

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“DENSIDAD DE SIEMBRA, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE
SEMILLAS DE PÁPRIKA (*Capsicum annuum* L.) EN LA MOLINA”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

HÉCTOR CARLOS RAMOS ARAMBURU

LIMA – PERÚ

2021

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“DENSIDAD DE SIEMBRA, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE
SEMILLAS DE PÁPRIKA (*Capsicum annuum* L.) EN LA MOLINA”**

HÉCTOR CARLOS RAMOS ARAMBURU

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Ph. D. Hugo Soplín Villacorta
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Cecilia Emperatriz Figueroa Serrudo
ASESORA

Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

Ing. M. Sc. Karín Cecilia Coronado Matutti
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre conmigo y alimentarme de perseverancia y entrega.

A mi familia, por el apoyo, paciencia y confianza incondicional a lo largo de todo este tiempo. A los agricultores del Perú, que son el motor de nuestra seguridad alimentaria y quienes me motivaron a desarrollar este estudio, para ellos, respeto y gratitud por su encomiable labor.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora, Mg. Sc. Cecilia Figueroa por la oportunidad, apoyo y tiempo entregado en el desarrollo de la presente investigación.

Al Mg. Sc. Andrés Casas y Ph. D. Hugo Soplín por sus aportes durante el desarrollo de la investigación.

A la Ing. Soledad Muñoz Medina, quien me brindo la oportunidad y confianza de formar parte de su equipo y poder conocer a profundidad todo el proceso que involucra la producción de semillas.

A mis amigos del Programa Solanáceas Pimiento – Berenjena, quienes me acompañaron paso a paso en el camino del aprendizaje y con quienes compartí muchas experiencias profesionales y de vida.

Al personal de campo del Programa Solanáceas Pimiento - Berenjena, de quienes adquirí muchos conocimientos y experiencia; con quienes establecí lazos estrechos; valorando y respetando su trabajo.

A mis amigos de la facultad, quienes me apoyaron desinteresadamente durante la ejecución de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 CULTIVO DE PIMIENTO PÁPRIKA	2
2.1.1 Centro de origen	2
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	3
2.1.3 Características botánicas y morfológicas.....	5
2.2. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS	7
2.2.1 Temperatura	7
2.2.2 Humedad relativa.....	8
2.2.3 Luz.....	9
2.2.4 Requerimientos hídricos	9
2.2.5 Requerimientos edáficos.....	9
2.3 MANEJO AGRONÓMICO	10
2.3.1 Preparación del terreno definitivo	10
2.3.2 Siembra	11
2.3.3 Riego.....	13
2.3.4 Fertilización.....	14
2.3.5 Plagas y enfermedades.....	15
2.3.6 Plantas voluntarias	17
2.3.7 Cosecha y secado.....	18
2.3.8 Selección, producción y conservación de semilla	19
2.3.9 Ensayo de germinación.....	20
2.4. DENSIDAD DE SIEMBRA	24
2.4.1 Rendimiento y densidad de siembra	25
2.4.2 Efecto competitivo.....	26
2.4.3 Densidad de siembra en <i>capsicum</i>	27
2.5 IMPORTANCIA DEL CULTIVO	29
2.5.1 Superficie de pimiento páprika sembrado en el Perú	29
2.5.2 Producción de páprika en el Perú	30
2.5.3 Producciones de pimiento páprika por regiones	31
2.5.4 Usos	31
2.6 CALIDAD DEL FRUTO DE PIMIENTO PÁPRIKA.....	32
2.6.1 Composición del fruto	32
2.6.2 Capsaicina	33
2.6.3 Otros capsaicinoides	34

2.6.4 Carotenoides.....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1 MATERIALES.....	35
3.1.1 Ubicación del campo experimental	35
3.1.2 Características climáticas de la zona de estudio.....	36
3.1.3. Características del suelo.....	36
3.1.4 Material vegetal.....	37
3.1.5 Herramientas	38
3.2 METODOLOGÍA.....	38
3.2.1 Manejo del cultivo	38
3.2.2 Densidades evaluadas	42
3.2.3 Diseño experimental	42
3.3 PARÁMETROS EVALUADOS.....	46
3.3.1 Variables biométricas	46
3.3.2 Rendimiento	46
3.3.3 Calidad de fruto.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	48
4.1 VARIABLES BIOMÉTRICAS	48
4.1.1 Altura de plantas.....	48
4.1.2 Días a la floración.....	50
4.1.3 Porcentaje de cuajado	52
4.1.4 Días a la maduración	53
4.2 RENDIMIENTO	55
4.2.1 Número de frutos por planta	55
4.2.2 Rendimiento de frutos frescos por hectárea.....	57
4.2.3 Número de semillas por fruto.....	59
4.3. CALIDAD DEL FRUTO Y SEMILLA	60
4.3.1 Peso promedio de fruto	60
4.3.2 LONGITUD DEL FRUTO	62
4.3.3 Diámetro del fruto	63
4.3.4. Peso seco de 100 semillas	64
4.3.5. Porcentaje de germinación.....	65
V. CONCLUSIONES.....	68
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	70
VIII. ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rango de temperaturas para pimiento páprika	8
Tabla 2:Frecuencia de fertilizaci3n en almácigo	12
Tabla 3:Momento de riego en campo	13
Tabla 4:Intervalo de tolerancias máximas de germinaci3n	23
Tabla 5:Modalidades y distanciamiento según hábito de crecimiento	28
Tabla 6:Distanciamientos (surco y planta) según sistema de siembra.....	28
Tabla 7:Producci3n (t) de pimiento páprika en el Perú por regiones 2011 – 2019	31
Tabla 8:Informaci3n nutricional de la páprika	33
Tabla 9:Ubicaci3n geográfica.....	35
Tabla 10:Datos climatol3gicos campaa 2020.....	36
Tabla 11:Análisis de suelos del campo	37
Tabla 12: Densidades evaluadas	42
Tabla 13:Altura de plantas (cm) en pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	48
Tabla 14:Número de días a la floraci3n, maduraci3n de fruto y porcentaje de cuajado en pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	51
Tabla 15:Número de frutos totales cosechados por planta en pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	55
Tabla 16:Toneladas por Hectárea de pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	57
Tabla 17: Número de semillas por fruto en pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	59
Tabla 18: Longitud (cm), diámetro (cm) y peso (g) del fruto de pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	61
Tabla 19: Peso de 100 semillas de pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	64
Tabla 20: Porcentaje de germinaci3n en pimiento páprika (<i>Capsicum annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Curvas de rendimiento frente a la densidad.	25
Figura 2:Variación de la curva parabólica	26
Figura 3:Superficie sembrada por campaña.	29
Figura 4:Superficie sembrada por región.	30
Figura 5:Producción anual (2011 - 2019) en toneladas de páprika	30
Figura 6:Croquis del experimento	44
Figura 7:Altura de plantas (cm) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.....	49
Figura 8:Número de días a plena floración en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	51
Figura 9:Porcentaje de cuajado (%) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.....	52
Figura 10:Número de días a la maduración en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	54
Figura 11:Número de frutos cosechados por planta en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.....	56
Figura 12: Rendimiento de fruto fresco por hectárea en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.....	58
Figura 13: Semillas por fruto en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	60
Figura 14: Peso promedio de frutos (g) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	62
Figura 15: Longitud promedio de frutos (cm) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	62
Figura 16: Diámetro promedio de frutos (cm) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	63
Figura 17: Peso de 100 semillas (g) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.....	65
Figura 18: Porcentaje de germinación (%) en pimiento páprika (<i>C. annuum</i> L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Costos de producción de pimiento páprika bajo 4 densidades de siembra	80
Anexo 2: Cronograma de actividades en pimiento páprika bajo 4 densidades de siembra .	81
Anexo 3: Tabla de datos. Altura de plantas (cm). 30 DDT	83
Anexo 4: Tabla de datos. Altura de plantas (cm). 60 DDT	84
Anexo 5: Tabla de datos. Altura de plantas (cm). 90 DDT	85
Anexo 6: Tabla de datos. Días a la floración	85
Anexo 7: Tabla de datos. Porcentaje de cuaja	86
Anexo 8: Tabla de datos. Días a la maduración	87
Anexo 9: Tabla de datos. Número de frutos por planta	87
Anexo 10: Tabla de datos. Rendimiento (t/ha) primera cosecha.....	88
Anexo 11: Tabla de datos. Rendimiento (t/ha) segunda cosecha	89
Anexo 12: Tabla de datos. Rendimiento Total.....	89
Anexo 13: Tabla de datos. Semillas por fruto primera cosecha	91
Anexo 14: Tabla de datos. Semillas por fruto segunda cosecha	92
Anexo 15: Tabla de datos. Semillas por fruto promedio	92
Anexo 16: Tabla de datos. Peso promedio de fruto	93
Anexo 17: Tabla de datos. Longitud promedio de fruto	94
Anexo 18: Tabla de datos. Diámetro promedio de fruto.....	94
Anexo 19: Tabla de datos. Peso promedio de 100 semillas	95
Anexo 20: Tabla de datos. Prueba de germinación primera cosecha	96
Anexo 21: Tabla de datos. Prueba de germinación segunda cosecha.....	96
Anexo 22: Tabla de datos. Prueba de germinación promedio	97

RESUMEN

La presente investigación titulada “Densidad de siembra, producción y calidad de semillas de páprika (*Capsicum annuum* L.) en La Molina” se desarrolló a través de la evaluación de cuatro densidades de siembra, desde el trasplante hasta postcosecha, durante los meses de diciembre 2019 a junio 2020. Las densidades estudiadas presentaron distanciamientos entre plantas de 20 cm (50 000 plantas/ha), 30 cm (33 333 plantas/ha), 40 cm (25 000 plantas/ha) y 50 cm (20 000 plantas/ha); a 1 m entre surcos, bajo riego por gravedad y dimensiones por parcela de 3 m de ancho por 5 m de largo. El diseño estadístico que se empleó fue un DBCA con 4 tratamientos y 4 bloques o repeticiones. En el análisis de los datos, el análisis de varianza y la prueba de Tukey. El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) sobresalió en parámetros como altura de planta (78.31 cm), porcentaje de cuaja (57.87 %), número de frutos por planta (22.69), número de semillas por fruto (174.16), diámetro (2.62 cm), peso (28.51 g) y porcentaje de germinación (77 %). El distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) también obtuvo buenos resultados para días a la maduración (57) y rendimiento en las dos cosechas realizadas (20.39 t/ha). Otros parámetros evaluados como días a la floración, longitud de fruto y peso de 100 semillas obtuvieron resultados no significativos para todas las densidades estudiadas.

Palabras clave: Pimiento páprika, densidad de siembra, semilla, germinación, cosecha.

ABSTRACT

The present research titled "Sowing density, production and quality of paprika seeds (*Capsicum annuum* L.) in La Molina" was developed through the evaluation of four planting densities, from transplant to post-harvest, during the months of december 2019 to june 2020. The densities studied to presented distances between plants of 20 cm (50 000 plants/ha), 30 cm (33 333 plants/ha), 40 cm (25 000 plants/ha) and 50 cm (20 000 plants/ha); 1 m between furrows, under gravity irrigation and dimensions per plot 3 m wide by 5 m long. The statistical design used was a DBCA with 4 treatments and 4 blocks or repetitions. The análisis of data, variance analysis and the Tukey test. The distance to 50 cm (20 000 plants/ha) excelled in parameters such as plant height (78.31 cm), setting percentage (57.87%), number of fruits per plant (22.69), number of seeds per fruit (174.16), diameter (2.62 cm), wieght (28.51 g) and germination percentage (77%). The distance to 20 cm (50 000 plants/ha) also obtained good results for days to ripening (57) and yield in the two harvests carried out (20.39 t/ha). Other parameters evaluated such as days to flowering, fruit length and weight of 100 seeds obtained non-significant results for all densities studied.

Keys word: paprika pepper, planting density, seed, germination, harvest.

I. INTRODUCCIÓN

El pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) es una planta originaria del continente americano. Ha sido cultivado a lo largo de la historia por los antiguos pobladores de la región, convirtiéndolo en parte de la cultura y alimentación actual. Este cultivo representa una parte importante de la agricultura peruana que involucra por un lado al sector industrial y por otro a los medianos productores y pequeños agricultores que se dedican a la agricultura familiar, quienes miran a este cultivo hortícola como un medio de desarrollo a través del abastecimiento al mercado local y autoconsumo. La capacidad que este cultivo tiene para vincularse con los diferentes mercados, ya sea con fines gastronómicos, medicinales, industriales u otro en particular, apunta hacia la búsqueda de criterios que permitan optimizar la calidad de la semilla por ser esta una de las condiciones fundamentales para alcanzar altos rendimientos.

Dentro de los criterios a considerar para dicho fin, la densidad de siembra juega un papel muy importante, debido a que de esta depende el impacto que puede generar sobre la competencia intraespecífica por factores como la temperatura, luz, agua, absorción de dióxido de carbono, absorción de nutrientes, entre otros. Así mismo, la obtención de altos rendimientos fruto-planta o semilla-fruto no garantiza la calidad de la semilla si la producción se direcciona a la obtención de material de propagación, es por ello por lo que se debe considerar la ejecución de pruebas de germinación o poder germinativo (PG) para evaluar la viabilidad y así conocer la potencialidad de las semillas en la obtención de futuras plántulas.

El objetivo de la presente investigación es identificar el efecto generado por distintas densidades de siembra sobre la producción y calidad de semilla en el cultivo de pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King, así como establecer los criterios básicos de manejo bajo condiciones de La Molina – Lima.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE PIMIENTO PÁPRIKA

2.1.1 Centro de origen

El género *Capsicum* de la familia Solanaceae, según Bosland et al. (2012), citado por Pino y Saavedra (2018), es originario de las regiones tropicales y subtropicales de América (México, Perú y Bolivia), siendo en el siglo XV introducido a Europa para luego distribuirse por el resto del mundo.

Con excepción del *C. anomalum*; Nuez et al. (1996) sostienen que todas las especies, además de ser originarias de América, se constituyen como las primeras plantas en ser domesticadas por el hombre. En Perú se han encontrado restos de *Capsicum* en las cuevas de Guitarrero datados de los años 8 600 y 8 000 a.C. y en Pachamamay correspondientes a los años 8 500 a.C.; así como en el valle del Tehuacaán en México entre 6 500 y 5 500 a.C.

Sumado a esto, Nicho y Valencia (2009) señalan que en estas regiones (tropicales y subtropicales) se ha podido encontrar restos de semillas, cuyas formas ancestrales corresponden a más de 7 000 años de antigüedad y desde donde se habría diseminado a toda América.

Bartolomé et al. (2015) consideran como centro de origen del *Capsicum* a la región andina; sin embargo, México también es considerado como otro centro de origen secundario, donde probablemente el desarrollo del cultivo estuvo vinculado a la migración de aves que transportaban semillas y a las condiciones agroecológicas favorables que lograron una diversificación comparable a la que sucedió en la región andina.

Citando a Zurita (2012), reporta que otros autores reconocen al *Capsicum* como posiblemente originario de la India; por el contrario, las evidencias de Jones y Rosas datados de 1928 indican que Perú y México cultivaron pimientos antes de la llegada del hombre blanco.

En cuanto a su utilización, la páprika era considerada un alimento básico para la población indígena e incluso su uso estaba limitado solo para las clases altas. Algunas variedades, por el atractivo con el que gozan sus pequeños frutos, eran utilizadas de forma ornamental; mientras que otras lo eran por su principal aprovechamiento en la alimentación humana, ya sea como condimento, colorante, digestivo, diurético, etc (Zurita, 2012).

En lo que refiere al termino páprika, Kardos (1897), citado por Weiss (2006), indica que tiene posiblemente su origen en la palabra grecolatina peperiperi piper, en el sur slavo y que gradualmente fue cambiando, pasando de peperke para finalmente llegar a páprika. Así mismo, se menciona que su nombre botánico *Capsicum* proviene de la palabra griega kapso, kaptein (picar, devorar) y Kapsakes (vaina, cápsula).

Diferentes autores describen un número variable de especies identificadas para el género *Capsicum*; sin embargo, Bioversity Internacional (2013) menciona que a la fecha se han identificado 30 especies y que de todas estas las que únicamente se han domesticado son cinco, siendo la especie *C. annuum* la que más se cultiva y comercializa tanto a nivel mundial como a nivel de Perú, sobre todo como páprika entera deshidratada.

2.1.2 Clasificación taxonómica

Nuez et al. (1996) indican que la taxonomía dentro del género *Capsicum* es muy compleja por la variabilidad de especies existentes y los criterios tomados para su clasificación. Consideran que la familia Solanaceae está formada por unos 90 géneros que se encuentran divididos entre dos subfamilias: Solanoideae y Cesteroideae, diferenciándose entre sí por los modelos de desarrollo embrionario.

El género *Capsicum* pertenece a la subfamilia Solanoideae y a la tribu más grande Solaneae, la cual cuenta con alrededor de 1250 especies distribuidas entre 18 géneros que incluyen a *Capsicum* y otros como *Solanum*, *Lycopersicon*, *Cyphomandra*, *Physalis*, etc (Nuez et al.,1996).

De acuerdo a APG III (2009 y 2016), Chase & Reveal (2009) y Haston et al. (2009) la clasificación taxonómica es la siguiente:

CLASE:	Equisetopsida
SUB CLASE:	Magnoliidae
SUPER ORDEN:	Asteranae
ORDEN:	Solanales
FAMILIA:	Solanaceae
GÉNERO:	<i>Capsicum</i>
ESPECIE:	<i>annuum</i> .
N. CIENTIFICO:	<i>Capsicum annum</i> L.

Los cultivares de páprika sembrados y comercializados en el Perú debido a su alto rendimiento por hectárea, alto contenido colorante y muy baja pungencia según Zegarra (2000) son los siguientes:

a) Papri King:

- Fruto de longitud promedio entre 15.2 a 20.3 cm.
- Paredes delgadas, de color rojo intenso y poco picante.
- Capacidad para secado muy buena.
- Niveles ASTA 220/280 u.

b) Papri Queen:

- Frutos de longitud menor a Papri King, pero de hombro más ancho.
- Paredes delgadas.
- Capacidad de secado muy buena.
- Niveles ASTA 200/300 u.

c) Sonora:

- Planta de madurez precoz.
- Frutos con longitud promedio de 20.3 cm y diámetro 3.8 cm.
- Paredes gruesas, fruto maduro de color rojo oscuro.
- Con altos niveles de grados ASTA, excelente para procesamiento.

2.1.3 Características botánicas y morfológicas

a. Sistema radicular

En la descripción de Zúñiga (2006), el sistema radicular está formado por una raíz principal (pivotante) y vigorosa que está rodeada por una amplia cabellera de raíces laterales. La mayor parte de las raíces se encuentra en la zona superior del suelo que comprende hasta los 0.25 m, pudiendo llegar a una profundidad de 0.7 m en un ancho de 0.5 m.

b. Hoja y Tallo

Bajo la descripción de Orellana y León (2011), la hoja es entera, glabra, lanceolada, de ápice acuminado e insertada de forma alternada en el nudo del tallo. La nervadura principal inicia en la base de la hoja, proyectándose desde el pecíolo hasta el ápice; mientras que las nervaduras secundarias suelen extenderse en la superficie de la hoja muy cerca al borde.

Por su parte, Zapata et al. (1992) describen al tallo del *Capsicum* como erecto y de crecimiento limitado, con un porte que puede variar entre 0.5 a 1.5 m y cuando la planta ha alcanzado una determinada edad tiende a lignificarse. Nuez et al. (1996) mencionan que a partir de cierta altura emite entre 2 o 3 ramificaciones que continúan este proceso de forma dicotómica hasta el final de su ciclo.

c. Flor

Según a Vargas (2015), las flores son axilares y solitarias en cada nudo, la corola es de color blanquecino acompañada en ocasiones de tonalidades verde claro o cremosas, el pedúnculo es torcido en anthesis y presenta fecundación autógama sin superar el porcentaje de alogamia el 10%.

Las flores son hermafroditas, es decir, que la misma flor produce tanto gametos masculinos como femeninos. Están constituidas por 6 sépalos que dan lugar al cáliz, 6 pétalos y 6 estambres. El ovario es supero, puede ser bi o trilocular, y el estigma en la mayoría de los casos está a nivel de las anteras, lo que facilita la autopolinización (MISTI Fertilizantes, 2007).

Se originan de los puntos en donde se ramifica el tallo o axila, pudiendo encontrarse entre una a cinco flores por ramificación, esto va a depender de la variedad; si son de frutos grandes solo se encontrará generalmente una flor y más de dos en frutos pequeños (Orellana et al., 2000).

d. Semilla

En cuanto a sus características, Chepote y Guardia (2001) refieren que son redondeadas y reniformes, de color amarillo crema e insertadas sobre la placenta cónica que se ubica en la parte central e interior de la baya. Tienen una longitud que varía de 3 a 5 mm, pudiendo encontrar en un gramo cerca de 150 a 200 semillas con un poder germinativo muy alto que oscila entre 95 a 98 %; igualmente, el peso y tamaño están correlacionados con la proporción del fruto.

e. Fruto

Desde el punto de vista botánico, Nuez et al. (1996) definen al fruto como una baya de estructura hueca y con forma de cápsula, característica por la cual se le atribuye el género *Capsicum* (del griego Kapsakes, cápsula).

La baya está constituida internamente por el tejido placentario sobre el cual se adhieren las semillas; y externamente por un pericarpio grueso y jugoso que está formado por tres capas: el epicarpio o capa externa, el mesocarpio o zona carnosa intermedia y el endocarpio o capa membranosa interna (Nuez et al., 1996).

2.2. REQUERIMIENTOS AGROECOLÓGICOS

2.2.1 Temperatura

De acuerdo con las conclusiones de Aguilar (2016), el *Capsicum* se desarrolla mejor en climas cálidos, por lo que la época más adecuada de siembra está entre las estaciones de primavera-verano, bajo condiciones de costa y quebradas andinas hasta unos 1500 m.s.n.m.

Por otra parte, Velásquez y Nicho (2010) registraron que, en condiciones de costa y valles interandinos de la sierra, el pimiento páprika se desarrolla de manera óptima bajo temperaturas que oscilan entre los 13 y 28 °C a lo largo de sus diferentes fases fenológicas, tal como se resume en la Tabla 1.

Grandes diferencias entre la máxima diurna y la mínima nocturna provocan desequilibrio vegetativo. Las bajas temperaturas (10 a 15 °C) durante el desarrollo del botón floral ocasionan la formación de flores con pétalos curvados, ovarios múltiples, acortamiento y engrosamiento de estambres y pistilo, fusión de anteras, frutos de menor tamaño y reducción de la viabilidad del polen (Orellana y León, 2011).

