comercial para el mercado interno y exterior. Agencia agraria de noticias. Recuperado de: <https://agraria.pe/noticias/el-aji-escabeche-peruano-tienen-gran-potencial-comercial-par-17563>
- Reátegui, M. M. 1993. El efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de pimiento (*Capsicum annum* L.) (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.
- Restrepo, M. 2006. Oleorresinas de *Capsicum* en la industria alimentaria. Revista Lasallista de investigación, 3(2): 43-47. Recuperada de: <https://www.researchgate.net/publication/26507265>
- Rios, O. M. (2017). Caracterización agromorfológica de diez selecciones de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), bajo condiciones de la Molina (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo). UNALM. Lima-Perú.
- Rodríguez-Amaya, DB. (1999). Carotenoides y preparación de alimentos: la retención de los carotenoides, provitamina A en alimentos preparados, procesado y almacenados. Santiago de Chile, Chile: [s.n.]
- Rodríguez, V. K. (2012). Importancia del chile *Capsicum annum*. L como un recurso alimentario en México (Tesis de maestría, Universidad Veracruzana) Recuperado de : <http://www.uv.mx/dgbuv/>
- Rojo, W. (2005). Manejo nutricional en la producción intensiva de ajíes y especies afines. Compilación de diapositivas del Seminario Internacional de *Capsicum*. Trujillo, Perú: SQM. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/114894735/>

- Salunkhe, D. y Kadan, S. (2000). Handbook of vegetable science and technology. Production, composition, storage, and processing (Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Producción, composición, almacenamiento y procesado.) Traducido por Vazquez Orlando).
- Sánchez, V. G. 2007. Manejo integrado del cultivo de ají para paprika y pimiento. Compilación de diapositivas. IPEH. UNALM. Lima-Perú.
- Satorre, E.; Benech, R.; Slafer, G.; de la Fuente, E.; Miralles, D.; Otegui, M.; Savin, R. (2003). Densidad y arreglo espacial del cultivo. En B. Kruk, y E. Satorre (Eds), Producción de granos: Bases funcionales para su manejo (p277-316). Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- SEAGRO S.A.C, (2013). Perú. Recuperado de: <http://www.seagroperu.com.pe/extractoajies.html>
- SENAMHI. 2018. Servicio Nacional de Meteorología Hidrología Del Perú. Red de estaciones en lima, datos históricos. Recuperado de: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Seiter, S; Altemose, C.; Davis, M. (2004). Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. *Agronomy Journal*, 96(4):966-970. Doi: 10.2134/agronj2004.0966
- SF Almacigos. 2012. Hortalizas. Recuperado de: <http://www.sfalmacigos.com>
- SIEA (Sistema Integrado de Estadística Agraria, Perú). 2017. Anuario estadístico de producción agrícola. Recuperado de: [http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-produccion-agricola-2017\\_171218\\_0.pdf](http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/anuario-produccion-agricola-2017_171218_0.pdf)
- Smith, P.; Heiser, jr. 1951. Taxonomic and genetic studies of the cultivated peppers, *Capsicum annuum* L. and *Capsicum frutescens* L. *American Journal of Botany*. 38: 362-368. Doi: <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1951.tb14835.x>
- Stark, C. B. (2008). Características e beneficios da capsaicina. Trabajo académico. Bachillerato en Química de Alimentos. Universidad Federal de Pelotas. 38 p. Brasil.

- Stewart M. (2007). Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas, N°67 Recuperado de: <http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB4D4/>
- Tesi, R. (1983). Moderne tecniche di protezione in orticoltura, floricoltura e fruticoltura ed agricole. Bologna, Italia,
- Thomps, H. y Kelly, W. (1957). Vegetable crops (5 ed). Nueva York : McGraw Hill Book Company Recuperado de : <https://trove.nla.gov.au/version/210647167>
- Ugas, R. Siura, S. Delgado De La Flor, F. Casas, A. y Toledo, J. 2000. Datos Básicos de Hortalizas. Lima, PE. Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina. 202 p
- Villanueva, C., Carrasco, A., Fonseca, H., Ormeño, G. y Farfán, C. (2016). Diccionario de insumos para la Producción Orgánica. Editorial PLM Perú, Lima.
- Villar, J. (2018). Capsaicinoides, compuestos fenólicos, actividad antioxidante in vitro y color de 100 accesiones de Capsicum spp. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú,
- Viloria, A., Arteaga, L. y Pire, R. (1998). Desarrollo radical del pimentón (*Capsicum annum* L.) bajo tres distancias de siembra y su relación con el peso de los frutos. Bioagro, 10(3): 80-83. Recuperada de: [http://www.ucla.edu/ve/bioagro/REV10\(3\)/4.%20Desarrollo%20radical%20del%20piment%C3%B3n.pdf](http://www.ucla.edu/ve/bioagro/REV10(3)/4.%20Desarrollo%20radical%20del%20piment%C3%B3n.pdf)
- Wacquant, C.; Musard, M. y Rasset, E. (1997). Effects de températures du sol et de l'air sur la production de s principales espèces légumières cultivées en serre. París, Italia: Invufles.
- Weiss, EA. (2002). Spice crops. Doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.1605>
- Willey, R. (1994). Plant population and crop yield. In: Rechcigl Jr. M. CRC handbook of agricultural productivity. Boca Raton, CRC Press, p. 201-207.

