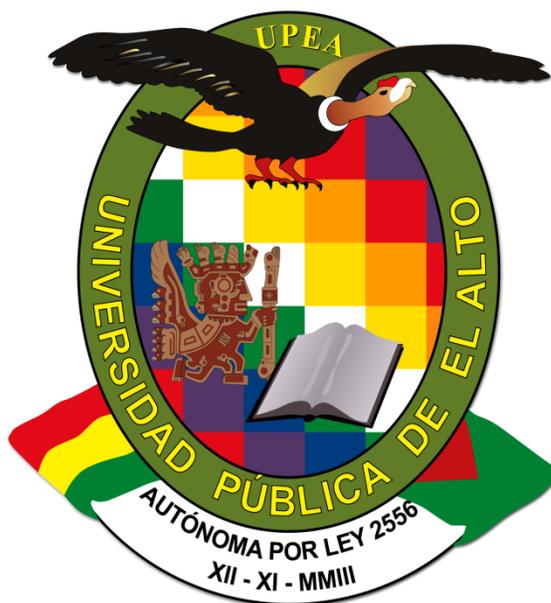


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PIMENTÓN (*Capsicum annuum*  
L. var. Keystone) CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA  
EN AMBIENTES ATEMPERADOS EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL DE KALLUTACA”**

**Por:**

**Gricel Alcon Fernandez**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Noviembre, 2021**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PIMENTÓN (*Capsicum annuum* L. var. Keystone)  
CON DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN AMBIENTES ATEMPERADOS EN  
LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA”**

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniera Agrónoma*

**Gricel Alcon Fernandez**

**Asesores:**

M. Sc. Lic. Ing. Victor Paye Huaranca .....

**Tribunal Revisor:**

M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi .....

Lic. Ing. Soledad Chavez Vино .....

Lic. Ing. Guiber Guarachi Condori .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



*DEDICATORIA:*

*A mi padre*

*La persona que me dio la vida dedicando cada día a cuidarme y protegerme, dándome aliento para conseguir este logro.*

*A mi madre*

*A quien me ha acompañado a cada paso desde el inicio de mi vida. A quien le debo mucho más que este gran logro, aunque unas gracias sea un gesto muy pequeño y humilde, me alegra el poder darte un orgullo más, es decir que lo logre a pesar de algunos contratiempos, el aportar a esta gran deuda, compartiendo este gran sueño contigo, en el que tus sabios consejos, lograron ser más que bellas palabras y hoy se convierten en un hecho.*

*A mis hermanos*

*Gracias por estar conmigo, confiar en mí y apoyarme incondicionalmente, por seguir a mi lado dándome esos ánimos en los momentos más difíciles de mi vida, unas gracias no será suficiente para pagar todo lo que han hecho por mí.*

*A mi tía*

*Quien fue como mi segunda mamá, brindándome todo su apoyo en todo el transcurso de mi carrera y vida por estar siempre al pendiente de mi bienestar.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la vida, capacidad, los recursos, salud para poder llevar adelante esta investigación.

A la Universidad Pública de El Alto por abrirme sus puertas y formarme Moral y Académicamente.

Al M. Sc. Lic. Ing. Victor Paye Huaranca, docente abnegado y dedicado a su trabajo quien en su enseñanza me brindó su apoyo, conocimiento, guía y paciencia en esta investigación, mostrando gran interés, preocupación y colaboración constante en la realización de este trabajo.

Al tribunal revisor, M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi, Lic. Ing. Soledad Chavez Vino y Lic. Ing. Guiber Guarachi Condori; por su apoyo, recomendaciones y sugerencias para poder culminar este trabajo.

A mi padre Javier Alcon Heredia, a mi madre Guillermina Fernandez Cachaca, a mis hermanos John, Fabiola, Evan, Ana, Diego, Mery, Santiago y Mariam así mismo a mi tía Miriam Alcon Heredia, a mis Tios (as); por ser mi fuerza, mi apoyo incondicional en mis estudios y en la realización de esta Tesis.

Agradezco de manera muy especial a Lic. Ing. Roberto Luis Ramos Solano por su cariño más sincero que siempre estuvo a mi lado apoyándome para concluir el presente trabajo.

Al Lic. Ing. Cesar Guerrero que me brindó su apoyo, guía y sugerencias en mi trabajo de investigación.

Al Lic. Ing. Erick Callizaya Yujra, que me brindó su apoyo, guía y sugerencias en mi trabajo de investigación.