Las altas temperaturas asociadas a condiciones de baja humedad atmosférica provocan la caída de flores y frutos recién cuajados; sin embargo, si los frutos ya se encuentran en una fase avanzada de desarrollo, los efectos de esta condición resultan siendo menores (Gil, 1991).

Para lograr que el crecimiento de plántula sea el esperado, Serrano (1978) sugiere que la temperatura debe encontrarse en un rango de 20 a 28 °C durante el día y entre 16 a 18 °C en la noche.

Zapata et al. (1992) alegan que temperaturas inferiores a 12 °C y mayores a 35 °C provocan que el grano de polen no sea viable. En tanto, la semilla no germina por debajo de 13 °C y por encima de 37 °C, siendo el óptimo entre 20 y 30 °C.

De forma general, Montes (2010) concluye que este cultivo requiere de una temperatura media diaria de 24 °C; por debajo de 15 °C su desarrollo se ve afectado y en rangos menores a los 8 o 10 °C se detiene. Por otro lado, temperaturas que superan los 35 °C influyen en la polinización y fructificación, la cual puede ser muy débil o nula.

Tabla 1: Rango de temperaturas para pimiento paprika

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA		
	OPTIMA	MINIMA	MAXIMA
GERMINACION	20-25	13	40
CRECIMIENTO VEGETATIVO	20-25(dıa) 16-18(noche)	15	32
FLORACION Y CUAJADO DE FRUTOS	26-28 (dıa) 18-20 (noche)	18	35

Fuente: Velasquez y Nicho (2010)

2.2.2 Humedad relativa

La humedad relativa optima del pimiento, segun menciona Staller (2012), se encuentra entre 50 a 70 %, mostrando sensibilidad a condiciones de baja humedad y alta temperatura, ya que provocan una excesiva transpiracion en la planta que resulta en caıda de flores y frutos recien cuajados.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1993) menciona que en las semillas las reacciones fisiologicas se incrementan conforme la humedad en estas sea mayor, por lo que desde el momento en que la semilla ha alcanzado la madurez fisiologica, la humedad es una amenaza que puede afectar la calidad y longevidad de la semilla ya que esta sujeta a las condiciones del ambiente.

2.2.3 Luz

Según señalan Berrios et al. (2007), el *Capsicum* es un cultivo muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de reproducción. Cuando la intensidad de la radiación es muy alta puede provocar que el fruto se parta, presente golpes de calor y una coloración anormal; por lo que una planta con abundante follaje y niveles adecuados de calcio y potasio ayudan a prevenir quemaduras y mantener al fruto turgente. Por otra parte, en estudios donde se evaluó el uso de sombras, se demostró que bajos niveles de luz generan en promedio un 42 % más de caída de flores y brotes, y un 65 % menos de frutos para cosecha.

2.2.4 Requerimientos hídricos

Desde el punto de vista de Nicho (2004), el agua de riego debe ser bien aplicado tratando de que no llegue al cuello de la planta o cause un exceso o déficit de humedad que puedan provocar problemas fitosanitarios como pudriciones radiculares y/o fisiológicos como caída de flores y frutos. Así mismo, recomiendan que en el análisis de agua el pH debe tomar valores entre 6 a 8 y la sensibilidad a la salinidad de 0 a 2 dS/m.

El requerimiento hídrico estimado para un sistema de riego por gravedad se encuentra entre 8 000 y 10 000 m³/ha, con una periodicidad de 10 a 15 días y una frecuencia de riego total entre 9 a 11 por campaña (Zapata et al., 1992). En tanto, Lozada (1990), en el estudio de cinco densidades de siembra, considera que bajo el sistema de riego localizado de alta frecuencia el gasto es de 5251 m³/ha en un periodo de siete meses.

2.2.5 Requerimientos edáficos

Nicho y Valencia (2009) sugieren que es preferible cultivar en suelos sueltos (francos arenosos), profundos, aireados y de buen drenaje. El pH del suelo debe estar en un rango de 6.5 a 7.2, con una sensibilidad a la salinidad de 1.5 dS/m.

Reafirmando lo anterior, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2018) sostiene que deben evitarse los suelos demasiado arcillosos, dado que el encharcamiento por períodos cortos ocasiona que la disponibilidad de oxígeno en el suelo se

reduzca, produciéndose la caída de hojas y favoreciendo el desarrollo de enfermedades fungosas.

2.3 MANEJO AGRONÓMICO

2.3.1 Preparación del terreno definitivo

Por lo que refiere MISTI Fertilizantes (2007), se deben adecuar las características físicas y químicas del suelo para garantizar la adaptación y desarrollo de la planta, por lo cual es necesario realizar las siguientes labores:

a. Subsolado

Consiste en roturar el suelo de forma vertical y a una profundidad entre 1.00 y 1.20 m. Debe efectuarse sobre todo si los suelos presentan problemas como mal drenaje y problemas fitosanitarios (Red Agrícola, 2017).

b. Nivelación

Práctica que consiste en que el terreno agrícola sea nivelado de forma homogénea antes de la instalación del cultivo.

La maquinaria empleada para esta labor debe lograr en lo posible una pendiente de 5 por mil para evitar posibles encharcamientos, crecimiento de malezas y desarrollo de patógenos del suelo (MISTI fertilizantes, 2007).

c. Riego machaco

Los suelos que tengan menos del 70 % de humedad aprovechable o problemas de salinidad deben recibir este riego entre 20 a 30 horas, dependiendo bajo que condiciones se encuentra el suelo y la disponibilidad de agua; todo esto con el fin de que el terreno pueda acondicionarse a las actividades posteriores (MISTI fertilizantes, 2007).

d. Aradura

Debe realizarse a una profundidad mínima de 0.3 metros, que es donde se produce el mayor desarrollo de raíces. De acuerdo con las condiciones particulares del terreno es que se va a elegir el tipo de aradura, ya sea de vertedera (suelos blandos), de reja (suelos pesados) o de

discos (para terrenos con restos vegetales y malezas). Con el arado también se permite realizar el control de insectos en el suelo (Velásquez y Nicho, 2010).

e. Gradeo

Esta labor consiste en dejar el terreno completamente mullido, desmenuzando la capa superficial, de forma que el suelo esté preparado para la siembra. La profundidad mínima a la que se debe efectuar es a 18 cm (Gozzer, 2014).

f. Surcado

Consiste en la construcción de surcos y camellones en función al cultivo a sembrar. Se realiza con cajones de 12 a 14 pulgadas en camas de 50 a 60 metros lineales (MISTI fertilizantes).

2.3.2 Siembra

a. Siembra directa

Antes de dar paso a la siembra, Velásquez y Nicho (2010) recomiendan que los suelos deben estar sueltos, mullidos y libres de malezas. Además, efectuar la rotación para evitar que las plantas presenten problemas por patógenos que permanecen en el suelo.

Pérez (2007) manifiesta que durante la siembra es recomendable colocar entre 3 a 4 semillas para luego desahijar y dejar una planta por golpe. Si el riego es por gravedad, sembrar a 1.00 m entre surcos y 0.25 m entre plantas para obtener en promedio 40 000 plantas/ha con un gasto cercano a 1 Kg de semillas; pero si el riego es por goteo, el distanciamiento entre golpes dependerá del distanciamiento que exista entre las mangueras.

Por su parte, Nicho (2004) recomienda efectuar un ligero riego antes para corregir el exceso o déficit de humedad en ciertas áreas del terreno en caso de que el nivelado no sea uniforme.

b. Siembra indirecta

En la preparación del almacigo, las camas deben ser de dimensiones 1.00 m de ancho por 5.00 m de largo y 0.15 m de alto, a una densidad de 1000 semillas/m² (7 u 8 gramos de semilla) para cubrir 1 ha de campo con 100 m² de almácigos. Los surcos deben estar distanciados 0.1 metros colocando las semillas a chorro continuo y regando 6 litros de agua por cada metro cuadrado de forma continua y ligera (Vargas, 2015).

En cuanto a la fertilización en el almácigo, Fertitec (2008), citado por Arévalo (2010) a través de la Tabla 2, establece en el siguiente plan.

Tabla 2: Frecuencia de fertilización en almácigo

Nº Aplicación	Momento de aplicación	Fertilizante	Dosis recomendada
1ra	A la preparación de camas	Fosfato di amónico	5Kg/100 m ²
		sulfato de potasio	2Kg/100 m ²
2da	8 días de la emergencia	Nitrato de amonio	2 kg/100 m ²
3ra	15 días después de la segunda aplicación	Nitrato de amonio	5 kg/100 m ²
4ta	15 días después de la tercera aplicación	Nitrato de amonio	4Kg/100 m ²

Fuente: Fertitec (2008)

De acuerdo con el Manual de buenas prácticas de almácigos en el cultivo de pimiento para pimentón (2015), también se puede optar por sembrar las semillas en bandejas almacigueras, para lo cual es muy importante utilizar semilla de calidad que presente un poder germinativo y pureza mayor a 95%, se encuentre libre de virus y otras enfermedades.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2018) indica que el sustrato puede ser orgánico o mineral como la turba, perlita, compost o cualquier material que retenga el aire sin compactarse cuando se humedezca. En el riego, todo el sustrato debe alcanzar un nivel de humedad apropiado, evitando que el agua golpee y esponga la semilla. Para cubrir una hectárea se requiere entre 0.3 a 0.5 kg de semillas en almácigo.

Antes de la salida de los almácigos a campo, MISTI Fertilizantes (2007) recomienda que las plantas presenten entre 4 a 6 hojas verdaderas y una altura promedio de 10 a 14 cm. De igual forma, deben ser regadas un día antes del trasplante para facilitar esta labor y evitar dañar las raíces.

2.3.3 Riego

Vargas (2015) sostiene que el riego se debe programar bajo el criterio de poco caudal y corta duración para evitar la saturación del suelo, ya que es un cultivo muy susceptible a la asfixia radicular y problemas fungosos. En general, por campaña el suelo debe satisfacer una lámina total entre 11 000 a 14 500 m³ desde el trasplante hasta la última cosecha (Tabla 3).

Bajo el enfoque de Roselló y Porcuna (2012), luego del riego inmediato al trasplante, sigue un periodo sin riego para que las raíces puedan explorar y profundizar; este tiempo puede durar unos 15 días o hasta que aparezca la primera flor o segunda bifurcación del tallo. Así mismo, en las primeras fases los riegos deben ser profundos y espaciados; a partir de la cuaja, frecuentes y regulares evitando el encharcamiento.

El riego por gravedad tiene una frecuencia de 12 a 15 en todo el ciclo del cultivo, aportando un volumen de agua entre 600 a 800 m³/ha, el cual dependerá de las condiciones climáticas y tipo de suelo. Por otra parte, en riego localizado se consume entre 6000 a 9000 m³/ha en toda la campaña (Roselló y Porcuna, 2012).

Tabla 3: Momento de riego en campo

N° Riego	Momento	Objetivo
1er riego	Después del trasplante	Reducir el estrés al cambiar de ambiente.
2do riego	5 o 6 DDT	Evitar el desecamiento antes del desarrollo y expansión de raíces.
3er riego	20 a 30 DDT	A partir de aquí según las condiciones climatológicas y desarrollo del cultivo la frecuencia de riego debe darse cada 7 a 10 días
Riegos sucesivos		

Fuente: Vargas (2015)

2.3.4 Fertilización

Citando al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2018), la fertilización se debe realizar según los resultados del análisis de suelos, el cual recomienda ejecutar cada dos años y tomando en cuenta algunos puntos clave.

- Incorporar materia orgánica por lo menos 30 días antes del trasplante para suelos livianos.
- Suelos con un pH mayor a 7 provocan reducción en la disponibilidad de elementos menores, provocando deformación de hojas, flores y frutos.
- Evaluar los niveles de calcio y boro en el suelo, ya que la deficiencia de boro provoca que la absorción de calcio se vea reducida, exponiendo al fruto a problemas fisiológicos.
- El fósforo y potasio se aplican completos durante el trasplante, mientras que el nitrógeno en cuatro fracciones: al trasplante, floración, fructificación y 30 días después de la fructificación.
- El fertilizante debe aplicarse en banda a 0.3 m de las hileras y 0.05 m de profundidad.

Por su parte, Ramírez (2000) afirma que los suelos de costa se caracterizan por ser alcalinos, con niveles medios a altos de conductividad eléctrica y bajos en contenido de materia orgánica; por lo que presenta las siguientes fuentes de fertilización:

a. Fuente de Nitrógeno

La fuente inicial puede ser amoniacal como la urea (46 % N) o sulfato de amonio (21 % N) y para el resto del plan utilizar nitrato de Amonio (33.5 % N) debido a la mayor velocidad de absorción que tiene cuando el cultivo lo demanda.

b. Fuente de Fósforo

La fuente es el ácido fosfórico (85 %), necesario durante la etapa inicial y prefloración del cultivo.

c. Fuente de Potasio

La fuente por elegir va a depender de la tolerancia del suelo a la salinidad, por lo que recomienda el sulfato (50 % K₂O) o nitrato de potasio por la importancia que tienen durante la formación y desarrollo de frutos.

d. Fuente de Calcio y Magnesio

La aplicación de calcio bajo la forma de nitrato de calcio (15.5 %N y 26 % CaO) durante la fructificación es elemental para evitar problemas fisiológicos. Como fuente de magnesio recomienda el uso de sulfato de magnesio (16 % MgO y 13 %S).

2.3.5 Plagas y enfermedades

Según el Instituto Peruano de Espárrago y Hortalizas (IPEH, 2006), las plagas que se presentan en la páprika son muy diversas, con mayor o menor intensidad según sea la zona y épocas de siembra, siendo los siguientes ejemplares los más comunes.

a. Gusanos aradores

Individuos de la familia Scarabaeidae, entre los que se puede mencionar a *Anomala undulata* Melsh y *Lygurus maimon* Erichson, los cuales generalmente están enterrados o sobre la superficie de la materia orgánica en descomposición, alimentándose de las raíces. Los daños se presentan en las plantas más jóvenes, las cuales tienden a marchitarse como consecuencia de las lesiones ocasionadas en la corteza de la base del tallo y de las raíces (IPEH, 2006).

b. Gusanos de tierra

Lepidópteros de la familia Noctuidae, como *Agrotis ipsilon* (Hulf), se caracterizan porque se alimentan de las hojas de las plántulas en semillero o recién trasplantadas, en ocasiones consumen las raíces y perforan el cuello de la planta provocando el tumbado; luego migran hacia las plantas más cercanas (García et al., 2012).

c. Perforadores de botones, flores y frutos

En especies como *Heliothis virescens* Fabricius, sus larvas raspan brotes y mastican hojas. Conforme se siguen desarrollando perforan botones florales y frutos; en estos últimos al

ingresar provocan la proliferación de patógenos causantes de pudrición, mientras las larvas van migrando hacia frutos vecinos (Quevedo, 2006).

Symmetrischema capsicum Meyrick se caracteriza porque en estado larval ingresa al botón floral alimentándose del ovario y ocasionando la caída de flores. En fructificación, la larva se alimenta del fruto a riesgo de caerse o continuar su desarrollo con la larva dentro. Tras su emergencia deja un orificio que permite el ingreso de patógenos que ocasionan la pudrición y caída de frutos (IPEH, 2006).

d. Trips

Individuos como *Thrips tabaci* Lindeman de la familia Thripidae, es el responsable de la deformación que sufren las hojas producto del raspado y succión de la savia exudada. Así mismo, puede ser vector de enfermedades virales que ocasionan la presencia de estrías y manchas oscuras durante el cuajado de frutos (González et al., 1973).

En cuanto a enfermedades que suelen afectar al *Capsicum*, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2018) señala que su presencia está en función a las condiciones ambientales y al manejo que se le otorgue al cultivo, encontrándose con mayor frecuencia los siguientes agentes patógenos.

e. Chupadera

Ocasionada por *Rhizoctonia solani*, *Phytium spp.* y *Fusarium spp.* los daños se pueden presentar antes o después de la emergencia. Produce lesiones de coloración café a nivel del cuello de la planta y de las raíces, las que provocan el estrangulamiento y caída de plantas trasplantadas. Bajo condiciones de alta humedad en el sustrato suelen infectar semillas en proceso de germinación provocando su pudrición y desuniformidad en el desarrollo (Pariona et al., 2001).

f. Pudrición del cuello o pie negro

Ocasionada por *Phytophthora capsici*, puede atacar tallos, flores y frutos en plantas desarrolladas a través de la salpicadura de agua. Las pudriciones adoptan un aspecto negruzco de consistencia seca por efecto de la destrucción de las estructuras internas y suele

manifestarse con mayor intensidad bajo condiciones de humedad relativa alta, ocasionando pérdidas de hasta el 70 % de la producción (CENTA, 2018).

g. Nematodo del nudo de la raíz

Los problemas ocasionados por *Meloidogyne incógnita* se caracterizan por generar lesiones a nivel de los puntos de crecimiento de las raíces, en las cuales se produce un desarrollo desproporcionado de células, originando así el agallamiento, el cual altera la absorción de nutrientes y agua provocando el amarillamiento de las hojas, ausencia o deformación de frutos y el marchitamiento de la planta (Vicente, 2005).

h. Virosis

Pariona et al. (2001) destacan la presencia del Virus del Mosaico del Tabaco (TMV), Virus Peruano del Tomate (PTV) y el virus Y de la Papa (PVY) entre los principales agentes virales que afectan al cultivo de *Capsicum*. Los daños que generalmente se pueden observar son la manifestación de mosaicos suaves a severos en hojas y frutos, deformación, rugosidad o encarrujamiento de hojas y enanismo.

2.3.6 Plantas voluntarias

Según Orellana et al. (2000), las malezas son plantas ecológicamente adaptadas a las condiciones de desarrollo del cultivo de interés. Suelen presentarse en tres momentos críticos o de competencia durante el ciclo del cultivo: en la etapa de desarrollo vegetativo, previo a la floración debido al mayor requerimiento de nutrientes y después del desarrollo de frutos por el aumento de enfermedades que pueden provocar pérdidas.

Álvarez y Pino (2018) argumentan que el control de malezas se debe efectuar antes del trasplante, mediante la preparación del terreno y la aplicación de herbicidas preemergentes para posteriormente realizar limpiezas de campo en forma manual. Los productos preemergentes que se recomiendan son la Trifluralina en dosis de 1-2 L/ha y el Herbadox en dosis de 4-5 L/ha, los cuales pueden variar de acuerdo con el tipo de suelo. Igualmente, la aplicación puede ir acompañado por algunos herbicidas selectivos de post emergencia para gramíneas.

En cuanto a la presencia de diferentes virus de pimiento en malezas asociadas a este cultivo, los resultados de Ormeño y Sepúlveda (2005) determinaron que malezas pertenecientes a la misma familia (Solanaceae) como *Datura spp.*, *Nicandra physalodes* y *Solanum nigrum* fueron las que más alojaron diferentes tipos de virus, representando el 80% para tres tipos en particular de alta incidencia en el pimiento, por lo que se hace necesario el control de las malezas portadoras para minimizar la incidencia y dispersión.

2.3.7 Cosecha y secado

Zúñiga (2006) afirma que los frutos antes de alcanzar su completa maduración son de textura tersa, color rojo brillante y de placenta blanquecina, lo que indica que no están totalmente maduros. Pimientos con estas características contienen de 15 a 20 % menos de colorantes naturales, son propensos a pudriciones y demoran en el secado.

El tiempo de secado varía según las condiciones climáticas y el contenido de humedad en el fruto al momento de la cosecha, siendo el óptimo de 7 a 10 días, pudiendo acortarse en los meses de verano. Los frutos listos por cosechar deben contener una humedad cercana al 80 % y al llegar a la coloración concho de vino tras finalizar el secado se debe reducir a 14 % (Nicho y Valencia, 2009).

Doria (2010) argumenta que las semillas inmediatamente cosechadas presentan un contenido de humedad superior al 30 %, las cuales al ser embolsadas por pocas horas provocan que se vea seriamente afectado el poder germinativo y vigor de las futuras plántulas.

Según menciona Pittcock (2008), citado por Ayala et al. (2014), la capacidad germinativa se ve afectada por las condiciones a las que estuvo sometida la planta madre durante el desarrollo de las semillas y por el grado de madurez adquirido al momento de la cosecha.

Las semillas que han alcanzado su madurez fisiológica y que aún no han sido cosechadas están expuestas al deterioro, cuya magnitud está en proporción a las condiciones ambientales como pluviosidad, temperatura, humedad relativa y tiempo de exposición a dichas condiciones (CIAT, 1993).

2.3.8 Selección, producción y conservación de semilla

Arcos et al. (1998) y Bravo et al. (2002), citados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2013), consideran que para optimizar la obtención de semillas en cuanto a calidad, rendimiento, tolerancia a enfermedades y que resulte un producto económico, se deben modificar las técnicas tradicionales de selección masal, lo cual involucra criterios desde la selección de las plantas hasta el momento de almacenamiento de las semillas, como se menciona a continuación.

a. Criterios de selección en campo

Seleccionar un lote de plantas sanas del campo con características deseables como la presencia de frutos grandes, que estén libres de enfermedades, con competencia completa (tener plantas en sus cuatro costados), entre otros parámetros importantes para el productor. Estas plantas deben ser marcadas cuando los frutos hayan alcanzado su madurez fisiológica (completamente rojos), cosechando los más cercanos a la horqueta próxima a la base de la planta (INIFAP, 2013).

De acuerdo con lo anterior, Edwards y Sundstrom (1987), citados por Ayala et al. (2014), indican que la maduración del fruto y de la semilla presentan una alta correlación, de manera que cuando el fruto haya cambiado totalmente de color, la semilla ha alcanzado un nivel alto en cuanto a calidad.

b. Secado

Los frutos seleccionados son cortados por la parte más cercana al pedúnculo, separándolos con las semillas adheridas al pericarpio y colocándolos sobre una superficie bajo sombra para que la humedad pueda perderse más rápido y evitar la presencia de hongos (INIFAP, 2013).

En este aspecto, Steiner (2012) señala que las semillas cosechadas en estado maduro presentan menor susceptibilidad al ataque de patógenos durante el almacenamiento, por lo que el momento para iniciar la cosecha es muy importante en la obtención de material útil.

Tras el secado, se desgranar y limpian las semillas sumergiéndolas en agua y eliminando aquellas que estén flotando (semillas pequeñas, vanas o germinadas). Las semillas que quedan en el fondo deben ser secadas a la sombra y tratadas con algún fungicida como Captan a dosis de 5g/Kg (Cabañas y Galindo, 2004).

c. Almacenamiento

El ambiente de almacenamiento debe contar con una temperatura aproximada de 20 °C y un porcentaje de humedad menor a 55 %, de forma que, en la semilla, la humedad se mantenga alrededor del 5 %. Altas temperaturas y humedad reducen de manera significativa la longevidad de las semillas y producen mutaciones en los tejidos que dan lugar a la formación de las puntas de las raíces (INIFAP, 2013).