Zapata, M; Bañon, S; Cabrera, P. (1992). El pimiento para pimentón. Madrid, España: Mundi Empresa.

Zarate, P. K. (2012). Efecto de la Densidad de Siembra en la Producción y Calidad en Ají Escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *Pendulum* (Willd). Eshbaugh), en el Valle de Casma (Tesis Título de Ing. Agrónomo). UNALM, Lima-Perú.

Zimmer, AR.; Leonardi, B.; Miron, D.; Schapoval, E.; Oliveira, JR. y Gosmann, G. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: from traditional use to scientific approach. *Journal of Ethnopharmacol*, 139(1): 228-233  
Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.005>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Análisis de caracterización de suelos



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



**ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION**

Solicitante : CRISTIAN CULQUI GASLAC

Departamento : LIMA

Distrito : SAN VICENTE

Referencia : H.R. 62082-001C-18

Bolt.: 1210

Provincia : CAÑETE

Predio : SAN GERMAN IRD COSTA

Fecha : 17/01/18

Lab	Numero de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO <sub>3</sub> %	M.O. %	P ppm	K ppm	Analisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables				Suma de Cationes Bases	Suma de Cationes Bases	% Sat. De Bases	
	Claves								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>				Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>
097			7.53	3.58	2.60	1.84	78.9	994	53	27	20	Fr.Ar.A	16.64	12.06	2.28	1.95	0.35	0.00	16.64	16.64	100

A = Arena , A.Fr = Franco Franca , Fr.A = Franco Arenoso , Fr. = Franco , Fr.L = Franco Limoso , L = Limoso , Fr.Ar.A = Franco Arcillo Arenoso , Fr.Ar = Franco Arcilloso  
Fr.Ar.L = Franco Arcillo Limoso , Ar.A = Arcillo Arenoso , Ar.L = Arcillo Limoso , Ar. = Arcilloso

---

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

**Anexo 2:** Plantines de ají escabeche (*C. baccatum* var. *pendulum*) var. Zanahoria



**Anexo 3:** Delimitación del área experimental y marcación de hoyos a 40, 45, 50, 55 y 60 cm entre plantas.



**Anexo 4:** Aplicación de químicos a los plantines antes del trasplante



## Anexo 5: Trasplante de ají escabeche



## Anexo 6: Fertilización



**Anexo 7:** Aplicación química



**Anexo 8:** Plantas de ají escabeche a los 45,75 y 115 DDT





**Anexo 9:** Algunas de las plantas seleccionadas al azar para evaluación de peso seco.



**Anexo 10:** Cosecha de ají escabeche





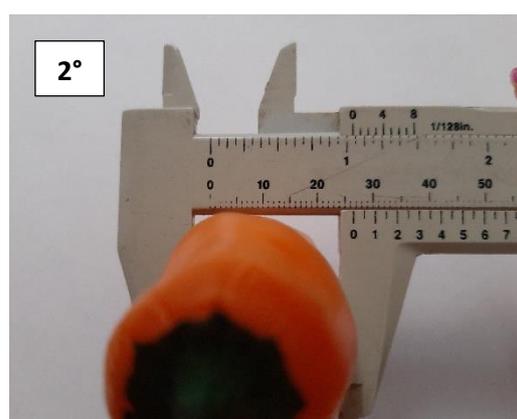
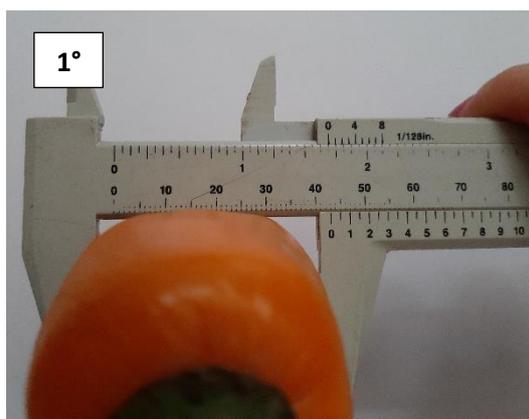
**Anexo 11:** Frutos de calidad primera (A) y segunda (B) de ají escabeche