Agera y Dau (2012), citados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP, 2013), señalan que la viabilidad también se ve afectada por la madurez incompleta de la semilla. Así mismo, aunque se brinden las condiciones adecuadas de almacenamiento a largo plazo, el porcentaje de germinación y el vigor de las plántulas se ve afectado, por lo que se debe establecer ciclos de almacenamiento más cortos.

2.3.9 Ensayo de germinación

El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2020), señala que el ensayo de germinación tiene por objetivo principal determinar el potencial para germinar un lote de semillas y así proyectar su capacidad para producir plantas sanas en campo bajo condiciones favorables.

El ensayo de germinación se ejecuta en laboratorio y se expresa en porcentajes a partir del número de semillas puras que germinan y el número de plántulas normales obtenidas bajo condiciones controladas (FAO, 1991).

De acuerdo con los procedimientos indicados por la ISTA (2016), las condiciones ofrecidas en campo no son del todo confiables, principalmente por el control al que están expuestas y porque sus repeticiones son poco viables, por lo que los trabajos en laboratorio bajo control

de las condiciones externas permiten que la germinación de la especie en estudio sea más rápida, regular y completa.

a. Germinación

Justice (1972) y Bonner (1974), citados por la FAO (1991), definen la germinación como el proceso a través del cual emerge y desarrolla el embrión, así como otras estructuras en la semilla que permiten dar lugar al desarrollo de una planta normal.

b. Fases de la germinación

Según Doria (2010) se pueden clasificar en tres etapas sucesivas que se superponen parcialmente:

- Absorción de agua por imbibición: produce el hinchamiento de la semilla y ruptura de la testa. Este proceso desencadena la activación de procesos por aumentos en la humedad.
- Inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio: en esta fase se da lugar a cambios metabólicos que involucran respiración, síntesis, traslocación y asimilación de las reservas alimentarias en las zonas en crecimiento del embrión.
- Crecimiento y división celular: estos procesos provocan la ruptura de las cubiertas seminales, la emergencia de la radícula y posteriormente de la plúmula como respuesta a una serie de eventos metabólicos en los que intervienen la toma y pérdida de agua, así como la actividad respiratoria.

c. Semillas no germinadas

Las semillas de la muestra que no han germinado, la ISTA (2016) las clasifica de la siguiente manera:

- Semillas duras: referido a aquellas semillas que no han absorbido agua.
- Semillas frescas: aquellas que no han logrado germinar, pero tienen el potencial para lograrlo.
- Semillas muertas: semillas que no han desarrollado ninguna estructura y presentan patógenos.
- Otras categorías: semillas vacías con el embrión sin desarrollar o dañadas por algún insecto.

d. Sustrato de cultivo

Los medios de cultivo más utilizados para la prueba de germinación, según la ISTA (2016) son papel, arena pura o compuestos orgánicos; los cuales deben tener la capacidad para retener el agua sin afectar la respiración de la semilla, estar libre de sustancias tóxicas, patógenos y semillas contaminadas que puedan alterar la prueba. El agua empleada debe estar desmineralizada o desionizada, libre de impurezas y con un pH en el rango de 6 a 7.5.

e. Condiciones del análisis

La FAO (1991) menciona que las condiciones adecuadas para la germinación no son las mismas para las diversas fases por las que pasa la semilla hasta germinar, incluso no es la misma para todas las semillas de un mismo lote.

La temperatura bajo la cual están sometidas las semillas debe ser lo más homogénea posible en el aparato de germinación, manteniendo una alternancia de temperaturas bajas durante 16 horas y altas hasta por 8 horas, con un cambio gradual de 3 horas (ISTA, 2016).

Por su parte, Everson e Isley (1951), citados por la FAO (1991), señalan que las semillas pueden germinar en presencia de luz u oscuridad, sin embargo, es necesario que estén sometidas a la exposición de luz artificial o luz del día indirecta para promover su desarrollo y mejor evaluación. En cuanto al nivel de humedad en el sustrato, además de afectar la ventilación, es uno de los principales factores que originan la variación en los resultados de germinación.

f. Procedimiento

Las reglas ISTA (2016) indican que, para realizar la prueba de germinación, la muestra debe ser homogénea, dividida en repeticiones y espaciadas uniformemente sobre el sustrato humedecido. Si se obtiene el máximo porcentaje de germinación antes de culminar el periodo de análisis, la prueba se puede dar por concluida.

La ejecución de conteos intermedios es importante para descartar aquellas plántulas que ya han desarrollado y puedan afectar a otras semillas que aún no germinan. A su vez, en la fase de evaluación se debe observar que las estructuras esenciales estén completamente desarrolladas, de forma que esto permita detectar la presencia de anomalías (ISTA, 2016).

El tipo de germinador dependerá de la clase y cantidad de semillas; siempre que pueda ofrecer control de las condiciones prescritas en materia de temperatura, humedad y luz (FAO, 1991).

g. Determinación de la homogeneidad de los resultados de la germinación

El método consiste en calcular el porcentaje de germinación promedio y el intervalo efectivo a partir de la diferencia existente entre las réplicas más altas y bajas. De acuerdo con el cuadro de tolerancias (Tabla 4), el porcentaje de germinación indicado determina un intervalo máximo que deberá ser comparado con la diferencia obtenida del intervalo efectivo (ISTA, 2016).

Tabla 4: Intervalo de tolerancias máximas de germinación

Porcentaje de germinación medio		Intervalo máximo
1	2	3
99	2	5
98	3	6
97	4	7
96	5	8
95	6	9
93 a 94	7 a 8	10
91 a 92	9 a 10	11
89 a 90	11 a 12	12
87 a 88	13 a 14	13
84 a 86	15 a 17	14
81 a 83	18 a 20	15
78 a 80	21 a 23	16
73 a 77	24 a 28	17
67 a 72	29 a 34	18
56 a 66	35 a 45	19
51 a 55	46 a 50	20

Fuente: ISTA (2016)

Para que una muestra sea considerada homogénea y aceptada, el intervalo efectivo debe ser inferior al intervalo máximo. Si el intervalo efectivo es superior se debe tomar una nueva muestra para repetir el ensayo. Dicho resultado puede ser generado por la falta de homogeneidad en las semillas, daño por patógenos e insectos en una o varias réplicas (Paul, 1972; citado por la FAO, 1991).

Bonner (1974), citado por la FAO (1991), considera repetir el ensayo siempre que al término quede un porcentaje alto de semillas no germinadas. En ese caso, la repetición del ensayo

deberá efectuarse con un tratamiento previo distinto para tratar de romper la latencia y mejorar la germinación total.

h. Factores que afectan la germinación

Según Doria (2010), los factores que comúnmente suelen afectar la germinación son los siguientes:

- Madurez de la semilla: está relacionado al completo desarrollo a nivel morfológico y fisiológico. Aunque las semillas morfológicamente ya estén maduras, pueden seguir siendo incapaces de germinar porque aún necesitan experimentar cambios fisiológicos.
- Viabilidad de la semilla: referido al periodo de tiempo por el que las semillas mantienen su capacidad de germinar. Este periodo es variable y depende del tipo de semilla y condiciones de almacenamiento que se le ofrezca.
- Humedad: la absorción de agua es el primer paso y el más importante para activar los procesos metabólicos vinculados a la germinación; sin embargo, un exceso de esta actuaría de forma desfavorable, dificultando la llegada del oxígeno al embrión.
- Temperatura: es un factor decisivo en la germinación, ya que la velocidad de reacción enzimática está regulada sobre un margen de temperaturas altas y bajas, por ello las semillas germinan a cierto rango de temperatura.
- Gases: las semillas para germinar también requieren de un medio lo suficientemente aireado y cuya concentración de CO₂ y O₂ sea disponible para mantener sus actividades metabólicas. Sin embargo, algunos elementos en la cubierta seminal (mucílagos y compuestos fenólicos) pueden impedir la germinación disminuyendo la difusión de oxígeno hacia el embrión.

2.4. DENSIDAD DE SIEMBRA

Rost y Barbour (1985), citados por Gálvez (1994), argumentan que la densidad de siembra se refiere al espacio entre plantas al momento del trasplante, la cual genera una forma de competencia intraespecífica por la necesidad común de algunos factores limitantes para sobrevivir y puede tener diferentes comportamientos en función al cultivo, ciclo de desarrollo, fecha y calidad de siembra.

Por su parte, Willey (1994) agrega que la respuesta de las plantas a las altas densidades se manifiesta de diferentes formas, por mencionar, en el aumento de la altura y longitud de entrenudos, así como en la reducción de nudos, flores y frutos.

2.4.1 Rendimiento y densidad de siembra

Villalobos y Fererer (2017) sostienen que la relación existente entre los rendimientos y la densidad de siembra puede ser asintótica o parabólica (Fig. 1). En el primer tipo, el rendimiento aumenta en paralelo con la densidad, alcanza una meseta y no disminuye para densidades muy altas. En el segundo tipo, el rendimiento logrará un máximo a determinada densidad intermedia, y disminuye para densidades tanto mayores como menores.

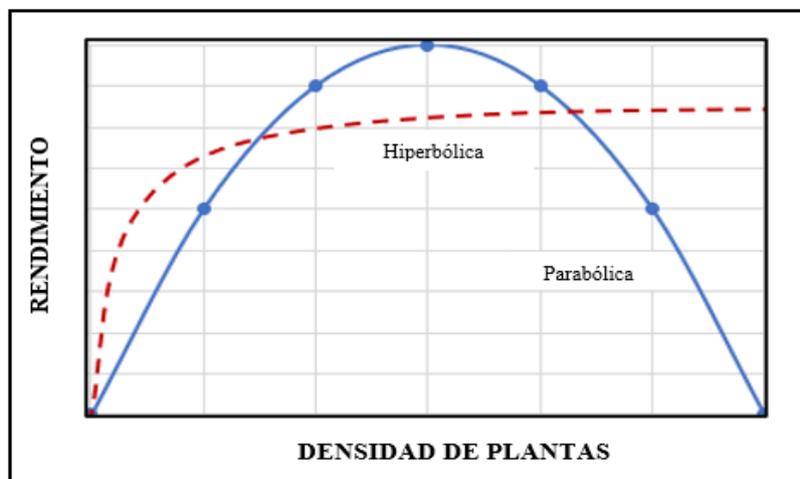


Figura 1: Curvas de rendimiento frente a la densidad. Villalobos y Fererer (2017)

En cultivos cosechados por sus semillas es común observar como respuesta la disminución del rendimiento para altas densidades (relación parabólica), esto puede ser por efecto directo de la densidad o por alguna limitación de los recursos (Fig. 2).

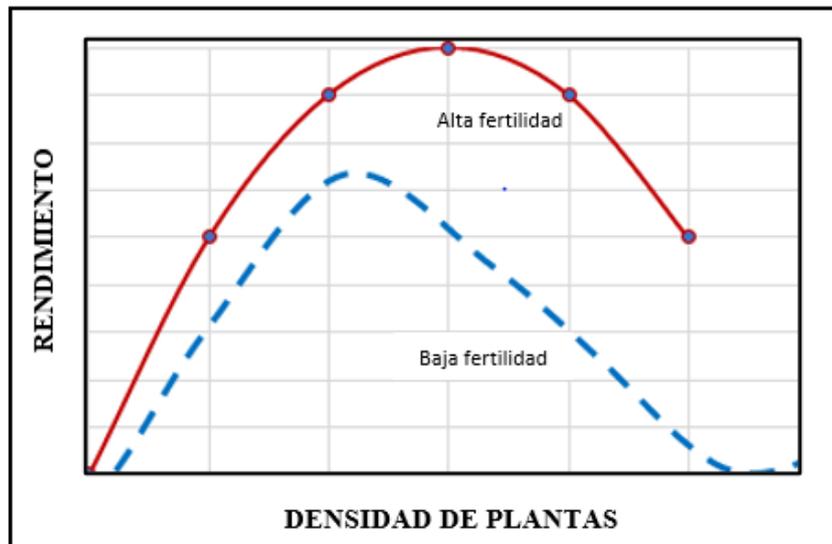


Figura 2: Variación de la curva parabólica. Villalobos y Fererer (2017)

2.4.2 Efecto competitivo

De acuerdo con la guía Estructura y función de ecosistemas forestales (2015), la competencia entre individuos de una población es una interacción que ocurre cuando un recurso resulta indispensable porque se encuentra en forma limitada y conduce a la reducción en la supervivencia, desarrollo y/o reproducción de por lo menos algún individuo competente. Desde este punto de vista se señalan algunas características importantes de la competencia.

a) El efecto final de la competencia conduce a la reducción de individuos de una generación a otra

Tal es el caso de la competencia por nutrientes o espacio que puede tener efectos negativos sobre la fecundidad y perpetuación de los individuos involucrados.

b) Los efectos de la competencia por un recurso dependerán de su disponibilidad limitada

Los organismos siempre compiten por recursos que no son abundantes; caso contrario si estos recursos son superabundantes no tendrían que competir.

c) Los individuos que compiten en una población deben ser esencialmente equivalentes

Esto no limita necesariamente que alguno de los competidores parta de una situación ventajosa (como acceder antes a los recursos), ya que esta ventaja puede ser solo circunstancial existiendo la posibilidad de que los papeles se inviertan si se produce un cambio en la interacción.

d) Los efectos de la competencia son dependientes de la densidad

Los resultados de la competencia serán mayores conforme el número de competidores. Esta dependencia se debe a que la probabilidad a que un individuo se vea afectado aumenta con el número de competidores.

2.4.3 Densidad de siembra en *capsicum*

Cano (1998) sostiene que es muy importante definir el sistema de siembra, sea en surco simple o doble. Bajo el sistema de surco simple el trasplante se efectúa a un lado del camellón o surco, teniendo especial cuidado en el manejo del riego. A doble hilera es por lo general recomendable para suelos pesados (francos arcillosos), tomando una distancia entre surcos de 0.75 a 0.9 m y entre plantas de 0.25 a 0.3 m como se indica en la Tabla 5.

Citando a Nicho (2004), recomienda que la siembra debe efectuarse a un distanciamiento entre surcos de 0.75 a 1 m en hilera simple, de 1 a 1.5 m en hilera doble y entre plantas de 0.20 a 0.50 m; esta estructura dependerá del tipo de siembra, fertilidad y textura del suelo.

El marco de plantación más utilizado en Sudamérica para *Capsicum* es de 0.8 m entre surcos y 0.3 m entre plantas. Para optimizar aún más la densidad se puede alternar la distribución espacial colocando plantas en ambas caras del surco a manera de tres bolillos y a un distanciamiento por golpe de 0.15 m (Di fabio, Lozaya y Dos santos, 2000).

Tabla 5: Modalidades y distanciamiento según hábito de crecimiento

Habito de crecimiento	Distanciamiento entre plantas	Distanciamiento entre surco
Determinado compacto	0.2 a 0.3 m	0.75 a 0.90 m
Determinado grande	0.3 m	1.00 m
Indeterminado	0.35 a 0.45 m	1.00 m

Fuente: Cano (1998)

Por otro lado, Vallejo y Estrada (2004) afirman que el *Capsicum* es tolerante a altas densidades, siendo el sistema de surcos múltiples (dos, tres o cuatro líneas) el más recomendado, pues permite que la distribución entre plantas sea favorable (Tabla 6). El sistema de surco doble es el más utilizado, pues facilita el tutorado, la distribución del espacio y del sistema de riego.

Tabla 6: Distanciamientos (surco y planta) según sistema de siembra

Sistemas	Distancias (m)		Plantas/m ²	Plantas/ha
	Surcos	Plantas		
Surcos sencillos	0.8	0.3	4.2	42,000
	1.0	0.3	3.3	33,000
	1.2	0.25	3.3	33,000
Surcos múltiples	Centro de la unidad de siembra			
	1.2	0.4	4.1	41,500
Doble	1.3	0.3	5.1	51,281
	1.5	0.25	5.3	53,333
Triple	1.4	0.4	5.3	53,573
	1.5	0.3	6.3	66,666
Cuatro plantas	1.8	0.4	5.5	55,500
	2.0	0.3	6.6	66,660

Fuente: Vallejo y Estrada (2004)

2.5 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

2.5.1 Superficie de pimiento páprika sembrado en el Perú

El Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA, 2019), a través del boletín estadístico mensual diciembre 2019, registra en la Fig. 3 la superficie sembrada (hectáreas) de pimiento páprika para la campaña agrícola agosto - diciembre durante los años 2014 a 2020, en los cuales las variaciones son resultado de algunos factores que involucran principalmente costos de producción, tecnología, manejo del cultivo, pérdidas en campañas anteriores y búsqueda de nuevos cultivos.

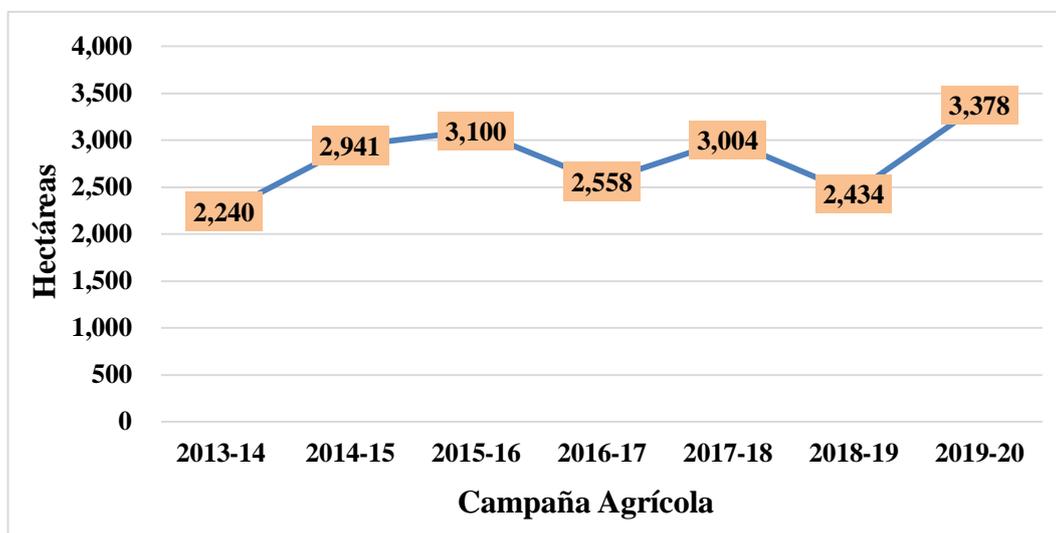


Figura 3: Superficie sembrada por campaña. SIEA (2019)

Visto por departamentos, en la Fig. 4 se muestra que para las campañas 2018-2019/2019-2020, Lima y Arequipa emplean mayor superficie para la producción de pimiento páprika por ser puntos que concentran y distribuyen mayor producción. Por el norte, Lambayeque es el departamento con menor área de siembra, mientras que por el sur lo es Tacna (SIEA, 2019).

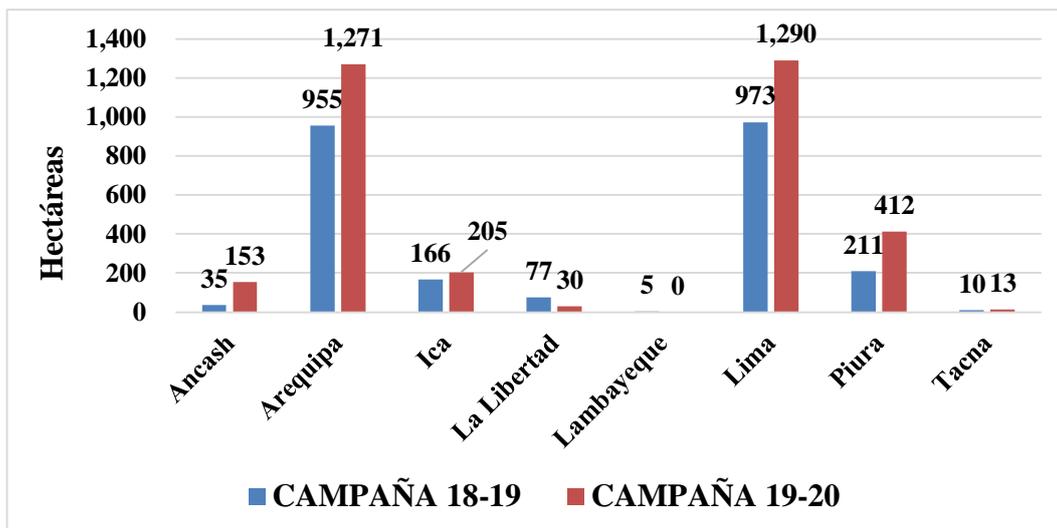


Figura 4: Superficie sembrada por región. SIEA (2019)

2.5.2 Producción de páprika en el Perú

La base de datos de la Empresa Municipal de Mercados S.A. (EMMSA, 2020), para el periodo 2011-2019 ha presentado fluctuaciones en cuanto a las toneladas de pimienta páprika destinadas al mercado local como muestra la Fig. 5. Este comportamiento es respuesta a múltiples factores, entre los que se distinguen las condiciones climáticas de la zona de producción, presencia de mano de obra, manejo en campo y número de cosechas.

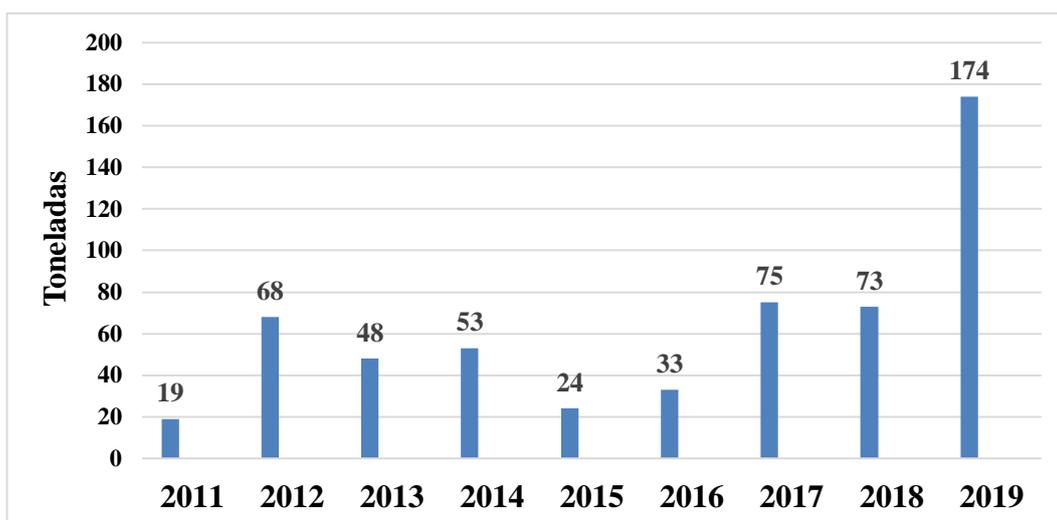


Figura 5: Producción anual (2011 - 2019) en toneladas de páprika. EMMSA (2020)

2.5.3 Producciones de pimiento páprika por regiones

Las zonas más comunes de producción son Ica (Nazca y Chincha), La Libertad (Vir y Chao), Lima (Barranca, Supe, Huacho, Huaral, Huaura, Sayán, Canete), Áncash (Chimbote y Huarney), Lambayeque (Motupe y Olmos), Arequipa y Tacna. En la Tabla 7 se observa que Lima, ncash y Arequipa son las regiones con mayor producción de pimiento como resultado de la mayor superficie destinada al cultivo; caso contrario es Tacna, con menor producción en función a la extensión destinada al mismo fin (EMMSA, 2020).

Tabla 7: Producción (t) de pimiento páprika en el Perú por regiones 2011 – 2019

DEPARTAMENTO	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	TOTAL
Ica	0	0	7	0	0	0	0	32	11	50
La Libertad	0	0	0	17	3	4	2	0	11	37
Lima	0	9	20	4	7	14	8	27	94	183
Tacna	0	0	4	0	0	10	0	0	11	25
Arequipa	0	0	0	0	0	0	54	14	8	76
ncash	13	45	17	22	6	1	0	0	17	121
Lambayeque	0	0	0	10	8	4	11	0	22	55
Sin procedencia	6	14	0	0	0	0	0	0	0	20

Fuente: EMMSA (2020)

2.5.4 Usos

De acuerdo con Nicho y Valencia (2009), el pigmento rojo que se extrae de la páprika resulta ser bastante demandado por presentar diversas formas de uso.

a) Páprika seca entera para mesa

Destinado para el consumo directo. El fruto debe tener un tamaño de 10 a 12 cm, coloración rojo concho de vino y un contenido de humedad entre 12 a 14 %.

b) Páprika seca prensada

Utilizado como materia prima para el procesamiento y obtención de páprika molida. Los frutos deben estar enteros, con una coloración entre 110 a 350 unidades de grados ASTA y una humedad máxima de 12 %.

c) Páprika en polvo o molido

Empleado como saborizante, debe estar entre 110 a 200 unidades de grados ASTA y como oleorresina a más de 250 a una humedad máxima de 12 %.

d) Oleorresina

El producto más importante extraído de la páprika, sostienen Plaza y Lock (1997), es la oleorresina, que es un extracto graso, de viscosidad media y color rojo intenso, indispensable por su cualidad para modificar el color, mejorar la presentación y ofrecer características organolépticas particulares. El contenido de capsaicina en la escala Scoville varía de 0 a 0.1.

La oleorresina es la mezcla compleja de aceites esenciales, ceras y varios capsaicinoides producto del proceso de extracción y concentración del fruto maduro y seco. Para obtener un kilogramo de producto se necesita entre 18 a 20 kilos de páprika con un buen grado de coloración (Zúñiga, 2006).

El Ministerio de Agricultura (MINAG, 2012) indica que la oleorresina que se obtiene de la páprika se empezó a utilizar como especia en las diferentes industrias debido a su capacidad para modificar el color de los alimentos, alterar su aspecto y otorgar ciertas características, siendo las principales industrias que lo emplean:

- La industria láctea (quesos, mantequillas, etc.).
- La industria de los piensos (avicultura, piscicultura, ganadería, etc.).
- La industria conservera (vegetales, hidrobiológicos y cárnicos).
- La industria de panificación (pasteles, galletas, etc.).
- La industria cosmética y farmacéutica (lápices labiales, polvos faciales, jarabes etc.)

2.6 CALIDAD DEL FRUTO DE PIMIENTO PÁPRIKA

2.6.1 Composición del fruto

El Instituto Peruano de Espárrago y Hortalizas (2006), menciona que la composición química de la páprika por cada 100 gramos de porción comestible (Tabla 8) presenta valores nutricionales altos para vitamina C y vitamina A (carotenos), pero menores para vitaminas del grupo B, sales minerales, carbohidratos y oleorresinas.

Tabla 8: Información nutricional de la páprika

VALOR NUTRITIVO (Por 100 gramos)		
NUTRIENTES	PIMIENTO FRESCO	PIMIENTO SECO
Agua (ml)	74	8
Calorías (cal)	94	2.91
Proteína (g)	4.1	15
Grasa (g)	2.3	11
Fibra (g)	18	33
Calcio (mg)	58	150
H. de carbono (g)	18	33
Fósforo (mg)	101	0
Hierro (mg)	2.9	9
B-caroteno (UI)	7140	1000
Tiamina (mg)	0.25	0.6
Riboflavina (mg)	0.2	0.5
Niacina (mg)	2.4	12
Ac. Ascórbico (mg)	121	10

Fuente: IPEH (2006)

2.6.2 Capsaicina

En la definición de Vallejo y Estrada (2004), la capsaicina es un protoalcaloide ($C_{18}H_{27}O_3N$) y principio picante de las especies de *Capsicum*, cuyo contenido depende de la variedad y los factores ambientales, siendo las temperaturas alrededor de los 30 C las que propician su síntesis; así mismo, su concentración aumenta conforme los frutos van virando, siendo mayor en la placenta y el septo donde representan el 2.5 % de la materia seca, en el pericarpio el 0.03 % y en las semillas el 0.7 %.

Las variedades de *Capsicum* son consideradas dulces cuando el contenido de capsaicinoides se encuentra por debajo de los 10 ppm, que es el límite para que las papilas gustativas puedan detectar la sensación de picor. El pimiento páprika presenta concentraciones muy bajas de capsaicina que varían desde los 10 ppm a los 100 ppm (Nuez et al., 1996).

2.6.3 Otros capsaicinoides

Plaza y Lock (1997) mencionan que en un estudio sobre el contenido de oleorresina en una especie pungente de *Capsicum*, se encontró por lo menos 5 tipos de amidas (dihidrocapsaicina, nordihidrocapsaicina, homocapsaicina y homodihidrocapsaicina), donde la capsaicina representaba poco más del 50 % del total de capsaicinoides. Para medir la pungencia o picor, por lo general se suele utilizar el método de las unidades de “calor” Scoville, usado con base a las características organolépticas ofrecidas por el producto.

Además de este método, Alarco y Patiño (2008) indican que también se suele utilizar la cromatografía líquida de alta presión (HPLC) que determina la presencia y concentración de los capsaicinoides. La ventaja de este método es que es más preciso y se pueden expresar los resultados en unidades Scoville.

2.6.4 Carotenoides

De acuerdo a Cardona et al. (2006), de la oleorresina se obtiene una alta concentración de carotenoides derivados de fuentes vegetales como el β -caroteno, zeaxantina, anteraxantina, violaxantina, capsantina y capsorubina; los cuales son los que les imprimen el color a los frutos.

De todos estos componentes, indican Martin et al. (2006), los que se encuentran en mayor proporción son la capsantina y capsorubina, que aportan cerca del 60 % de los carotenoides totales y cuya presencia está fuertemente relacionado al cambio de color del fruto de verde fresco a rojo intenso.

Nuez et al. (1996) mencionan que los frutos de la paprika sufren cambios de coloracion en las etapas de maduracion y secado a traves de dos procesos metabolicos que involucran la sıntesis y transformacion de pigmentos carotenoides. Estos procesos se hacen evidentes al evaluar el contenido de carotenoides totales en frutos maduros con respecto a los que iniciaban su maduracion, pudiendo variar desde el doble hasta 100 veces su concentracion.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo fue conducido durante el periodo diciembre del 2019 a junio del 2020 en tres etapas. En la primera etapa se estableció el almacigo de pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) del cultivar Papri King en las instalaciones del Programa de Investigaci3n y Proyecci3n Social en Hortalizas; la segunda etapa en campo definitivo ‘‘Suelos 1’’, donde se realiz3 el trasplante y desarrollo del cultivo; y la tercera etapa en el laboratorio ‘‘Miguel Paullette del Campo’’, donde se ejecut3 la prueba de germinaci3n y evaluaci3n del producto. Todas las etapas fueron desarrolladas en la Universidad Nacional Agraria La Molina ‘‘UNALM’’, localizada en el distrito de La Molina, provincia y regi3n de Lima (Tabla 9).

Tabla 9: Ubicaci3n geográfica

Latitud	12°04’46’’S
Longitud	76°56’46’’W
Altitud	243 m.s.n.m.

3.1.2 Características climáticas de la zona de estudio

En la Tabla 10 se muestran los datos meteorológicos de La Molina durante los meses de enero a mayo del 2020, periodo en que el pimiento páprika se desarrolló en campo. Se puede observar que la temperatura más alta fue durante los meses de febrero y marzo con 31.4 C, mientras que la más baja en el mes de mayo con 12.9 C. En cuanto a la humedad relativa, esta se mantuvo entre 68.47 % (marzo) y 77.84 % (mayo). Para ambas características, los valores se encontraron dentro del óptimo que permite el desarrollo normal del cultivo.

Tabla 10: Datos climatológicos campaña 2020

Mes	Temperatura			Humedad Relativa (%)
	Mínimo	Máximo	Promedio	
Enero	17.3	31.2	24.3	73.46
Febrero	19	31.4	25.2	73.21
Marzo	18.8	31.4	25.1	68.97
Abril	15.1	30.2	22.7	73.14
Mayo	12.9	28.2	20.6	77.84

Fuente: SENAMHI

3.1.3. Características del suelo

En la Tabla 11 se presenta el análisis de suelos para la zona de estudio, caracterizada por la clase textural franco arcillo arenoso. El contenido de materia orgánica es de 2.01 %, encontrándose dentro de los valores deseables; mientras que la conductividad eléctrica es elevada (2.46 dS/m), evidenciando problemas de salinidad. El pH del suelo es de 7.61, mostrando una reacción ligeramente alcalina. Los niveles de fósforo y potasio son aceptables; en tanto que la capacidad de intercambio catiónico es mínima, lo cual es indicador que el suelo presenta baja fertilidad.

Tabla 11: Análisis de suelos del campo

Determinación	Valor	Unidad	Método de Análisis
ANÁLISIS MÉCANICO			
Arena	54	%	Hidrómetro Bouyoucos
Limo	26	%	Hidrómetro Bouyoucos
Arcilla	20	%	Hidrómetro Bouyoucos
Clase Textural	Franco Arcillo Arenoso		Triángulo Textural
ANÁLISIS QUÍMICO			
Conductividad Eléctrica	2.46	dS/m	Lectura extracto de relación suelo agua 1:1 y extracto de la pasta saturada.
	5.2	%	Gasto Volumétrico
pH	7.61		Potenciómetro relación suelo agua (1:1)
Materia orgánica	2.01	%	Walkley Black
Fósforo Disponible (P)	42.1	Ppm	Olsen Modificado
Potasio Disponible (K)	218	Ppm	Acetato de amonio 1 N pH 7
CATIONES CAMBIABLES			
C.I.C.	12.8	cmol(+)/Kg	Acetato de amonio 1 N pH 7
Ca⁺⁺	8.95	cmol(+)/Kg	
Mg⁺⁺	2.5	cmol(+)/Kg	Espectrofotometría de absorción atómica
K⁺	0.65	cmol(+)/Kg	
Na⁺	0.7	cmol(+)/Kg	

Fuente: LASF – UNALM

3.1.4 Material vegetal

El material empleado para la investigación fue de semillas importadas de Pimiento Páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King.

3.1.5 Herramientas

Durante el periodo en el que se ejecutó el experimento se utilizaron bandejas de polietileno de 192 celdas, wincha, vernier, listones, balanza electrónica, rafia, bolsas plásticas, bolsas de papel Kraft, carteles, papel toalla, agua destilada, envases de plástico, nitrato de potasio al 0.2 %, libreta de apuntes, elementos de escritorio, cámara fotográfica, germinador (Seedburo), horno (Binder) e insumos agrícolas.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Manejo del cultivo

a. Almacigo

De acuerdo con el área disponible y según las densidades establecidas, se determinó el número de bandejas a sembrar, considerando un 15 % adicional de semillas en caso haya problemas de germinación.

El día 6 de diciembre del 2019 se realizó la siembra de semillas de pimiento páprika en bandejas almacigueras de polipropileno, de dimensiones 68×23.5 cm. y 25 cm³ de volumen por celda. El sustrato empleado para dicho fin fue una mezcla de turba, musgo y arena de río en proporción 50:35:15; esto con el fin de mantener el sustrato con un buen contenido de humedad. Cada celda de la bandeja con el sustrato ya incorporado se hoyó en la parte central a una profundidad aproximada de 1 cm donde se colocaron 2 semillas, después se añadió una capa del sustrato, se tapó y dio un ligero riego.

Las bandejas ya preparadas fueron trasladadas a un ambiente protegido y con sombra de malla antiáfida, donde el riego se efectuó diariamente durante las primeras horas del día. Las evaluaciones para observar y registrar el desarrollo paulatino de las plántulas, así como la presencia de algún factor que afecte su normal crecimiento, se realizaron interdiariamente.

Aproximadamente a los 38 días de la siembra, las plantas mostraron características como presencia de abundante cabellera radicular, altura promedio de 12 cm. y 5 hojas verdaderas, con lo cual ya estaban listas para dar lugar al trasplante.

b. Trasplante

El trasplante se llevó a cabo el 15 de enero del 2020 bajo el sistema de siembra a hilera simple. Los plantines fueron regados un día antes para llegar a campo con un buen nivel de humedad en el sustrato y que facilite su extracción de la bandeja. Los surcos estuvieron distanciados a 1 m y los hoyos se realizaron con una estaca según los distanciamientos establecidos por tratamiento a una profundidad aproximada de 5 cm, ubicados hacia la parte superior y lateral del surco de riego para evitar el contacto directo entre la planta y el agua.

En la ejecución del trasplante, las plantas se colocaron a una determinada profundidad del hoyo, de manera que el sustrato se pueda cubrir con una lámina de tierra, haciendo presión sobre esta para así evitar que queden bolsas de aire que impidan el desarrollo y expansión de las raíces.

c. Riego

Los riegos fueron por gravedad, frecuentes y uniformes. El primer riego se efectuó una semana después del trasplante y los riegos posteriores se realizaron cada 7 a 15 días dependiendo la necesidad hídrica del cultivo y las condiciones climáticas.

d. Floración – Inicio de cuaja

Entre los 35 a 40 días después del trasplante se evaluó cada una de las parcelas, encontrándose al menos una flor abierta en el 75 % de plantas. Se marcó aleatoriamente una planta por parcela, la cual sirvió para evaluar el porcentaje de cuaja. Para ello, semanalmente se contaban y marcaban con listones de diferente color las flores en plena antesis; la siguiente semana se evaluaba el número de flores que lograba cuajar de la evaluación anterior.

Esta práctica se ejecutó todas las semanas hasta que no se encontraran más flores abiertas en las plantas marcadas para dicho fin.

e. Control fitosanitario

A lo largo del ciclo de desarrollo del cultivo se identificaron diversas plagas, cada una de ellas con un impacto diferente. Entre las que se encontraron con mayor frecuencia se puede mencionar a los gusanos de tierra (*Agrotis spp.*) y a los perforadores de frutos (*Heliothis virescens* y *Symmetrischema capsicum*). Otras con menor impacto fueron pulgones (*Aphis*

spp.), ácaro hialino (*Polyphagotarsonemus latus*) y mosquillas de los brotes (*Prodiplosis longifila*).

En lo que respecta a enfermedades, dentro de las más importantes se detectó a la Chupadera (*Pythium spp.*, *Fusarium spp.*), la cual se manifestó luego del trasplante con el tumbado de plantas. En plena floración y cuaja, la marchitez o pudrición de raíces (*Phytophthora capsici*) provocó el desecamiento de las plantas; y antes del inicio de la cosecha la presencia de oidium (*Leveillula taurica*) ocasionó una rápida defoliación.

El efecto de estas plagas y enfermedades sobre la población de plantas no representó ninguna alteración en el experimento y su control se efectuó tomando medidas fitosanitarias y culturales. En las diferentes etapas de desarrollo del cultivo se llevó a cabo la aplicación de Tracer (ingrediente activo spinosad), producto insecticida en dosis de 1mL/1L de agua. Del mismo modo, entre las medidas culturales adoptadas se eliminaron las plantas muertas y los frutos en estado de pudrición para evitar la proliferación de insectos y roedores. Se efectuó el aporque de las plantas y el ajuste del riego como medidas de control ante la pudrición de raíces.

Con lo que respecta a malezas, las que se presentaron con mayor frecuencia fueron grama dulce (*Cynodon dactylon* L.), grama china (*Sorghum halepense* L.), hierba de gallinazo (*Chenopodium ambrosioides* L.), yuyo hembra (*Amaranthus hybridus* L.), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y gramalote (*Paniculum maximum*).

El control se ejecutó de forma manual, utilizando lampa y escarda; el momento de efectuar este control se planificó dependiendo del tamaño y densidad en la que se encontraban en campo.

f. Cosecha

La primera cosecha se realizó a los 95 DDT y la segunda a los 111 DDT, ambas de forma manual, cuando los frutos alcanzaron una coloración rojo intenso que es el momento que coincide con la maduración fisiológica de las semillas. Los frutos cosechados además de contar con el color indicado, también fueron seleccionados tomando en cuenta aquellos que

presenten un tamaño homogéneo. Luego los frutos fueron pesados y medidos para finalmente ser colocados bajo sombra para su secado.

La época de inicio de cosecha coincidió con el cambio de estación a otoño, donde las temperaturas disminuyeron y por ello el secado de frutos y semillas no fue uniforme, por lo que fue necesario extraer las semillas y colocarlas a estufa a 25 °C por 48 horas y luego almacenarlas a 5°C.

g. Evaluación en laboratorio

Para la ejecución de la prueba de germinación se separó de cada uno de los tratamientos 400 semillas repartidas en grupos de 100, formando así cuatro repeticiones. Así mismo, se preparó una solución de Nitrato de potasio al 0.2 % como medio para humedecer el sustrato.

Cada una de las repeticiones por tratamiento se colocó en placas Petri previamente identificadas. Se utilizó papel absorbente, en cuyo extremo superior izquierdo se rotuló la información que identifique la muestra. Luego el papel absorbente se sumergió en la solución de nitrato de potasio y se colocó sobre una superficie desinfectada para iniciar la siembra en columnas y filas de 10, dejando un espacio pertinente hacia las orillas del papel; por último, se remojó otro pedazo doble de papel absorbente y se colocó sobre las semillas ya distribuidas, se hicieron unos pliegues y se enrolló de manera que el rótulo quede expuesto para su rápida identificación.

Las muestras fueron colocadas de forma vertical en un envase de plástico y luego llevadas al germinador Seedburo a una temperatura de 20 °C por 16 horas y 30 °C por 8 horas. Las evaluaciones se realizaron cada dos días para humedecer el sustrato con agua destilada e iniciar la primera evaluación de germinación a los 7 días de la siembra y la segunda a los 14 días. Estas evaluaciones consistieron en contar el número total de semillas germinadas, es decir, plántulas con todas sus estructuras completas (raíces, hipocotilo y hojas cotiledonales) y estimar los datos en porcentajes.

3.2.2 Densidades evaluadas

Se ejecutó el experimento con base a 4 tratamientos, los cuales diferían por el distanciamiento entre plantas desde 0.2 a 0.5 m. La densidad varió de 20 000 a 50 000 plantas/ha y el distanciamiento entre surcos para todos los tratamientos fue el mismo (1.00 m entre surcos) como se resume en la Tabla 12.

Tabla 12: Densidades evaluadas

Tratamiento	Distanciamiento entre plantas	Plantas por hectárea
1	0.2 m	50 000
2	0.3 m	33 333
3	0.4 m	25 000
4	0.5 m	20 000

3.2.3 Diseño experimental

El diseño empleado fue de Bloques Completos al azar (DBCA) conformado por un factor de 4 niveles con 4 repeticiones. Así mismo, se realizó la prueba de comparación de medias con Tukey al 95 % de confianza para determinar la diferencia entre pares de medias de los tratamientos.

Unidad experimental: conformada cada una por una parcela de 3.00 m de ancho por 5.00 m de largo en un área de 15 m². En la Fig. 6 se muestra el croquis del experimento.

Parcela

Ancho.....	3.00 m
Largo.....	5.00 m
Área de parcela.....	15.00 m ²
Distanciamiento entre surco.....	1.00 m
Número de surcos por parcela.....	3
Número de parcelas.....	16

Bloques

Largo.....	17.00 m
Ancho.....	5.00 m
Área del bloque.....	60.00 m ²
Número de bloques.....	4
Área Neta Experimental.....	240 m ²
Área Total Experimental.....	425 m ²

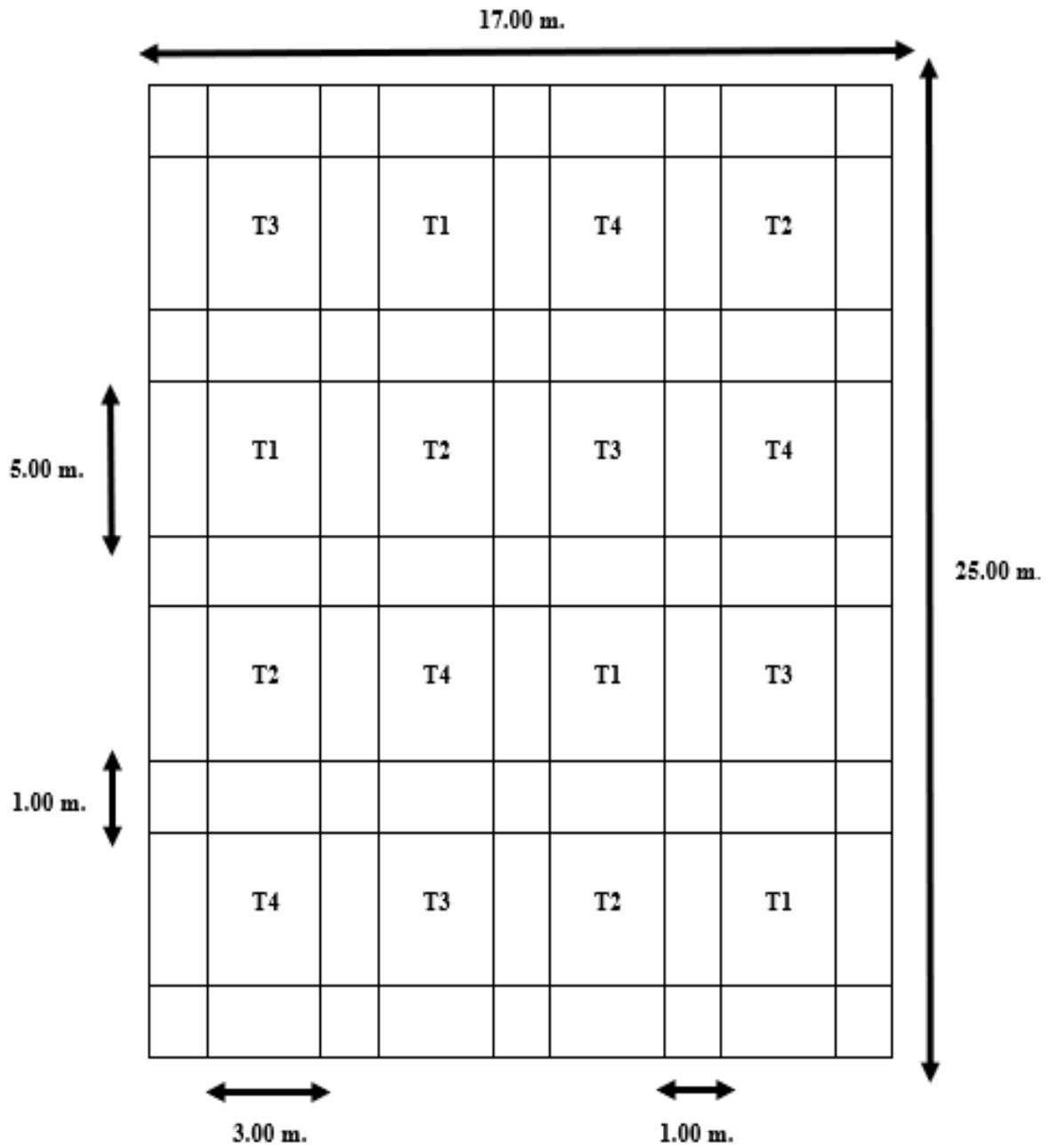


Figura 6: Croquis del experimento

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo a través del análisis de Varianza.