**Anexo 12:** Frutos de tercera calidad y descartados (dañados, deformes o pequeños)



**Anexo 13:** Medición de longitud, diámetro y peso del fruto de ají escabeche de primera y segunda calidad



**Anexo 14:** Enfermedades que se presentaron en el experimento, *Phytophthora capsici*



**Anexo 15:** Cronograma de actividades en el cultivo de ají escabeche bajo cinco densidades de siembra.

<b>FECHA</b>	<b>DDT</b>	<b>LABORES</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
21, 23/11/17	49	Preparación técnica	Limpieza, quema
12/12/2017	29	Riego machaco	
29/12/2017	12	Arado y gradeo	
02, 04, 05/01/18	8	Gradeo, nivelado, surcado y abertura de cortadera	
06/01/2018	4	Tomeo y riego	
08/01/2018	2	Riego	Gravedad, agua de pozo
09/01/2018	1	Aplicación de herbicida	Sellador (1l/cl)
09/01/2018	1	Desinfección de plantines	Emul-ph, Tachigaren, Neoxamil, Agromil
10/01/2018	0	Transplante	
11/01/2018	1	Riego	Gravedad, agua de pozo
12/01/2018	2	Aplicación cebo toxico	
13/01/2018	3	Riego	Gravedad, agua de pozo
18/01/2018	8	Aplicación insecticida	Emul-ph, Controller, Fulminate, Proxy
19/01/2018	9	Azufrado	
20/01/2018	10	Riego	Gravedad, agua de pozo
27/01/2018	17	Riego	Gravedad, agua de pozo
30/01/2018	20	1° Fertilización	Biofosca, Nitrato amonio, Cloruro potasio, Sulfato magnesio,
02/02/2018	23	Aplicación fungicida	Aliette, Furadan granulado
03/02/2018	24	Aplicación fungicida	Emul-ph, Champion
03/02/2018	24	Riego	Gravedad, agua de pozo
08/02/2018	29	Deshierbo	
09/02/2018	30	Aplicación insecticida	Fulminate, Controller, Zoberaminol, Proxy
10/02/2018	31	Riego	Gravedad, agua de pozo
14/02/2018	35	Cultivo y 2° fertilización	Biofosca, Nitrato amonio, Cloruro potasio, Sulfato, magnesio, Fosfato diamónico
15/02/2018	36	Cultivo	
17/02/2018	38	Deshierbo	
19/02/2018	40	Aplicación insecticida	Emul-ph, Controller, Fulminate, Proxy, Pirate, Exploit, Versatil, Skirla
20/02/2018	41	Riego	Gravedad, agua de pozo

01/03/2018	50	Aplicación fungicida	Aquapro, Copper max
02/03/2018	51	Riego	Gravedad, agua de pozo
05/03/2018	54	Deshierbo	
08/03/2018	57	Aplicación insecticida	Fulminate, Proxy, Kumpa, Zoberaminol
10/03/2018	59	Cultivo y 3° fertilización	Biofosca, Nitrato amonio, Cloruro potasio, Sulfato de magnesio
12/03/2018	61	Aporque	
13/03/2018	62	Tomeo	
13/03/2018	62	Aplicación insecticida	Fulminate, Proxy, Pirate, Confidor, Foliplant micro plus
14/03/2018	63	Aporque con lampa	
15/03/2018	64	Colocacion de trampas	
16/03/2018	65	Riego	Gravedad, agua de pozo
20/03/2018	69	Riego	Gravedad, agua de pozo
28/03/2018	77	Riego	Gravedad, agua de pozo
05/04/2018	85	Aplicación insecticida	Fulminate, Proxy, Skirla, Movento, Orgaanikel potasio
06/04/2018	86	Aplicación herbicida	Quemafol
07/04/2018	87	Riego	Gravedad, agua de pozo
11/04/2018	91	4° fertilización	Biofosca, Nitrato amonio, Cloruro potasio, Sulfato de magnesio
12/04/2018	92	Aplicación insecticida	Fulminate, Proxy, Alud, Zoberaminol, Exploit, skirla,
13/04/2018	93	Riego	Gravedad, agua de pozo
26/04/2018	106	Riego	Gravedad, agua de pozo
02/05/2018	112	Deshierbo	
04/05/2018	114	Aplicación insecticida	Fulminate, Obbrero, Hidrox-k, Proxy
07/05/2018	117	Riego	Gravedad, agua de pozo
21/05/2018	131	1° Cosecha	
28/05/2018	138	2° Cosecha	
29/05/2018	139	Riego	Gravedad, agua de pozo
02/06/2018	146	Aplicación insecticida	Ph greenzit, Endura, Hidrox-k, Proxy,
02/06/2018	146	Riego	Gravedad, agua de pozo
11/06/2018	152	3° Cosecha	