Fuente de Variabilidad (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)
Total	15
Block	3
Tratamiento (densidad)	3
EE.	9

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Variable observada por el i – ésimo Tratamiento, j – ésimo bloque.

μ = Efecto de la media general

α_i = Efecto del i – ésimo Tratamiento

β_j = Efecto del j – ésimo bloque

ϵ_{ij} = Efecto del Error Experimental.

3.3 PARÁMETROS EVALUADOS

3.3.1 Variables biométricas

a. Altura de planta

Se marcaron las plantas 30 días después del trasplante. Se seleccionaron cuatro plantas de cada surco central por parcela midiendo la altura desde el cuello hasta la yema terminal.

b. Días a la floración

Se contaron los días transcurridos desde el trasplante hasta el momento en que el 75% de la población de plantas de cada parcela presente al menos una flor en anthesis.

c. Porcentaje de cuajado

Se tomó una planta por parcela, se marcó y contó el número de flores semanalmente para compararlas con el número total de frutos cuajados y se realizó un nuevo marcaje con diferente color de cinta.

d. Días a la maduración

Se contaron los días desde la floración plena hasta el momento de cosecha del fruto para semilla. Para ello se tomaron aleatoriamente algunos frutos de campo para determinar el momento adecuado de cosecha según características basadas en experiencia visual del fruto.

3.3.2 Rendimiento

a. Número de frutos por planta

Se contabilizó el número de frutos en cada planta marcada por parcela y cosecha hasta evaluar el número total de frutos en la última cosecha.

b. Rendimiento de toneladas de fruto fresco por hectárea

Se estimó de acuerdo al peso y número de frutos cosechados de las plantas marcadas.

c. Número de semillas por fruto

Se seleccionaron cuatro frutos cosechados por parcela, cada uno correspondiente a una planta marcada y se contabilizó el número de semillas por repetición y cosecha.

3.3.3 Calidad de fruto

a. Peso promedio de fruto

Se estimó con base a la cantidad de frutos sanos y homogéneos de las plantas marcadas por cada cosecha y repetición.

b. Longitud y diámetro de fruto

La longitud del fruto y el diámetro ecuatorial se midieron en cada cosecha con vernier. Se realizó la medición en frutos cosechados de cada planta marcada.

c. Peso de 100 semillas

Se estimó con base al número de semillas por fruto en cada repetición y cosecha.

Porcentaje de germinación

Se extrajeron las semillas de los frutos correspondientes a las plantas marcadas, se separaron y homogenizaron por tratamiento para formar cuatro repeticiones de 100 semillas por cosecha.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 VARIABLES BIOMÉTRICAS

4.1.1 Altura de plantas

En la Tabla 13 se presenta el resumen de los datos recogidos en campo para la variable de estudio altura de planta, la cual fue evaluada a los 30, 60 y 90 días después del trasplante (DDT) bajo cuatro densidades de siembra.

Tabla 13: Altura de plantas (cm) en pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas (cm)	Días después del trasplante		
		30	60	90
50 000	20	30.46c	55.47b	74.38b*
33 333	30	31.91bc	57.32ab	74.55b
25 000	40	33.71ab	58.92ab	76.03ab
20 000	50	35.25a	60.54a	78.31a
	Media	32.83	58.06	75.82
	CV%	3.21	2.85	2.19

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo con prueba de comparación de medias TUKEY al 0.05

A los 30 días después del trasplante (DDT), se puede observar que la altura para las cuatro densidades estudiadas fue muy similar; sin embargo, de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, se encontraron diferencias significativas. El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) sobresalió con una altura de 35.25 cm; por el contrario, el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) obtuvo la menor altura con 30.46 cm.

A los 60 días después del trasplante (DDT), si bien la diferencia entre alturas no es muy marcada, la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, indica que la densidad de siembra tuvo un efecto importante sobre la población de plantas, donde el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) alcanzó la mejor altura con 60.54 cm. Por otra parte, el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) obtuvo la menor altura con 55.47 cm. Así mismo, tanto el distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) como a 40 cm (25 000 plantas/ha) resultaron ser no significativos, con alturas de 57.32 y 58.92 cm.

El crecimiento de las plantas a los 90 días, presentó para todas las densidades estudiadas alturas semejantes. De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, la variable en estudio está influenciada por la densidad de siembra, donde el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) sobresalió con una altura de 78.31 cm, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 76.03 cm. El distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) obtuvo la menor altura con 74.38 cm, mostrando no ser significativo respecto al distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 74.55 cm.

De acuerdo con los resultados del experimento, la altura de planta se incrementó conforme la densidad de siembra fue menor, es decir, a un mayor distanciamiento entre plantas (Fig. 7).

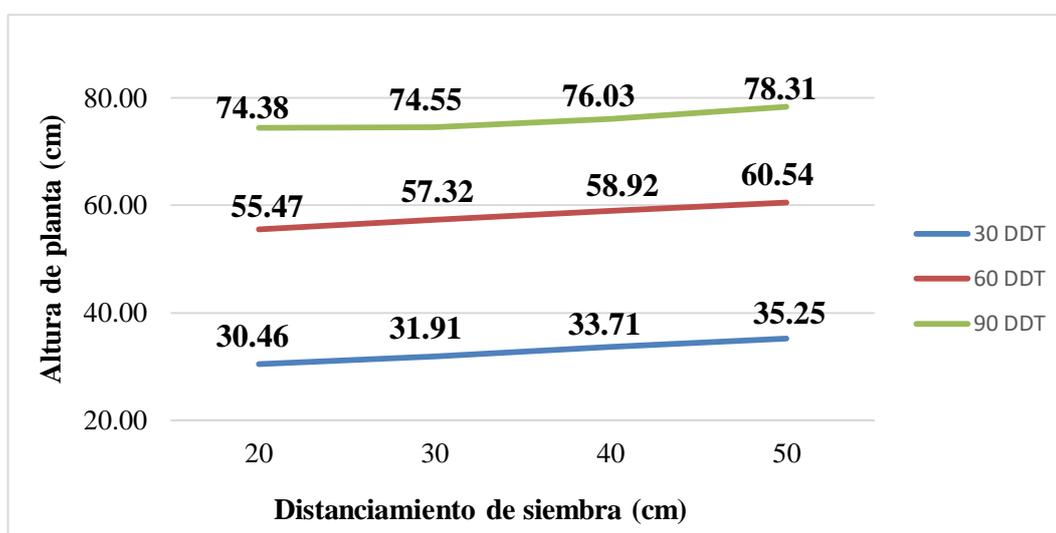


Figura 7: Altura de plantas (cm) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Estos datos coinciden con lo mencionado por Donald (1981), quien explica que el desarrollo de la planta aumenta conforme sea mayor el distanciamiento entre las mismas. Pérez (2007) y Cruz et al. (2019) al estudiar cuatro densidades de siembra en el rendimiento y calidad del fruto de páprika cv. Papri King y Bella, mostraron que, si bien no se encontraron diferencias significativas, existía una tendencia de la planta a aumentar su tamaño cuando la densidad de siembra era menor.

Esta respuesta a obtener mayor altura de planta bajo una menor densidad de siembra, probablemente se deba a que el impacto de la competencia intraespecífica por factores como nutrientes, agua o luz, es reducida, ya que se ve influenciada por el factor espacio, que permite una mejor distribución y asimilación de productos que promueven el desarrollo de la planta, aun cuando es de crecimiento arbustivo.

4.1.2 Días a la floración

En la Tabla 14 se presenta de manera sintetizada los datos recogidos en campo para la variable número de días a la floración, según el comportamiento de la planta a determinada densidad de siembra.

Para el promedio de plantas evaluadas, el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) presentó el menor tiempo en llegar a plena floración con 34.75 días; caso contrario, es el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) que tardó 36.75 días. La prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, indica que no se han encontrado diferencias significativas para este parámetro en las cuatro densidades de siembra estudiadas.

Tabla 14: Número de días a la floración, maduración de fruto y porcentaje de cuajado en pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas (cm)	Número de días a la floración	Número de días a la maduración	Porcentaje de cuaja
50 000	20	34.75a	57b	53.1b*
33 333	30	35.75a	58ab	55.74ab
25 000	40	35.50a	58.75a	55.94a
20 000	50	36.75a	58.75a	57.85a
	Media	35.69	58.13	55.66
	CV%	2.73	1.25	2.21

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparación de medias TUKEY al 0.05

En la Fig. 8 se presenta el promedio de días que tardó cada densidad de siembra en alcanzar la plena floración. Se puede observar que hay una tendencia a que conforme disminuye la densidad, la planta toma más días en obtener al menos una flor en plena antesis; sin embargo, esta diferencia de días no es muy marcada como para afirmar un real contraste a diferentes distanciamientos de siembra.

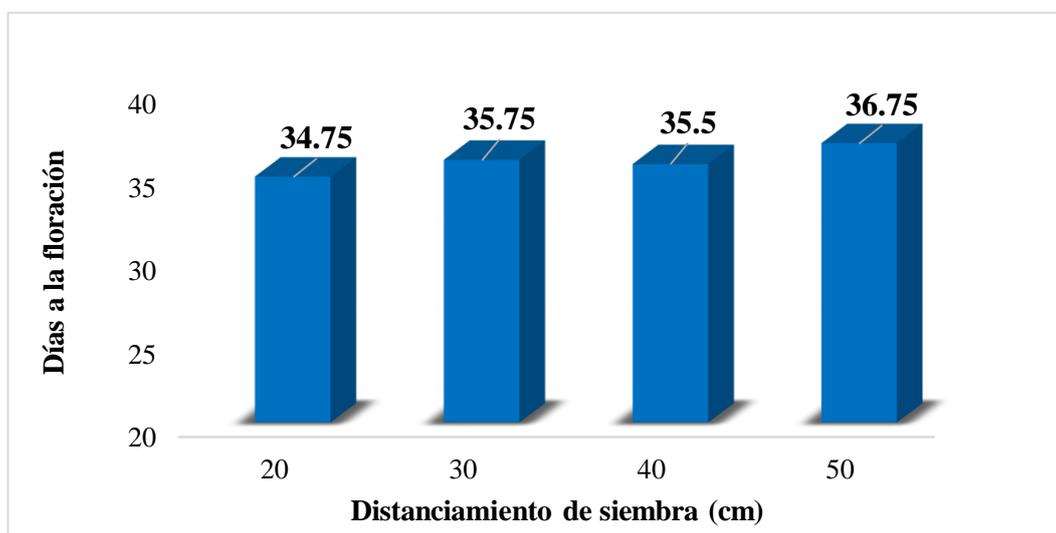


Figura 8: Número de días a plena floración en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

En los trabajos realizados por Pérez (1997), Higa (2001) y Zárate (2012), donde se analizó el efecto del distanciamiento en *C. annuum* y *C. baccatum* no reportaron diferencias significativas, lo cual coincide con lo expuesto en el presente estudio. Posiblemente estos resultados sean producto del comportamiento propio del cultivar como el reducido tiempo en alcanzar la plena antesis, la respuesta a las condiciones ambientales bajo las cuales se condujo el experimento (principalmente por las variaciones entre la máximas y mínimas temperaturas que ocasionan desordenes en la antesis floral) y producto del reducido impacto del espaciamento entre plantas.

4.1.3 Porcentaje de cuajado

En la Tabla 14, se detalla, en resumen, los datos obtenidos para la variable respuesta porcentaje de cuajado. Se puede interpretar que los promedios no distan ampliamente entre sí; sin embargo, la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, indica la existencia de diferencias significativas. El distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) presentó el porcentaje más bajo con 53.1 %, seguido del distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 55.74 %. Por otra parte, tanto el distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha), como a 50 cm (20 000 plantas/ha) no fueron estadísticamente significativos entre sí, tomando los valores más altos de cuaja con 55.94 % y 57.85 % (Fig. 9).

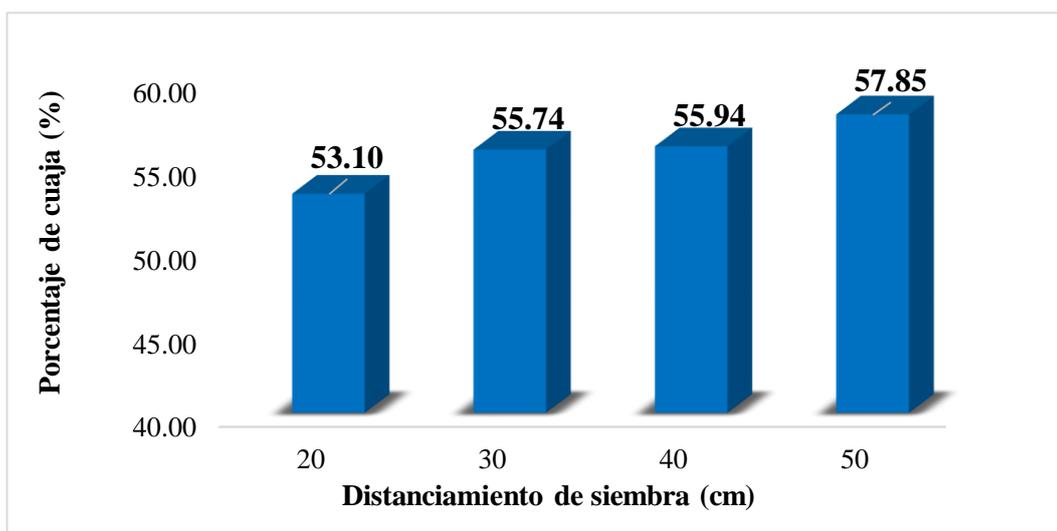


Figura 9: Porcentaje de cuajado (%) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Los resultados del presente estudio coinciden con los trabajos realizados por Higa (2001) y Aguilar (2016), donde la variable respuesta, si bien fue inferior en resultados, presenta diferencias significativas. Por el contrario, Ramírez (1998), en un estudio similar en tres variedades de pimiento páprika en el valle de Tumbes, reportó que no hay influencia de la densidad de siembra sobre el porcentaje de cuajado. Estos resultados contrariados, podrían responder a la trascendencia de la localización geográfica, el comportamiento propio de los diferentes cultivares empleados y las condiciones del suelo que influyeron de forma directa sobre el número de flores que lograron desarrollarse en la planta y cuajaron.

Bajo una menor densidad de siembra se obtuvo un mayor número de flores que lograron cuajar, como posible respuesta de las plantas a una mejor asimilación de productos como agua, nutrientes y luminosidad; a comparación de un mayor número de plantas por unidad de área que compiten mucho más por la obtención de dichos productos y que generan un microclima que acentúa la diferencia de temperaturas, propiciando la caída de flores.

4.1.4 Días a la maduración

La Tabla 14 presenta, en síntesis, los días promedio de maduración de cada densidad en estudio. Se puede apreciar que los datos son bastante uniformes entre sí; sin embargo, de acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, el tiempo que los frutos tomaron en madurar está influenciado por la densidad de siembra, siendo el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) el que tardó menos tiempo con 57 días, seguido por el distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 58 días. Para los distanciamientos a 40 cm (25 000 plantas/ha) y 50 cm (20 000 plantas/ha) no se reportaron diferencias significativas, siendo los que demoraron más en alcanzar la maduración con 58.75 días (Fig. 10).

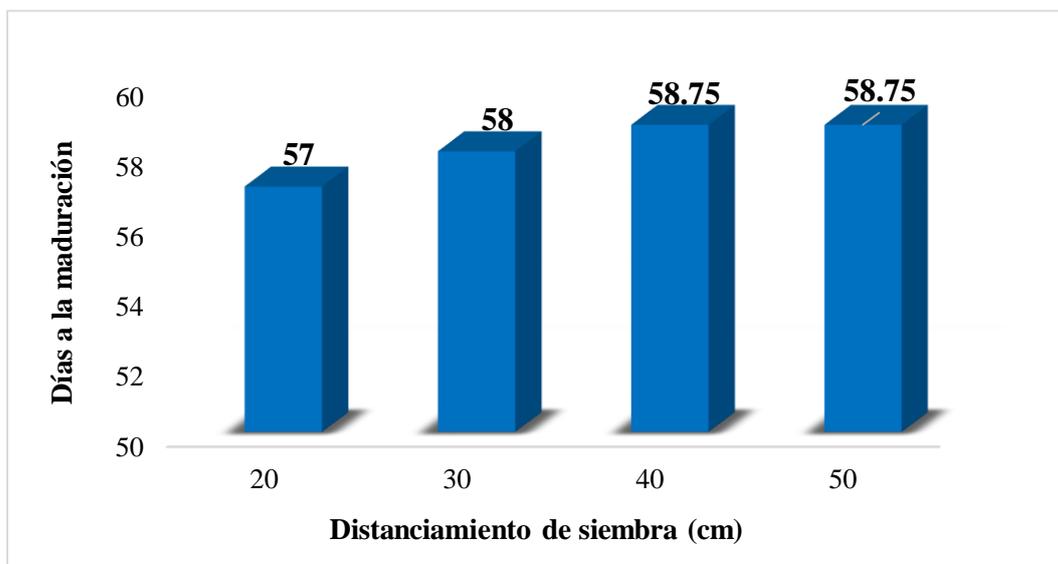


Figura 10: Número de días a la maduración en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

El trabajo realizado por Aguilar (2016) en aj escabeche reportó diferencias significativas a favor de un menor distanciamiento entre plantas. Por otra parte, Higa (2001) concluyó que la relación entre el número de días a la maduración y la densidad de siembra estadísticamente no mostraban diferencias en pimiento páprika cv. Sonora. Probablemente no coincida con lo expuesto en el presente estudio debido al distinto comportamiento que pueda tener un cultivar respecto de otro, las condiciones del entorno en el cual se ejecutó el ensayo y al manejo seguido en campo.

El tiempo de maduración fue más corto a mayor densidad de siembra como posible respuesta a que los días a la floración si bien no fueron significativos para todos los distanciamientos del estudio, tomaron menos tiempo en alcanzar la plena antesis a menor espaciamiento entre plantas, así mismo, conforme se iban desarrollando los frutos, las diferencias en la maduración se hacían más visibles al estar influenciadas por la interacción con las condiciones ambientales y el hábito de crecimiento de la planta.

4.2 RENDIMIENTO

4.2.1 Número de frutos por planta

La Tabla 15 muestra en resumen los datos obtenidos en campo para la variable en estudio frutos totales por planta. De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, la densidad de siembra juega un papel importante en la determinación del número de frutos que una planta pueda generar.

Tabla 15: Número de frutos totales cosechados por planta en pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas (cm)	Número de frutos totales cosechados
50 000	20	17.25a*
33 333	30	19.44b
25 000	40	19.69b
20 000	50	22.69c
	Media	19.76
	CV%	4.88

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparación de medias TUKEY al 0.05

El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) obtuvo el mayor promedio con 22.69 frutos por planta, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 19.69, el cual no fue significativo respecto del distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 19.44 frutos. Por otra parte, el menor promedio lo alcanzó el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) con 17.25 (Fig. 11).

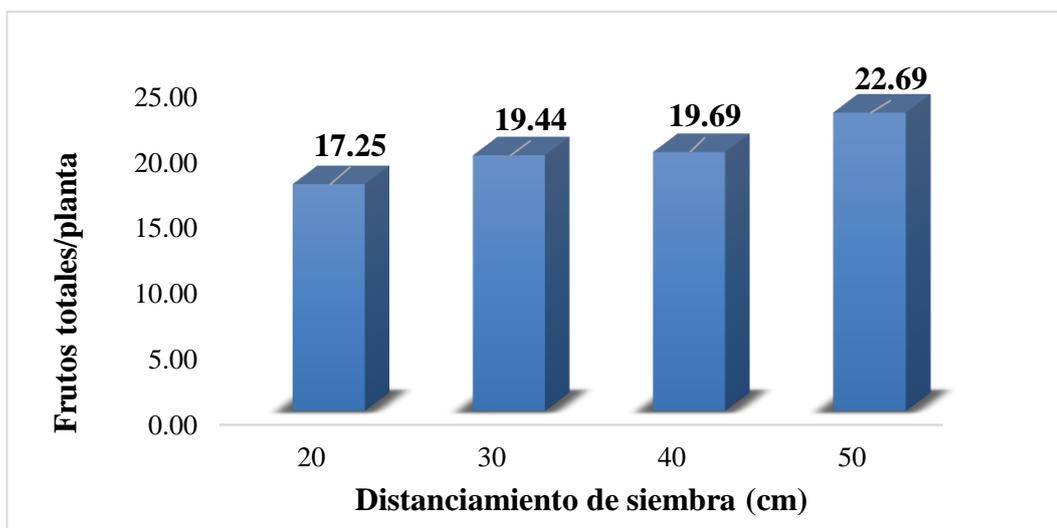


Figura 11: Número de frutos cosechados por planta en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Los datos obtenidos coinciden con los resultados de Pérez (2007) y Monge (2016), quienes reportaron que conforme disminuye la densidad, el número de frutos tiende a aumentar. No obstante, Mamani (2014), López (2017) y Cruz et al. (2019), al estudiar en *Capsicum annuum* la misma variable, no encontraron diferencias significativas, sin embargo, resaltaron el comportamiento de la planta a generar un mayor número de frutos conforme el espaciamiento entre estas aumenta.

Esta respuesta de las plantas a obtener un mayor número de frutos bajo menor densidad de siembra probablemente se deba a que al estar rodeadas de un espacio menos competitivo la asimilación de agua, nutrientes y luz les permite reducir la caída de flores y obtener un mayor número de frutos cuajados durante los primeros ciclos de fructificación y que alcancen un adecuado desarrollo antes que la planta empiece a perder vigor.

4.2.2 Rendimiento de frutos frescos por hectárea

La Tabla 16 muestra en síntesis la información de la variable toneladas de fruto fresco por hectárea, según el número de cosecha y total generado. La prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, muestra para el rendimiento promedio, que la densidad de siembra tiene efecto significativo. El distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) fue superior a los demás con un promedio de 20.39 t/ha, seguido del distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 16.33 t/ha. Por otra parte, el distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) y 50 cm (20 000 plantas/ha) fueron bastante similares, obteniendo los menores rendimientos con 12.6 t/ha y 12.96 t/ha (Fig. 12).

Tabla 16: Toneladas por Hectárea de pimiento paprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectarea	Distancia entre plantas	Rendimiento (t/ha)				
		Rendimiento promedio	Primera cosecha	%	Segunda cosecha	%
50 000	20	20.39c	11.41c	55.96	8.99b*	44.04
33 333	30	16.33b	8.26b	50.58	8.06ab	49.42
25 000	40	12.6a	6.41a	50.87	6.19a	49.13
20 000	50	12.96a	7.03ab	54.24	5.93a	45.76
Media		15.57	8.28	53.18	7.29	46.82
CV%		9.61	9.31		14.86	

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparacion de medias TUKEY al 0.05

Visto por cosechas, las medias generales entre la primera y la segunda no difieren ampliamente entre sı. Al analizar la primera cosecha se puede observar que la prueba de comparacion de medias de Tukey al 5 % expresa en los resultados la influencia de la densidad de siembra, donde el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) obtuvo el mejor rendimiento con 11.41 t/ha, por el contrario, el distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) tuvo el menor con 6.41 t/ha.

La segunda cosecha presentó una media de 7.29 t/ha que representa el 46.82 % de la producción total. La prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % muestra diferencias significativas, siendo el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) el que obtuvo el mayor rendimiento con 8.99 t/ha, seguido del distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 8.06 t/ha. Los distanciamientos a 40 cm (25 000 plantas) y 50 cm (20 000 plantas/ha) fueron bastante similares entre sí, con rendimientos promedio de 6.19 t/ha y 5.93 t/ha.

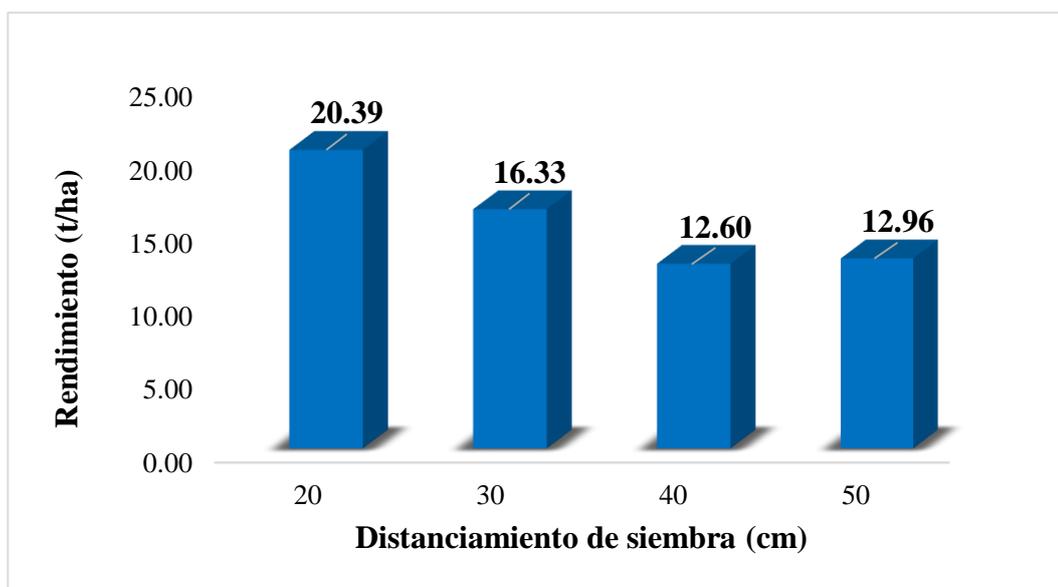


Figura 12: Rendimiento fruto fresco por hectárea en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Los resultados de la investigaci3n coinciden con lo reportado por Lozada (1990), Higa (2001) y Monge (2016) al evaluar el efecto de la densidad de siembra en pimiento páprika y pimiento cuadrado. La respuesta del distanciamiento entre plantas podría depender del cultivar y del manejo efectuado en campo; ademas, si bien bajo una menor densidad de siembra se obtuvo un mayor numero de frutos por planta, el rendimiento total es superior a altas densidades de siembra, al presentar un mayor numero de plantas por unidad de rea.

4.2.3 Número de semillas por fruto

En la Tabla 17 se muestra el resumen de los datos obtenidos en campo para la variable número de semillas por fruto. Según la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, la densidad de siembra tuvo un impacto sobre el rendimiento promedio.

El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) fue superior a los demás con 174.16 semillas/fruto, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 151.94, el cual no presentó diferencias estadísticas respecto al distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 147.22 semillas/fruto. Por otra parte, el menor número de semillas por fruto lo obtuvo el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) con 135.84.

Tabla 17: Número de semillas por fruto en pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas	Rendimiento (semillas/fruto)		
		Rendimiento promedio	Primera cosecha	Segunda cosecha
50 000	20	135.84b	147.06b	124.63a*
33 333	30	147.22ab	159.31ab	135.13a
25 000	40	151.94ab	167.81ab	136.06a
20 000	50	174.16a	197.06a	151.25a
	Media	152.29	167.81	136.77
	CV%	9.71	11.01	13.29

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparación de medias TUKEY al 0.05

La primera cosecha tuvo en promedio 167.81 semillas/fruto, siendo altamente superior a lo obtenido por la segunda con 136.77. De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, para la primera cosecha se encontraron diferencias entre las densidades, donde el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) obtuvo el mayor rendimiento con 197.06 semillas/fruto, caso contrario al distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) con 147.06 (Fig. 13).

En la segunda cosecha, no se reportaron diferencias en la variable de estudio por efecto de la densidad de siembra, encontrándose el rendimiento entre 124.63 a 151.25 semillas/fruto.

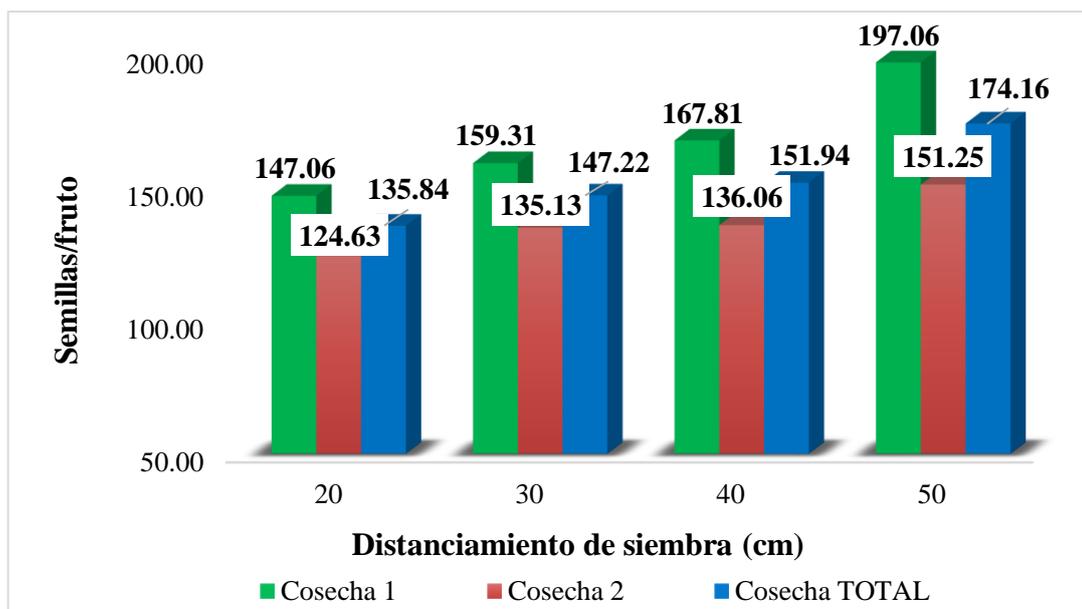


Figura 13: Semillas por fruto en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Chung (2019) reportó para diferentes tipos de fruto de *Capsicum annuum* que el número de semillas por fruto era más alto a distanciamientos de siembra mayores. Por otra parte, Vallejo et al. (1999), al evaluar la interacción de la posición del fruto en diferentes cultivares de *Capsicum annuum*, encontraron ciertas diferencias, siendo mayor el número de semillas en una posición intermedia de la planta. Visto a través de la presente investigación, esto coincide, ya que la primera cosecha se efectuó de forma ascendente hacia el piso central de la planta, mientras que los frutos de la segunda cosecha fueron extraídos principalmente de pisos superiores. Así mismo, los frutos obtenidos de los primeros ciclos de fructificación se encuentran en las horquetas más próximas a la base de la planta y son las que ofrecen mejor calidad y cantidad de semilla al desarrollarse, ya que en esta fase la planta aún no presenta deterioro o agotamiento; favorecida también por el mayor distanciamiento entre plantas que le permite optimizar la asimilación de productos.

4.3. CALIDAD DEL FRUTO Y SEMILLA

4.3.1 Peso promedio de fruto

En la Tabla 18, los datos obtenidos en campo para el peso promedio de fruto (g), muestran a través de la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % que la densidad de siembra influyó sobre la variable de estudio. El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) obtuvo

en promedio el mayor peso con 28.51 g, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 25.56 g, el cual resultó no ser significativo respecto del distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 25.21 g. Por el contrario, el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) es el que presentó el menor peso en frutos con un promedio de 23.64 g (Fig. 14).

Tabla 18: Longitud (cm), diámetro (cm) y peso (g) del fruto de pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas (cm)	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)
50 000	20	23.64b	12.87a	2.31b*
33 333	30	25.21ab	12.54a	2.4b
25 000	40	25.56ab	13.14a	2.49ab
20 000	50	28.51a	13.17a	2.62a
	Media	25.73	12.93	2.46
	CV%	7.07	4.72	3.49

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo con la prueba de comparación de medias TUKEY al 0.05

Los resultados del experimento coinciden con lo expuesto por Pérez (2007), quien concluyó que esta variable fue estadísticamente superior bajo densidades de siembra menores. Otros autores como Mamani (2014) y Monge (2016) al evaluar de forma independiente la interacción del tipo de poda y densidad de siembra en pimiento, reportaron los mismos resultados.

Los valores obtenidos en el presente estudio para dicho parámetro podrían responder a la combinación del componente genético del cultivo, a las condiciones ambientales a las que estuvo expuesto durante su desarrollo y al manejo oportuno brindado en campo; ya que cada cultivar manifiesta sus particularidades sobre el crecimiento del fruto. Además, la estructura que la planta adopta en cuanto a número de tallos y ramas también influye sobre la calidad del fruto.

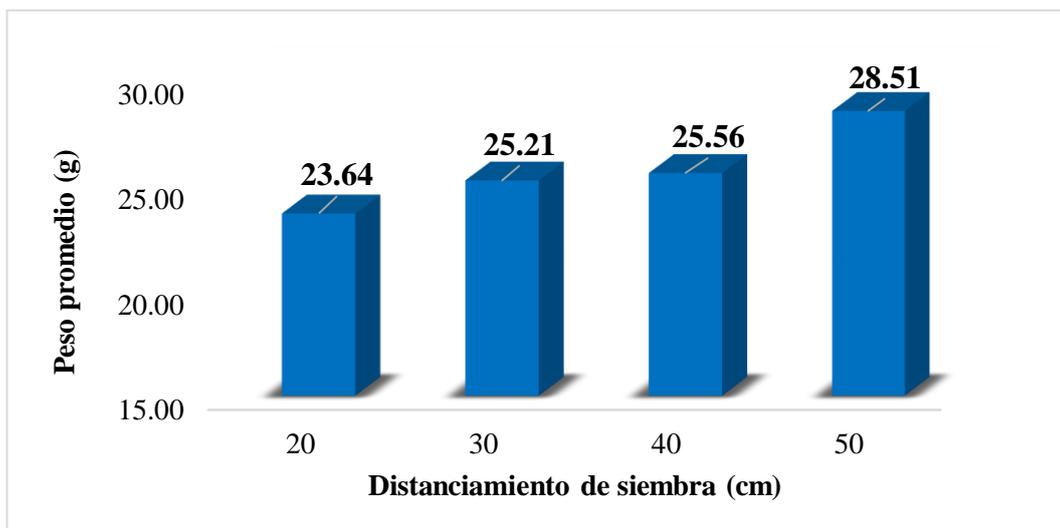


Figura 14: Peso promedio de frutos (g) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

4.3.2 LONGITUD DEL FRUTO

En la Tabla 18 se muestran los promedios obtenidos en campo para la variable longitud de fruto (cm), la cual se encontró entre 12.87 cm y 13.17 cm (Fig. 15). A través de la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, para el presente estudio, la influencia de la densidad de siembra sobre la variable resultó ser no significativa.

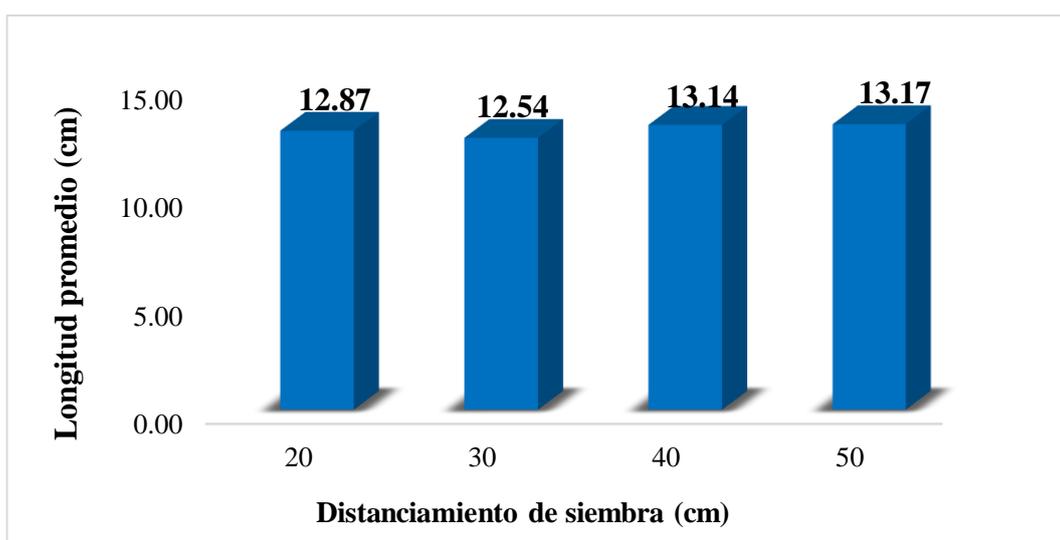


Figura 15: Longitud promedio de frutos (cm) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Ramírez (1998), Higa (2001) y Pérez (2007) para el mismo cultivo, quienes concluyeron que la longitud de fruto y la densidad de siembra no guardan relación. Este resultado podría responder a que un parámetro de calidad como la longitud de fruto es una característica propia del cultivar, pero que no se mantiene exenta de presentar variaciones a determinado distanciamiento entre plantas, marco de siembra o cuando se producen cambios severos en las temperaturas que puedan alterar el cuajado y posterior desarrollo de los frutos.

4.3.3 Diámetro del fruto

La Tabla 18 presenta, en síntesis, los datos que se obtuvieron en campo para la variable diámetro de fruto (cm), la cual, mediante la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, mostró significancia por efecto de la densidad de siembra. El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) presentó el mayor diámetro con 2.62 cm, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 2.49 cm. Tanto el distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) como a 20 cm (50 000 plantas/ha) resultaron no ser significativos entre sí, con 2.40 y 2.31 cm (Fig. 16).

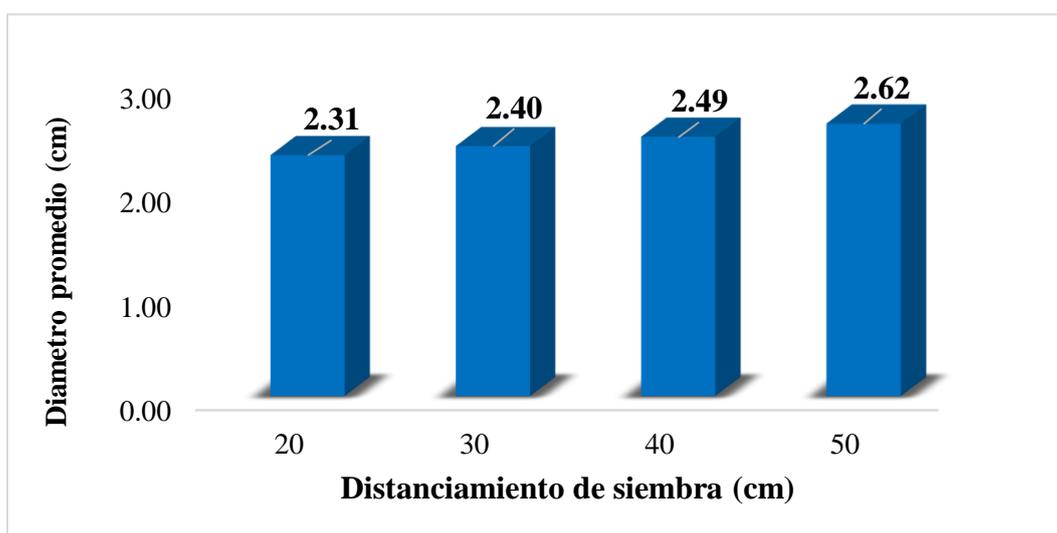


Figura 16: Diámetro promedio de frutos (cm) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por Pérez (2007) y Aguilar (2016) al analizar la misma variable, la cual resultó ser superior bajo menores densidades de siembra. Cruz et al. (2019) no encontraron diferencias significativas, sin embargo, resaltaron

que el diámetro de fruto muestra un comportamiento proporcional al aumentar el distanciamiento entre plantas. Probablemente esta respuesta se deba a la mayor capacidad que tienen las plantas para la asimilación de productos en espacios menos competitivos durante el desarrollo y maduración del fruto, el entorno que favoreció dicha asimilación y el manejo del cultivar en campo en dicha fase.

4.3.4. Peso seco de 100 semillas

La Tabla 19 muestra los resultados obtenidos para la variable peso promedio de 100 semillas, en la cual, la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 %, no registra diferencias estadísticas por influencia de la densidad de siembra, encontrándose los valores en el rango de 0.98 a 1.01 gramos (Fig. 17); este comportamiento también se presentó al evaluar cada una de las cosechas por separado.

Tabla 19: Peso de 100 semillas de pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas (cm)	Peso Promedio de 100 semillas
50 000	20	0.99a*
33 333	30	0.99a
25 000	40	1.01a
20 000	50	0.98a
	Media	0.99
	CV%	3.68

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparación de medias TUKEY al 0.05

Los resultados obtenidos para la variable en estudio se encuentran dentro del rango reportado por Vallejo et al. (1999) y Ríos (2017) para diferentes frutos de *C. annuum* y *C. baccatum* de óptima calidad. Por otra parte, Chung (2019) reportó diferencias significativas en mayores y menores densidades de siembra en un mismo tipo de fruto. Posiblemente esto se deba al manejo de las necesidades nutricionales del cultivo independientemente de las densidades de siembra y tipo de fruto. Así mismo, los resultados obtenidos en el presente estudio podrían responder a que los distanciamientos de siembra no fueron lo suficientemente efectivos para marcar diferencias sobre el peso de las semillas; además, la asimilación de nutrientes durante la etapa de cuajado y fructificación pudieron haber tenido influencia sobre el desarrollo de la semilla.

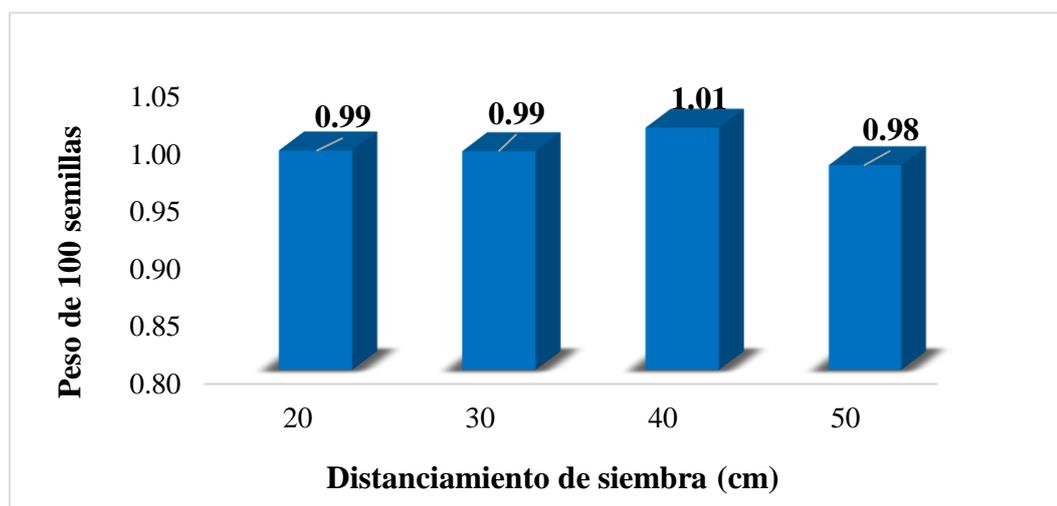


Figura 17: Peso de 100 semillas (g) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

4.3.5. Porcentaje de germinaci3n

La Tabla 20 muestra los resultados obtenidos en laboratorio para el porcentaje de germinaci3n, visto por cosecha y promedio total. La prueba de comparaci3n de medias de Tukey al 5 %, demostr3 que la densidad tiene influencia sobre el número de semillas promedio que logr3 germinar. El distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) fue superior con 77 %, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 73.63 %. Tanto el distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) como a 20 cm (50 000 plantas/ha) no reflejaron diferencias significativas, alcanzando valores del 71.75 % y 70.75 %.