25/06/2018	166	4° Cosecha	
04/07/2018	175	5° Cosecha	
06/07/2018	177	Riego	Gravedad, agua de pozo
16/07/2018	187	6° Cosecha	

**Anexo 16:** Cuadro ANVA de altura de planta (cm) de ají escabeche (*C. baccatum* var. pendulum), bajo cinco densidades de siembra en Cañete (2018).

#### ANVA – 30 DDT (Días después del trasplante)

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F cal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	4	5.002	1.251	0.494	0.740	**
Bloque	3	5.138	1.713	0.677	0.583	
Error	12	30.365	2.530			
Total	19	40.505				

CV%= 12.35

#### ANVA – 100 DDT (Días después del trasplante)

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F cal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	4	108.03	27.01	3.509	0.0406	**
Bloque	3	110.38	36.79	4.781	0.0204	
Error	12	92.35	7.70			
Total	19	310.76				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 3.28

#### ANVA – 160 DDT (Días después del trasplante)

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	F cal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	4	120.00	30.001	5.822	0.00767	**
Bloque	3	43.67	14.556	2.825	0.08364	
Error	12	61.83	5.153			
Total	19	225.5				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 2.53

**Anexo 17:** ANVA. Días De Plena Floración

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	8.20	2.05	0.441	0.777	**
Bloque	3	16.95	5.65	1.215	0.346	
Error	12	55.80	4.65			
Total	19	80.95				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 3.42

**Anexo 18:** ANVA. Días De Maduración

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	60.3	15.07	0.631	0.650	**
Bloque	3	42.0	14.00	0.586	0.635	
Error	12	286.5	23.88			
Total	19	388.8				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 8.48

**Anexo 19:** ANVA. Porcentaje De Cuajado

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	36.49	9.122	10.686	0.000631	**
Bloque	3	1.62	0.540	0.632	0.608220	
Error	12	10.24	0.854			
Total	19	48.35				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 1.39

**Anexo 20:** ANVA. Porcentaje de Materia Seca Frutos (%)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	10.078	2.5194	3.082	0.0582	**
Bloque	3	1.665	0.5551	0.679	0.5815	
Error	12	9.809	0.8174			
Total	19	21.552				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 8.64

**Anexo 21:** ANVA. Porcentaje de Materia Seca hoja (%)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	8.29	2.073	0.516	0.726	**
Bloque	3	10.56	3.522	0.876	0.480	
Error	12	48.22	4.018			
Total	19	67.07				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 11.87

**Anexo 22:** ANVA. Porcentaje de Materia Seca tallo (%)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	5.788	1.447	1.129	0.3884	**
Bloque	3	10.056	3.352	2.615	0.0992	
Error	12	15.380	1.282			
Total	19	31.224				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 5.99

**Anexo 23:** ANVA. Primera Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	10.7	2675	2.045	0.152	**
Bloque	3	5.8	1.933	1.478	0.270	
Error	12	15.7	1308			
Total	19	32.2				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 24.33

**Anexo 24:** ANVA. Segunda Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	17.5	4.375	3.832	0.0313	*
Bloque	3	4.8	1.600	1.401	0.2902	
Error	12	13.7	1.142			
Total	19	22.31				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 15.26

**Anexo 25:** ANVA. Tercera Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	49.50	12.375	11.165	0.0005	***
Bloque	3	14.95	4.983	4.496	0.0246	*
Error	12	13.30	1.108			
Total	19	77.55				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 6.90

**Anexo 26:** ANVA. Cuarta Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	39.30	9.825	4.416	0.020	*
Bloque	3	10.55	3.157	1.581	0.245	
Error	12	26.70	2.225			
Total	19	76.55				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 14.41