Tabla 20: Porcentaje de germinaci3n en pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Plantas por hectárea	Distancia entre plantas	Prueba de germinaci3n		
		Prueba de germinaci3n promedio	Primera cosecha	Segunda cosecha
50 000	20	70.75b	75.75b	65.75b*
33 333	30	71.75b	76.5ab	67ab
25 000	40	73.63ab	78.25ab	69ab
20 000	50	77a	81.25a	72.75a
	Media	73.28	77.94	68.63
	CV%	2.71	2.81	4.32

*Promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas de acuerdo a la prueba de comparaci3n de medias TUKEY al 0.05

La media para el porcentaje de germinación de la primera cosecha es ampliamente superior a la de la segunda en más de 9 %. La prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % identificó diferencias entre las densidades estudiadas, donde el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) en ambas cosechas obtuvo la mayor germinación con 81.25 % y 72.75 %, seguido del distanciamiento a 40 cm (25 000 plantas/ha) con 78.25 % y 69 %, el cual, para las dos cosechas no presentó diferencias significativas respecto a distanciamiento a 30 cm (33 333 plantas/ha) con 76.5 % y 67 %. Por otra parte, el menor porcentaje de germinación se reflejó en el distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) con valores de 75.75 % y 65.75 % (Fig. 18).

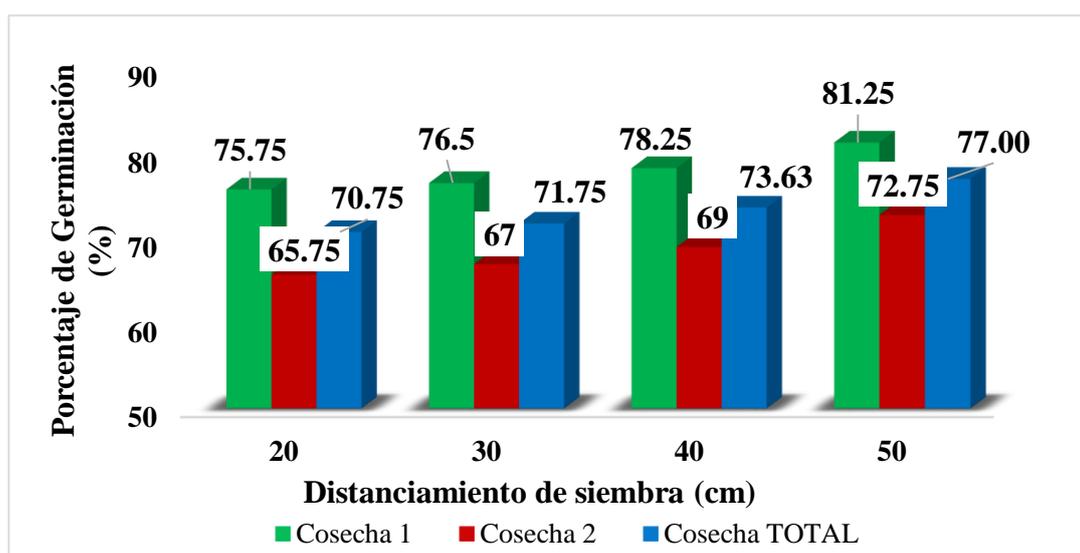


Figura 18: Porcentaje de germinación (%) en pimiento páprika (*C. annuum* L.) cv. Papri King bajo cuatro densidades de siembra.

Los resultados del estudio difieren con los reportados por Chung (2019), quien al evaluar tres tipos de fruto en *C. annuum* no encontró diferencias significativas, pudiéndose deber al momento en el que se programó la cosecha y el tiempo posterior en que se realizó la prueba de germinación. Ayala et al. (2014), al estudiar la calidad de semilla en tres tipos de *C. annuum*, concluyeron que la obtención de semilla con alta capacidad germinativa se lograba cuando los frutos habían cambiado de color y puestos en guarda. Así mismo, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1993), señala que la semilla al alcanzar su desarrollo total en campo debe ser cosechada evitando condiciones de alta humedad que representen una amenaza para su calidad y longevidad. Estos resultados posiblemente influenciaron el menor porcentaje de germinación de la segunda cosecha, dado que el tiempo

para completar su maduración se dio durante el otoño, temporada en la que se registró mayor humedad en el ambiente. Así mismo, las condiciones de almacenamiento post cosecha y las variaciones de temperatura durante el proceso de germinación pudieron haber mermado también la calidad física y fisiológica de la semilla, de ahí que los porcentajes en ambas cosechas efectuadas se encuentren por debajo del óptimo de semillas germinadas para campo, pero sobresaliendo a menor densidad de siembra como resultado de una mejor tolerancia a la pérdida progresiva de vigor.

V. CONCLUSIONES

- Si la producción de páprika es destinada a la obtención de frutos, la densidad de siembra recomendada es a 20 cm (50 000 plantas/ha), pero si el interés es obtener material de propagación, bajo el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha), se obtiene semilla de mejor calidad.
- El mayor número de semillas por fruto y semillas que germinaron se obtuvo en las dos cosechas bajo el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha). El peso de 100 semillas para todos los distanciamientos de siembra evaluados no se vio influenciado por la densidad.
- Los distanciamientos de siembra a los que estuvo expuesta la población de plantas, influyeron en su respuesta a determinadas características como resultado de la competencia por espacio y nutrientes. Bajo el distanciamiento a 50 cm (20 000 plantas/ha) sobresalieron parámetros como altura de planta, porcentaje de cuaja, número de frutos por planta, peso y diámetro. El distanciamiento a 20 cm (50 000 plantas/ha) obtuvo buenos resultados para días a la maduración y rendimiento de fruto fresco.
- En cuanto a las demás evaluaciones como días a la floración y longitud de fruto no se vieron afectados por la densidad de siembra, es decir, que sin importar el distanciamiento al que se encuentren los resultados fueron similares.

VI. RECOMENDACIONES

- Ejecutar otros trabajos de investigación con diferentes cultivares de *Capsicum annuum* y densidades de siembra con base a la evaluación de la calidad de semilla.
- Cosechar los frutos cuando estos hayan cambiado totalmente de color y colocarlos a un periodo de guarda, en un ambiente limpio y ventilado para que el secado sea lo más uniforme posible.
- Programar el trasplante evitando que la época de cosecha coincida con las temporadas de baja temperatura, de forma que el impacto de la humedad sobre las semillas sea reducido.
- Realizar de forma oportuna el manejo cultural y fitosanitario de plagas y enfermedades en campo, así como las labores que involucran al riego y mantenimiento del cultivo.

VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

- AGUILAR, A. (2016). Densidad de siembra en la producción y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*), en La Molina (Tesis para obtener el título profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- ALARCO, C. & Patiño, R. (2008). Evaluación de calidad y rendimiento en la extracción y caracterización de oleorresina de ají paprika (*Capsicum annuum* L.): Papriking y Sonora (Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3198/Alarco%20Santiva%C3%B1ez-Pati%C3%B1o%20Tataje.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ÁLVAREZ, F. & PINO, T. (2018). Aspectos generales del manejo agronómico de pimiento en Chile. En T. Pino (Ed.), Pimientos para la industria de alimentos e ingredientes (p. 54). Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40850.pdf>
- ARÉVALO, J. C. (2010). El ají páprika (*Capsicum annuum* L.) como alternativa de cultivo en la región San Martín (Tesis para obtener el título profesional, Universidad Nacional de San Martín). Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/595>
- APG III. (2009). An update of the angiosperm phylogeney group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161: 105-121. Recuperado de <https://www.tropicos.org/TaxonomyBrowser.aspx?nameid=29600002&projectid=0&conceptid=1#>
- APG III. (2016). An update of the angiosperm phylogeney group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Bot. J, Linn. Soc. 181(1): 1-20. Recuperado de <https://www.tropicos.org/TaxonomyBrowser.aspx?nameid=29600002&projectid=0&conceptid=1#>

- AYALA, M.; AYALA, O.; AGUILAR, V.; & CORONA, T. (2014). Evolución de la calidad de semilla de *Capsicum annuum* L. durante su desarrollo en el fruto. *Revista de Fitotecnia mexicana*, 37(1): 79 – 87. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000100011
- BARTOLOMÉ, T.; COLETO, J.; & VELÁSQUEZ, R. (2015). Historias de las plantas II: la historia del pimiento. *La agricultura y ganadería extremeñas*. 241-242. Recuperado de: <https://www.unex.es/conoce-la-unex/centros/eia/archivos/iag/2015/La%20agricultura%20y%20la%20Ganaderia%202015.pdf>
- BERRIOS, M.; ARREDONDO, C.; & TJALLIN, H. (2007). Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento. Sociedad Química y Minera de Chile. Recuperado de: http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Pepper_L-ES.pdf
- BIOVERSITY INTERNATIONAL. (2013). Compilación de los estudios de mercado realizados dentro del marco del proyecto “Rescate y Promoción de Ajíes Nativos en su Centro de Origen” para Perú. Guía de oportunidades de mercado para los ajíes nativos de Perú. 9-11. Recuperado de https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Guia_de_oportunidades_de_mercado_para_los_ajies_nativos_de_Peru_1729.pdf.
- CABAÑAS, B. Y GALINDO, G. (2004). Nivel tecnológico de los productores de chile seco (*Capsicum annuum* L.) del altiplano de Zacatecas. Primera Convención Mundial del chile. En I. Torres y M. González (Eds.), Consejo Nacional de Productores de Chile (p. 269 – 277). León, Gto; México.
- CANO, M. (1998). El cultivo de Chile (*Capsicum spp*). Potencial exportable de chiles en fresco de una zona libre de plagas. Guatemala. Recuperado de: <https://www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles.shtml>
- CARDONA, J.; LOPERA, G.; MONTOYA, A. [Alejandra]; MONTOYA, A. [Ana]; PEÑA, J.; GIL, M.... RESTREPO, G. (2006). Obtención de oleorresina de pimentón (*Capsicum annuum* L.). *Revista de la facultad de Química Farmacéutica: Universidad*

de Antioquia, 13(1): 5 – 9. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n1/v13n1a01.pdf>

CHASE, M. W. & REVEAL, J.L. (2009). A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161: 122-127. Recuperado de <https://www.tropicos.org/TaxonomyBrowser.aspx?nameid=29600002&projectid=0&conceptid=1#>

CHUNG, J. (2019). Ensayo de densidad y calidad de semilla en diferentes tipos de fruto de *Capsicum annuum*. Investigación particular. Comunicación personal.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1993). La dinámica de la humedad de la semilla y sus aplicaciones en la producción de semillas. Recuperado de: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/CIAT_COLOMBIA_000113_La_din%C3%A1mica_de_la_humedad_de_la_semilla_y_sus_implicaciones_en_la_producci%C3%B3n.pdf

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). (2018). Cultivo de chile dulce. Programa de Hortalizas. Recuperado de: http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Centa_Chile%20Dulce%202019.pdf

CHEPOTE, J. & GUARDIA, H. (2001). Cultivo de la páprika. Santiago de Chile, Chile: Editorial Petoseed – JB Ingenieros.

CRUZ, D.; LEGUÍA, J.; VÉLEZ, Y.; CARO, F.; & CRUZ, A. (2019). Evaluación de densidades de siembra sobre el rendimiento de Ají Páprika (*Capsicum annuum* L.) var. Bella. Revista Big Bang Faustino: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 8(4): 25 – 29. Recuperado de: <http://revistas.unjfsc.edu.pe/index.php/BIGBANG/article/view/558/539>

DI FABIO, A.; LOZOYA, G.; & DOS SANTOS, F. (2000). Manejo del cultivo. Recuperado de: <https://intercoconnecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/0029-3%20Cultivo%20de%20pimientos.pdf>

DONALD C. (1981). Competitive plants, communal plants, and yield in wheat crops In Evans L. T. & Peacock W. J. (Eds.), Wheat science-today and tomorrow (p. 223–246). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- DORIA, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1): 74 – 85. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tlng=es.
- Empresa Municipal de Mercados S.A. (EMMSA). (2020). Gran mercado de Lima. Recuperado de: http://old.emmsa.com.pe/emmsa_spv/website/rpt06_out.php
- Estructura y función de ecosistemas forestales. (2015). Competencia intraespecífica - Fundamentos. (p. 7 – 16). Recuperado de: https://issu.com/cienciasforestalescolpos/docs/tema_10_competencia_intraespecifica
- Food and Agriculture Organization (FAO). (1991). Ensayo de la semilla: Ensayos de germinación. En R. L. Willan (Ed.). Guía para la manipulación de semillas forestales. Recuperado de <http://www.fao.org/3/AD232S/ad232s12.htm>.
- GÁLVEZ, T. (1994). Densidad de siembra en un cultivo asociado de tomate (*Lycopersicon esculentum* M.) y frijol en verde (*Phaseolus vulgaris* L.) (Tesis para obtener el título profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- GARCÍA, C.; GONZALES, M.; & CORTEZ, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Revista Ra Ximhai: Universidad Autónoma Indígena de México*, 8(3b):57 – 70. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177007.pdf>
- GIL, R. (1991). El pimiento y sus variedades en España. Hortofruticultura. Año III. España: Editorial Edagricole.
- GONZÁLEZ, H.; ARRETZ, A.; & CAMPOS, L. (1973). Catálogo de las plagas agrícolas de Chile: Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile: Editorial Prens.
- GOZZER, C. (2014). Determinación de la densidad de plantas/ha en la siembra de ají paprika variedad Papri King para obtener campos con 80% de recojo y con daño mecánico menor al 25% en un proceso de cosecha mecanizada con cabezales de rotación invertida en Agrícola Cerro Prieto S.A.C. *Revista ECIPERÚ: Universidad Nacional de Trujillo*, 10(2): 14 – 21. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4814637>

- HASTON, E.; RICHARDSON, J.E.; STEVENS, P.F.; CHASE, M.W.; & HARRIS, D.J. (2009). The linear angiosperm phylogenetic group (LAPG) III: a linear sequence of the families APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161: 128-131. Recuperado de <https://www.tropicos.org/TaxonomyBrowser.aspx?nameid=29600002&projectid=0&conceptid=1#>
- HIGA, 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 profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2013). Conservación de semillas de Chile. En G. Medina y M. Amador (Eds.). Selección y conservación de semilla de Chile: Primer paso para una nueva cosecha (p.31 – 36). Recuperado de: <http://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/semillaCH.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2020). Laboratorio oficial de análisis de semillas: Ensayo de germinación. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.inia.gob.pe/laboratorio-de-analisis-de-semillas/>
- International Seed Testing Association (ISTA). (2016). Análisis de germinación. Reglas internacionales para el análisis de semillas 2016. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/385103513/Reglas-Ista>
- Instituto Peruano de Espárrago y Hortalizas (IPEH). (2006). Manual del cultivo de páprika (*Capsicum annuum* L). Lima, Perú.
- LÓPEZ, D. (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 optar el título profesional, Universidad Nacional del Santa - Chimbote). Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3061>
- LOZADA, J. (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 profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- MAMANI, G. (2014). Efecto de diferentes densidades de siembra y poda en el rendimiento de paprika (*Capsicum annum* var. Papri King) en carpa solar de el alto (Tesis para

optar el título profesional, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperado de:
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5379?show=full>

Manual de buenas prácticas de almácigos para el cultivo de pimiento para pimentón

(2015). Argentina. Recuperado de:

https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/aa_guia_bpm_almacigos_pimiento_para

MARTIN, J.; LENIS, L.A.; OROSCO, M.; & SOLARTE, C. (2006). Extracción de pigmento del fruto del ají (*Capsicum spp*) y cuantificación de los carotenoides mayoritarios capsantina y capsorubina. *El hombre y la máquina*, (27): 94 – 95. Recuperado de: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/154/1/T0003242.pdf>

MISTI Fertilizantes (2007). Cultivo de *Capsicum annum*. Lima, Perú Recuperado de:
<http://es.scribd.com/doc/16619403/Capsicum-Annum>

Ministerio de Agricultura (MINAG). (2012). Páprika. Recuperado de:
<http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/paprika/paprika.pdf>

MONGE, J. (2016). Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annum* L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha: Tecnológico de Costa Rica*, 29 (2): 125 - 136. Doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v29i2.2696>

MONTES, S. (2010). Recopilación y Análisis de la Información Existente de las Especies del Género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 22 – 23. Recuperado de <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/41036.pdf>

NICHO, P. (2004). Ficha técnica del cultivo de ají paprika. Lima, Perú: INIA.

NICHO, P. & VALENCIA, A. (2009). Manejo técnico del cultivo de ají Páprika. Lima, Perú: INIA.

NUEZ, F.; GIL, R. & COSTA, R. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.

ORELLANA, C. & LEÓN, E. (2011). Evaluación de la producción del cultivo hidropónico de 3 variedades de pimiento (*Capsicum annum*), bajo invernadero en la solución

nutritiva la molina (Tesis para optar el título profesional, Universidad de Cuenca). Recuperada de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3026/1/tag297.pdf>

ORELLANA, F.; ESCOBAR, J.; MORALES DE BORJA, A.; MÉNDEZ DE SALAZAR, I; CRUZ, R.; & CASTELLÓN, M. (2000). El cultivo de chile dulce. Guía técnica. San Salvador, El salvador: Centro Nacional de tecnología agropecuaria y forestal.

ORMEÑO J. & SEPÚLVEDA, P. (2005). Presencia de Diferentes Virus de Pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Especies de Malezas Asociadas al Cultivo. Agricultura Técnica, 65(4): 343 - 355. Doi:10.4067/S0365-28072005000400001

PARIONA, D.; HIGAONNA, C.; & MATOS, B. (2001) Enfermedades en hortalizas (2° ed.). Lima, Perú: INIA.

PÉREZ, C. (1997). Evaluación comparativa de tres variedades y densidades de plantación en pimentón (*Capsicum annuum* L), en la provincia Loayza (Tesis para obtener el título profesional). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

PÉREZ, F. (2007). Evaluación de cuatro densidades de siembra a doble hilera en el rendimiento y calidad de fruto de la paprika (*Capsicum annuum* L.) variedad Papri King en el fundo Miraflores - San Martín – Perú (Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto). Recuperado de: <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/501>

PINO, M. T. & SAAVEDRA, J. (2018). Origen y desafíos del mejoramiento genético del pimiento a nivel mundial y nacional. En T. Pino (Ed.), Pimientos para la industria de alimentos ingredientes (p. 19). Recuperado de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40850.pdf>

PLAZA, P. & LOCK, O. (1997). Colorantes naturales y la oleorresina de p  prika. Revista de Qu  mica, 11(1): 73 – 93. Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/5271>

QUEVEDO, R. (2006). Manejo ecol  gico de las principales plagas en el cultivo de *Capsicum annuum* (aj   p  prika) variedad Papri King. Per  : Editorial Maferro.

RAM  REZ, F. (1998). Adaptaci  n y efecto de la densidad de siembra en el rendimiento de tres cultivares de pimiento paprika (*Capsicum annuum* L.) en el valle de Tumbes (Tesis para optar el t  tulo profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Per  .

- RAMÍREZ, F. (2000). Manejo nutricional y fertilización balanceada en el cultivo de paprika. Arequipa, Perú.
- RÍOS, M. (2017). Caracterización agromorfológica de diez selecciones de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), bajo condiciones de La Molina (Tesis para obtener el título profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- RED AGRÍCOLA. (2017). La preparación de suelo en frutales como un requisito fundamental para una producción sustentable en el tiempo. Primera parte. Recuperado de: <https://www.redagricola.com/cl/la-preparacion-de-suelo-en-frutales-como-un-requisito-fundamental-para-una-produccion-sustentable-en-el-tiempo/>
- ROSELLÓ, J. & PORCUNA, J.L. (2012). Cultivo ecológico del tomate y del pimiento. Recuperado de: https://www.icia.es/icia/download/Agroecolog%C3%ADa/Material/Cultivo_ecologico.pdf
- SERRANO, Z. (1978). Tomate, Pimiento y Berenjena en invernadero. Madrid, España: Ministerio de Agricultura.
- Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). (2019). Boletín Estadístico Mensual “El agro en cifras”: Ministerio de Agricultura y Riegos. Recuperado de: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2019>
- STALLER, M. (2012). Caracterización morfológica, agronómica y de calidad del pimiento y pimentón de la variedad Tap de Corti Ingeniería técnica agrícola, especialidad en hortofruticultura y jardinería. Recuperado de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Dh4JxXT3CGsJ:www.caib.es/sites/irfap/ca/horticultura-718/archivopub.do%3Fctrl%3DMCRST65ZI138528%26id%3D138528+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe>
- STEINER P. (2012). Small-scale organic seed production. FarmFolk/CityFolk Society. Canada. Recuperado de: http://stellarseeds.com/pdfs/Stellarseeds_Handbook.pdf
- VALLEJO, F. & ESTRADA, E. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Cali, Colombia: Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira.

- VALLEJO, F.; GARCÍA, M. & SUÁREZ, D. (1999). Efecto de diferentes cultivares y posición del fruto sobre la producción y calidad de la semilla de pimentón, *Capsicum annuum* L. Revista Acta agronómica: Universidad Nacional de Colombia, 49 (1): 14 – 17. Recuperado de:
- https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/47971
- VARGAS, G. (2015). Cultivo de páprika. Trujillo, Perú. Recuperado de:
- <https://es.calameo.com/read/004503924b92d995ee9e2>
- VELÁSQUEZ, R. & NICHÓ, P. (2010). Cultivo de ají páprika. Lima, Perú: INIA.
- VICENTE, N. (2005). Conjunto tecnológico para la producción de pimiento. Nemátodos. Universidad de Puerto Rico. Recuperado de: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Nematodos-v2005.pdf>
- VILLALOBOS, F & FERERER, E. (2017). Densidad de plantas y la competencia. En I. Hernández (Ed.), Fitotecnia. Principios de agronomía para una agricultura sostenible (p. 179 - 187). Recuperado de:
- https://books.google.com.pe/books?id=DaEkDwAAQBAJ&pg=PA179&lpg=PA179&dq=Ley+del+rendimiento+final+constante&source=bl&ots=EZd8aQvN9_&sig=ACfU3U1oPg5d4bvWkQ8QYQc4GIgypEx1Iw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjAvKna6vv1AhW2ILkGHT_ZCc04ChDoATABegQIDBAB#v=onepage&q=Ley%20del%20rendimiento%20final%20constante&f=false
- WEISS, K. (2006). Análisis de mercado para la exportación de productos para la junta de usuarios de Santa Rita de Sigwas. Programa de desarrollo de políticas de comercio exterior 1442/OC/PE. 183 - 184. Recuperado de https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/Bid/pdfs/PLAN%20DE%20EXPORTACIONES%20SANTA%20RITA%20DE%20SIGUAS.pdf
- WILLEY, R. (1994). Plant population and crop yield. In M. Rechcigl (Ed.), CRC handbook of agricultural productivity. Boca Raton, CRC Press, p. 201-207.
- ZAPATA, M.; BAÑÓN, B.; & CABRERA, P. (1992). El pimiento para pimentón. Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.
- ZÁRATE, P. (2012). Efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad en ají escabeche (*Capsicum bacatum* L. var. *Pendulum* (Willd). Eshbaugh), en el Valle de Casma (Tesis para optar el título profesional). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

- ZEGARRA, J. (2000). Adopción del cultivo pimiento páprika (*Capsicum annuum*) por los agricultores del valle Vitor – Arequipa (Tesis de maestría para obtener el título de Magister Science). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- ZUNIGA, V. (2006). Páprika. Cultivo y comercialización. Cádiz, España: Mundi Prensa.
- ZURITA, M. (2012). Estudio comparativo de la deshidratación de pimiento páprika (*Capsicum annuum*) con secado convencional y con túnel de plástico con orificios en el fundo agrícola Cerro Prieto S.A.C. (Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de Trujillo). Recuperado de:<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7496/ZURITA%20ZAPATA%20MANUEL%20IVAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Costos de producción de pimiento páprika bajo 4 densidades de siembra

Actividad	Unidad de medida	Costo unitario	Costo total			
			20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
Almcigos	Jornal	35	280	210	140	105
Preparación del terreno						
Mecanización de suelo	H/m	100	600	600	600	600
Mezcla de sustratos	Jornal	35	35	35	35	35
Trasplante	Jornal	35	175	175	105	70
Labores culturales						
Deshierbo	Jornal	35	140	140	105	70
Abonamientos	Jornal	35	35	35	35	35
Aporque	Jornal	35	105	105	70	35
Riegos	Jornal	35	420	280	210	140
Control Fitosanitario	Jornal	35	140	140	105	70
Cosecha						
Cosecha del cultivo	Jornal	35	700	455	350	280
Postcosecha						
Extracción y secado de semilla	Jornal	35	280	175	140	175
Insumos						
Semillas páprika cv. Papri King	Kg	800	400	400	400	400
Gallinaza	Sacos	5	675	675	675	270
Turba	Sacos	120	3600	2400	1800	1440
Fertilizantes						
Nitrato de Amonio	Kg	1.5	450	300	225	180
Fosfato Di Amnico	Kg	7	1050	700	525	420
Sulfato de Potasio	Kg	2.5	625	425	312.5	250
Microelementos	Kg	12	24	24	24	12
Insecticidas						
Metomilo	Kg o L	133	133	133	133	133

Clorpirifos	Kg o L	65	130	130	65	65
Fungicidas						
Metalaxil-M	Kg o L	140	280	280	140	140
pH, Adherentes y Surfactante	Kg o L	24	24	15	24	24
Equipos						
Mochilas manuales	Unidad	300	1800	1800	1800	1800
Herramientas y Materiales						
Palanas	Unidad	20	120	120	120	120
Bandejas	Unidad	8	2400	1600	1200	960
Alquiler del terreno		0.7	7000	7000	7000	7000
Costos directos			21621	18352	16338.5	14829
Costos indirectos						
Gastos administrativos	2%		432.42	367.04	326.77	296.58
Gastos financieros	3%		648.63	550.56	490.155	444.87
Costo total			22,702.05	19,269.60	17,155.43	15,570.45

Anexo 2: Cronograma de actividades en pimiento páprika bajo 4 densidades de siembra

FECHA	DDT	LABORES	OBSERVACIONES
6/12/2019	40	Siembra en bandeja	2 semillas/celda.
23/12/2019	23	Preparaci3n de terreno	Arado, surcado y nivelado de campo.
10/01/2020	5	Marcado de terreno	Divisi3n por bloques y tratamientos.
14/01/2020	1	Riego de enseño	Gravedad.
15/01/2020	0	Trasplante	Manual.
18/01/2020	3	1er desmalezado	Manual.
22/01/2020	8	1er riego	Gravedad.
23/01/2020	8	Aplicaci3n Fitosanitaria	Tracer. I.A. Dosis: 1ml/ 1L de agua.
29/01/2020	14	Recalce	Recambio de plantas muertas.
6/02/2020	22	2do riego	
10/02/2020	26	Marcado de plantas	04 plantas por parcela.
11/02/2020	27	2do desmalezado	
12/02/2020	28	2da aplicaci3n de TRACER	
13/02/2020	29	3er riego	
18/02/2020	34	Evaluaci3n de días a la floraci3n	75 % plantas con al menos 01 flor.
15/02/2020	35	1ra evaluaci3n altura de plantas	Wincha.
18/02/2020	38	Marcaci3n de plantas	Porcentaje de cuaja.
19/02/2020	39	3er desmalezado	

20/02/2020	40	4to riego	
24/02/2020	44	1ra marcación de flores	P.C: se marcó flores con marca amarilla.
27/02/2020	47	5to riego	
2/03/2020	51	2da marcación de flores	Conteo frutos cuajados (marca amarilla). P.C: se marcó flores con marca azul.
2/03/2020	51	2da evaluación altura de plantas	
5/03/2020	54	6to riego	
7/03/2020	56	Aporque	Manual.
9/03/2020	58	3ra marcación de flores	Conteo frutos cuajados (marca azul). P.C: se marcó flores con marca rosada.
12/03/2020	61	Conteo de plantas	Plantas vivas, enfermas y muertas.
13/03/2020	62	7mo riego	
18/03/2020	67	4ta marcación de flores	Conteo frutos cuajados (marca rosada). P.C: se marcó flores con marca blanco.
18/03/2020	67	3ra evaluación altura de plantas	
21/03/2020	70	8vo riego	
23/03/2020	72	5ta marcación de flores	Conteo frutos cuajados (marca blanca) P.C: se marcó flores con marca celeste
23/03/2020	72	4to desmalezado	
30/03/2020	79	3ra aplicación de TRACER	
30/03/2020	79	4ta evaluación altura de plantas	
30/03/2020	79	6ta marcación de flores	Conteo frutos cuajados (marca celeste). P.C: se marcó flores con marca verde.
2/04/2020	82	9no riego	
2/04/2020	82	5ta evaluación altura de plantas	
2/04/2020	82	4ta aplicación de TRACER	
8/04/2020	88	7ma marcación de flores	Conteo frutos cuajados (marca verde). P.C: se marcó flores con marca negro.
8/04/2020	88	Limpieza de campo	Frutos caídos.
14/04/2020	94	5to desmalezado	
16/04/2020	96	Conteo de plantas en campo	Plantas muertas y secas.
20/04/2020	100	1ra cosecha y puesta en secado	Manual.
20/04/2020	100	Evaluación en laboratorio	Peso, longitud y diámetro.
21/04/2020	101		
25/04/2020	105	10mo riego	
6/05/2020	116	2da cosecha y puesta en secado	Manual.
6/05/2020	116	Evaluación en laboratorio	Peso, longitud y diámetro.

7/05/2020	117		
12/05/2020	112	Semillas en horno (1ra cos.)	25 °C por 48 horas y almacenadas a 5°C.
14/05/2020	114	Evaluación de semilla	Peso y número de semillas.
15/05/2020	115	Ext. de semilla (1ra cos. P.G.)	
28/05/2020	128	Semillas en horno (2da cos)	25 °C por 48 horas y almacenadas a 5°C.
30/05/2020	130	Evaluación de semilla	
1/06/2020	132	Ext. de semilla (2 da cos. P.G.)	
3/06/2020	134	Prueba de germinación (1ra cos.)	Nitrato de potasio al 0.2 %
10/06/2020	141	1ra evaluación de germinación	Conteo semillas germinadas.
11/06/2020	142	Prueba de germinación (2 da cos.)	
17/06/2020	148	Última evaluación (1ra cos.)	Conteo semillas y plántulas
18/06/2020	149	1ra evaluación de germinación (2da cos.)	
25/06/2020	156	Última evaluación de germinación	

Anexo 3: Tabla de datos. Altura de plantas (cm). 30 DDT

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	32.10	33.10	34.58	35.73	135.51
II	30.53	32.30	33.90	34.90	131.63
III	31.00	32.15	32.25	34.55	129.95
IV	28.20	30.10	34.10	35.83	128.23
Σ Trat.	121.83	127.65	134.83	141.01	525.32
Media	30.46	31.91	33.71	35.25	32.83

C.V. = 3.21%

ANVA. Altura de Planta (cm). 30 DDT

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	52.44	3	17.48	15.76	*
BLOQUE	7.27	3	2.42	2.18	N.S.
ERROR	9.98	9	1.11		
TOTAL	69.69	15			

$$\bar{X} = 58.13$$

$$S^2 = 1.11$$

$$S = 1.05$$

Anexo 4: Tabla de datos. Altura de plantas (cm). 60 DDT

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	54.95	55.53	59.76	59.90	230.14
II	54.10	59.93	60.75	60.60	235.38
III	58.50	58.55	57.98	60.85	235.88
IV	54.33	55.26	57.18	60.80	227.57
Σ Trat.	221.88	229.27	235.67	242.15	928.96
Media	55.47	57.32	58.92	60.54	58.06

$$C.V. = 2.85\%$$

ANVA. Altura de Planta (cm). 60 DDT

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	56.63	3	18.88	6.88	*
BLOQUE	12.33	3	4.11	1.5	N.S.
ERROR	24.69	9	2.74		
TOTAL	93.65	15			

$$\bar{X} = 58.06$$

$$S^2 = 2.74$$

$$S = 1.66$$

Anexo 5: Tabla de datos. Altura de plantas (cm). 90 DDT

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	75.13	75.08	76.78	80.48	307.46
II	74.10	74.48	77.73	79.23	305.54
III	76.23	75.28	72.93	76.28	300.71
IV	72.05	73.35	76.68	77.25	299.33
Σ Trat.	297.51	298.18	304.12	313.23	1213.04
Media	74.38	74.55	76.03	78.31	75.81

$$C.V. = 2.19\%$$

ANVA. Altura de Planta (cm). 90 DDT

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	39.78	3	13.26	4.81	*
BLOQUE	11.2	3	3.73	1.35	N.S.
ERROR	24.83	9	2.76		
TOTAL	75.81	15			

$$\bar{X} = 75.81$$

$$S^2 = 2.76$$

$$S = 1.66$$

Anexo 6: Tabla de datos. Días a la floración

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	34	36	34	36	140
II	35	36	35	37	143
III	34	34	37	37	142
IV	36	37	36	37	146
Σ Trat.	139	143	142	147	575
Media	34.75	35.75	35.5	36.75	35.69

$$C.V. = 2.73\%$$

ANVA. Días a la floración

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	8.19	3	2.73	2.87	N.S.
BLOQUE	4.69	3	1.56	1.64	N.S.
ERROR	8.56	9	0.95		
TOTAL	21.44	15			

$$\bar{X} = 35.69$$

$$S^2 = 0.95$$

$$S = 0.97$$

Anexo 7: Tabla de datos. Porcentaje de cuaja

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	54.35	54.76	55.56	59.62	224.29
II	53.19	55.88	54.35	56.82	220.24
III	52.94	55.17	56.14	57.50	221.75
IV	51.92	57.14	57.69	57.45	224.20
Σ Trat.	212.40	222.95	223.74	231.39	890.48
Media	53.10	55.74	55.94	57.85	55.66

$$C.V. = 2.21\%$$

ANVA. Porcentaje de cuaja

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	45.68	3	15.23	10.09	*
BLOQUE	2.93	3	0.98	0.65	N.S.
ERROR	13.58	9	1.51		
TOTAL	62.19	15			

$$\bar{X} = 55.66$$

$$S^2 = 1.51$$

$$S = 1.23$$

Anexo 8: Tabla de datos. Días a la maduración

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	30	40	50	60	Block
I	56	58	59	58	231
II	58	58	58	59	233
III	56	57	59	59	231
IV	58	59	59	59	235
Σ Trat.	228	232	235	235	930
Media	57	58	58.75	58.75	58.13

$$C.V.= 1.25\%$$

ANVA. Días a la maduración

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	8.25	3	2.75	5.21	*
BLOQUE	2.75	3	0.92	1.74	N.S.
ERROR	4.75	9	0.53		
TOTAL	15.75	15			

$$\bar{X} = 58.13$$

$$S^2 = 0.53$$

$$S = 0.73$$

Anexo 9: Tabla de datos. Número de frutos por planta

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	18	20.75	21.5	23.25	83.50
II	19	19	19.5	24	81.50
III	17.25	18.75	19.5	21.5	77.00
IV	14.75	19.25	18.25	22	74.25
Σ Trat.	69.00	77.75	78.75	90.75	316.25
Media	17.25	19.44	19.69	22.69	19.77

$$C.V.= 4.88\%$$

ANVA. Frutos por planta

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	59.92	3	19.97	21.45	*
BLOQUE	13.26	3	4.42	4.75	*
ERROR	8.38	9	0.93		
TOTAL	81.56	15			

$$\bar{X} = 19.77$$

$$S^2 = 0.93$$

$$S = 0.96$$

Anexo 10: Tabla de datos. Rendimiento (t/ha) primera cosecha

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	12.03	9.49	7.59	7.89	37.00
II	13.62	8.53	6.53	7.17	35.86
III	10.74	7.38	6.31	7.25	31.69
IV	9.25	7.64	5.21	5.82	27.92
Σ Trat.	45.64	33.04	25.64	28.14	132.46
Media	11.41	8.26	6.41	7.03	8.28

$$C.V. = 9.31\%$$

ANVA. Primera cosecha

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	59.4	3	19.8	33.3	*
BLOQUE	12.91	3	4.3	7.24	*
ERROR	5.35	9	0.59		
TOTAL	77.66	15			

$$\bar{X} = 8.28$$

$$S^2 = 0.59$$

$$S = 0.77$$

Anexo 11: Tabla de datos. Rendimiento (t/ha) segunda cosecha

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	8.16	8.84	7.55	5.56	30.10
II	9.50	6.41	5.70	7.00	28.61
III	9.13	7.89	6.51	5.19	28.72
IV	9.15	9.11	4.99	5.97	29.22
Σ Trat.	35.93	32.25	24.75	23.72	116.65
Media	8.98	8.06	6.19	5.93	7.29

C.V.= 14.86%

ANVA. Segunda cosecha

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	26.14	3	8.71	7.42	*
BLOQUE	0.35	3	0.12	0.1	N.S.
ERROR	10.57	9	1.17		
TOTAL	37.06	15			

$\bar{X} = 7.29$

$S^2 = 1.17$

$S = 1.08$

Anexo 12: Tabla de datos. Rendimiento Total

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	30	40	50	60	Block
I	20.19	18.33	15.13	13.45	67.10
II	23.12	14.94	12.23	14.17	64.46
III	19.87	15.28	12.82	12.44	60.41
IV	18.39	16.75	10.20	11.79	57.14
Σ Trat.	81.57	65.29	50.39	51.86	249.11
Media	20.39	16.32	12.60	12.96	15.57

C.V.= 9.61%

ANVA. Cosecha Total

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	157.9	3	52.63	23.49	*
BLOQUE	14.5	3	4.83	2.16	N.S.
ERROR	20.16	9	2.24		
TOTAL	192.57	15			

$$\bar{X} = 15.57$$

$$S^2 = 2.24$$

$$S = 1.50$$

Anexo 13: Tabla de datos. Semillas por fruto primera cosecha

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	135.5	154.25	181.5	217.5	688.75
II	174.25	165	161	211.5	711.75
III	126	168	169.25	204	667.25
IV	152.5	150	159.5	155.25	617.25
Σ Trat.	588.25	637.25	671.25	788.25	2685.00
Media	147.06	159.31	167.81	197.06	167.81

$$C.V. = 11.01\%$$

ANVA. Primera Cosecha

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	5433.5	3	1811.17	5.3	*
BLOQUE	1219.63	3	406.54	1.19	N.S.
ERROR	3074.06	9	341.56		
TOTAL	9727.19	15			

$$\bar{X} = 167.81$$

$$S^2 = 341.56$$

$$S = 18.48$$

Anexo 14: Tabla de datos. Semillas por fruto segunda cosecha

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	125.5	122.5	140.75	154	542.75
II	129.25	119	162.5	157.75	568.5
III	119.75	176	125.25	163	584
IV	124	123	115.75	130.25	493
Σ Trat.	498.50	540.50	544.25	605.00	2188.25
Media	124.63	135.13	136.06	151.25	136.77

$$C.V.= 13.29\%$$

ANVA. Segunda Cosecha

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	1441.51	3	480.5	1.46	N.S.
BLOQUE	1191.32	3	397.11	1.2	N.S.
ERROR	2971.47	9	330.16		
TOTAL	5604.31	15			

$$\bar{X} = 136.77$$

$$S^2 = 330.16$$

$$S = 18.17$$

Anexo 15: Tabla de datos. Semillas por fruto promedio

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	130.50	138.38	161.13	185.75	615.75
II	151.75	142.00	161.75	184.63	640.13
III	122.88	172.00	147.25	183.50	625.63
IV	138.25	136.50	137.63	142.75	555.13
Σ Trat.	543.38	588.88	607.75	696.63	2436.63
Media	135.84	147.22	151.94	174.16	152.29

$$C.V.= 9.71\%$$

ANVA. Promedio semillas por fruto

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	3097.82	3	1032.61	4.72	*
BLOQUE	1048.28	3	349.43	1.6	N.S.
ERROR	1966.89	9	218.54		
TOTAL	6112.99	15			

$$\bar{X} = 152.29$$

$$S^2 = 218.54$$

$$S = 14.78$$

Anexo 16: Tabla de datos. Peso promedio de fruto

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	22.23	26.51	28.22	28.79	105.75
II	24.18	23.51	25.25	29.67	102.61
III	23.02	24.50	26.35	28.73	102.60
IV	25.13	26.32	22.42	26.85	100.72
Σ Trat.	94.56	100.84	102.24	114.04	411.68
Media	23.64	25.21	25.56	28.51	25.73

$$C.V. = 7.07\%$$

ANVA. Peso promedio fruto

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	49.58	3	16.53	4.99	*
BLOQUE	3.26	3	1.09	0.33	N.S.
ERROR	29.82	9	3.31		
TOTAL	82.67	15			

$$\bar{X} = 25.73$$

$$S^2 = 3.31$$

$$S = 1.82$$

Anexo 17: Tabla de datos. Longitud promedio de fruto

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	12.55	12.29	14.29	13.13	52.26
II	12.88	11.90	12.75	13.76	51.30
III	12.63	12.87	12.79	12.74	51.03
IV	13.40	13.08	12.71	13.04	52.23
Σ Trat.	51.47	50.13	52.54	52.68	206.82
Media	12.87	12.54	13.14	13.17	12.93

C.V.= 4.72%

ANVA. Longitud promedio fruto

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	1.03	3	0.34	0.93	N.S.
BLOQUE	0.3	3	0.1	0.27	N.S.
ERROR	3.34	9	0.37		
TOTAL	4.68	15			

$\bar{X} = 12.93$

$S^2 = 0.37$

$S = 0.61$

Anexo 18: Tabla de datos. Diámetro promedio de fruto

Trat.	1	2	3	4	Σ
Block	20	30	40	50	Block
I	2.35	2.35	2.50	2.62	9.81
II	2.31	2.38	2.33	2.57	9.59
III	2.33	2.35	2.53	2.75	9.96
IV	2.26	2.50	2.58	2.52	9.86
Σ Trat.	9.25	9.57	9.94	10.46	39.23
Media	2.31	2.40	2.49	2.62	2.45

C.V.= 3.49%

ANVA. Diámetro promedio fruto

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	0.2	3	0.07	9.16	*
BLOQUE	0.02	3	0.01	0.83	N.S.
ERROR	0.07	9	0.01		
TOTAL	0.29	15			

$$\bar{X} = 2.45$$

$$S^2 = 0.01$$

$$S = 0.1$$

Anexo 19: Tabla de datos. Peso promedio de 100 semillas

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	1.03	1.01	0.99	0.97	4.00
II	0.95	1.02	0.96	1.01	3.94
III	1.01	0.96	1.06	0.99	4.02
IV	0.97	0.97	1.01	0.94	3.88
Σ Trat.	3.96	3.96	4.02	3.91	15.85
Media	0.99	0.99	1.00	0.98	0.99

$$C.V. = 3.68\%$$

ANVA. Peso de 100 semillas

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	0.0015	3	0.00051	0.38	N.S.
BLOQUE	0.0026	3	0.00087	0.66	N.S.
ERROR	0.01	9	0.0013		
TOTAL	0.02	15			

$$\bar{X} = 0.99$$

$$S^2 = 0.0013$$

$$S = 0.04$$

Anexo 20: Tabla de datos. Prueba de germinación primera cosecha

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	78.00	77.00	81.00	82.00	318.00
II	77.00	74.00	79.00	81.00	311.00
III	73.00	77.00	76.00	84.00	310.00
IV	75.00	78.00	77.00	78.00	308.00
Σ Trat.	303.00	306.00	313.00	325.00	1247.00
Media	75.75	76.50	78.25	81.25	77.94

ANVA. Primera cosecha

C.V.= 2.81%

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	71.69	3	23.9	4.99	*
BLOQUE	14.19	3	4.73	0.99	N.S.
ERROR	43.06	9	4.78		
TOTAL	128.94	15			

$$\bar{X} = 77.94$$

$$S^2 = 4.78$$

$$S = 2.19$$

Anexo 21: Tabla de datos. Prueba de germinación segunda cosecha

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	60.00	67.00	68.00	74.00	269.00
II	67.00	68.00	72.00	71.00	278.00
III	67.00	64.00	64.00	74.00	269.00
IV	69.00	69.00	72.00	72.00	282.00
Σ Trat.	263.00	268.00	276.00	291.00	1098.00
Media	65.75	67.00	69.00	72.75	68.63

C.V.= 4.32%

ANVA. Segunda cosecha

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	112.25	3	37.42	4.25	**
BLOQUE	32.25	3	10.75	1.22	N.S.
ERROR	79.25	9	8.81		
TOTAL	223.75	15			

$$\bar{X} = 68.63$$

$$S^2 = 8.81$$

$$S = 2.97$$

Anexo 22: Tabla de datos. Prueba de germinación promedio

Trat.	1	2	3	4	Σ Block
Block	20	30	40	50	
I	69.00	72.00	74.50	78.00	293.50
II	72.00	71.00	75.50	76.00	294.50
III	70.00	70.50	70.00	79.00	289.50
IV	72.00	73.50	74.50	75.00	295.00
Σ Trat.	283.00	287.00	294.50	308.00	1172.50
Media	70.75	71.75	73.63	77.00	73.28

$$C.V. = 2.71\%$$

ANVA. Germinación promedio

F.V.	SC	GL	CM	FC	SIGN
TRATAMIENTO	90.8	3	30.27	7.67	*
BLOQUE	4.67	3	1.56	0.39	N.S.
ERROR	35.52	9	3.95		
TOTAL	130.98	15			

$$\bar{X} = 73.28$$

$$S^2 = 3.95$$

$$S = 1.99$$