**Anexo 27:** ANVA. Quinta Cosecha - Número de Frutos cosechados por planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	9.50	2.375	1.863	0.1819	
Bloque	3	16.95	5.650	4.431	0.0257	*
Error	12	15.30	1.275			
Total	19	41.75				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 18.06

**Anexo 28:** ANVA. Frutos/Planta 6° Cosecha

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	3.7	0.925	0.4.64	0.464	**
Bloque	3	3.6	1.200	0.603	0.603	
Error	12	23.9	1.992			
Total	19	31.2				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 29.40

**Anexo 29:** ANVA. Número de Frutos totales cosechados por planta

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	446.8	111.70	14.444	0.00015	***
Bloque	3	26.2	8.73	1.129	0.3762	
Error	12	92.8	7.73			
Total	19	565.8				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 5.78

**Anexo 30:** ANVA. 1° Cosecha- Rendimiento (T/Ha)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	0.668	0.1670	0.176	0.946	**
Bloque	3	2.201	0.7336	0.775	0.530	
Error	12	11.361	0.9468			
Total	19	14.23				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 27.66

**Anexo 31:** ANVA. 2° Cosecha- Rendimiento (T/Ha)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	1.789	0.4473	0.596	0.672	**
Bloque	3	0.535	0.1782	0.237	0.869	
Error	12	9.005	0.7504			
Total	19	11.329				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 20.42

**Anexo 32:** ANVA. 3° Cosecha- Rendimiento (T/Ha)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	13.679	3.420	2.779	0.0761	**
Bloque	3	2.294	0.765	0.621	0.6146	
Error	12	14.769	1.231			
Total	19	30.742				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 15.80

**Anexo 33:** ANVA. 4° Cosecha- Rendimiento (T/Ha)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	8.012	2.0029	3.932	0.0289	**
Bloque	3	3.831	1.2771	2.507	0.1085	
Error	12	6.113	0.5094			
Total	19	17.956				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 13.53

**Anexo 34:** ANVA. 5° Cosecha- Rendimiento (T/Ha)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	2.7275	0.6819	8.342	0.00185	**
Bloque	3	0.2186	0.0729	0.891	0.47357	
Error	12	0.9809	0.0817			
Total	19	3.927				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 9.56

**Anexo 35:** ANVA. 6° Cosecha- Rendimiento (T/Ha)

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	2.380	0.5949	2.026	0.155	**
Bloque	3	1.716	0.5720	1.948	0.176	
Error	12	3.524	0.2937			
Total	19					

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 21.07

**Anexo 36:** ANVA. Cosecha - Rendimiento Total

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	75.27	18.819	4.508	0.0187	**
Bloque	3	3.73	1.244	0.298	0.8262	
Error	12	50.09	4.174			
Total	19	129.09				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 7.97

**Anexo 37:** ANVA. Cosecha – Longitud Promedio de Fruto

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	1.432	0.3579	0.832	0.5302	**
Bloque	3	4.254	1.4181	3.296	0.0579	
Error	12	5.163	0.4032			
Total	19	10.849				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 4.39

**Anexo 38:** ANVA. Cosecha – Diámetro Promedio de Fruto

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	0.5451	0.13629	1.671	0.221	**
Bloque	3	0.5897	0.19656	2.410	0.118	
Error	12	0.9786	0.08155			
Total	19	2.1134				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 4.18

**Anexo 39:** ANVA. Cosecha – Peso Promedio de Fruto

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	4	47.1	11.77	0.375	0.822	**
Bloque	3	186.1	62.03	1.976	0.171	
Error	12	376.6	31.38			
Total	19	609.8				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 10.70

**Anexo 40:** ANVA. Fruto 1° Calidad

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	1	66.53	16.634	2.008	0.157	**
Bloque	3	78.64	26.215	3.165	0.064	
Error	15	99.40	8.283			
Total	19	244.57				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 9.78

**Anexo 41:** ANVA. Fruto 2° Calidad

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	1	39.09	9.772	1.260	0.338	**
Bloque	3	29.67	9.890	1.276	0.327	
Error	14	93.03	7.753			
Total	19	161.79				

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 7.85

**Anexo 42:** ANVA. Fruto 3° Calidad

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>Suma de cuadrado</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F cal.</b>	<b>Prob. Pr&gt;F</b>	<b>Signif.</b>
Tratamiento	1	108.1	27.04	5.783	0.00786	**
Bloque	3	126.4	42.13	9.012	0.00212	
Error	15	56.1	4.68			
Total	19					

ns= no significativo, \*=significativo al 0.05 de probabilidad, \*\*=altamente significativo al 0.01 de probabilidad

CV%= 19.4