A mis amigos, Marco Pari, Anahi Chipana, Roly Mamani, Ximena Barco, Veronica Lecoña, Miriam, quienes me brindaron su apoyo y aliento para el presente trabajo de investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago mi más sincero agradecimiento.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vii
ABREVIATURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Justificación.....	14
1.3. Objetivos .....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Hipótesis .....	15
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. Generalidades del cultivo de pimentón .....	16
2.2. Taxonomía .....	17
2.3. Características botánicas del pimentón .....	17
2.4. Variedades.....	18
2.5. Requerimiento agro-ecológico para el pimentón .....	19
2.5.1. Clima .....	19

2.5.2.	Humedad.....	19
2.5.3.	Luminosidad.....	19
2.6.	Requerimientos Edafológicos.....	20
2.6.1.	Suelo .....	20
2.6.2.	Densidad de plantación .....	20
2.7.	Enfermedades y plagas detectadas en el cultivo.....	22
2.7.1.	Bacterias.....	22
2.7.1.1.	Podredumbre blanda de los frutos, <i>Erwinia carotovora</i> sp. y <i>Carotovora</i> (Jones).....	22
2.7.2.	Plagas (Insectos).....	22
2.8.	Labores culturales.....	23
2.8.1.	Almacigo .....	23
2.8.2.	Siembra.....	23
2.8.3.	Trasplante .....	23
2.8.4.	Poda de desarrollo.....	24
2.8.5.	Aporque.....	25
2.8.6.	Tutorado.....	25
2.8.7.	Deshojado .....	25
2.8.8.	Cosecha .....	26
2.8.9.	Post cosecha .....	26
2.8.10.	Funcionamiento del invernadero .....	27
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	28
3.1.	Localización .....	28
3.1.1.	Ubicación Geográfica .....	28
3.1.2.	Características Edafoclimáticas .....	29
3.1.3.	Suelo .....	29
3.1.4.	Flora .....	29

3.2.	Materiales.....	30
3.2.2.	Material de campo .....	30
3.2.3.	Material de gabinete .....	31
3.3.	Metodología .....	31
3.3.1.	Fase productiva .....	31
3.3.2.	Diseño experimental .....	35
3.3.3.	Tratamientos de estudio .....	36
3.3.4.	Variables de respuesta .....	36
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1.	Comportamiento climático de la carpa solar .....	39
4.1.1.	Temperatura en el periodo de la investigación .....	39
4.2.	Variables agronómicas .....	40
4.2.1.	Altura de planta .....	40
4.2.2.	Días de floración .....	42
4.2.3.	Días de fructificación .....	43
4.2.4.	Números de días a la primera cosecha .....	45
4.2.5.	Números de días a la segunda cosecha .....	47
4.2.6.	Números de días a la tercera cosecha.....	48
4.2.7.	Números de frutos por planta en la primera cosecha .....	50
4.2.8.	Números de frutos por planta en la segunda cosecha .....	52
4.2.9.	Números de frutos por planta en la tercera cosecha .....	53
4.2.10.	Peso de frutos por planta .....	56
4.2.11.	Rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ ).....	57
4.3.	Variables económicas.....	59
4.3.10.	Análisis económico .....	59
5.	CONCLUSIONES .....	61

6. RECOMENDACIONES.....	64
7. BIBLIOGRAFÍA.....	65
8. ANEXOS .....	70

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Porcentaje en proporción en el almácigo .....	31
<b>Cuadro 2.</b> Tratamientos en estudio .....	36
<b>Cuadro 3.</b> Análisis de varianza para altura de planta .....	40
<b>Cuadro 4.</b> Análisis de varianza para días de floración.....	42
<b>Cuadro 5.</b> Análisis de varianza para días de fructificación .....	43
<b>Cuadro 6.</b> Análisis de varianza para números de días a la primera cosecha .....	45
<b>Cuadro 7.</b> Análisis de varianza para números de días a la segunda cosecha.....	47
<b>Cuadro 8.</b> Análisis de varianza para números de días a la tercera cosecha .....	48
<b>Cuadro 9.</b> Análisis de varianza para números de frutos por planta en la primera cosecha .....	50
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de varianza para números de frutos por planta en la segunda cosecha .....	52
<b>Cuadro 11.</b> Análisis de varianza para números de frutos por planta en la tercera cosecha .....	54
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de varianza para peso de frutos por planta .....	56
<b>Cuadro 13.</b> Análisis de varianza para rendimiento (Tn/ha <sup>-1</sup> ) .....	57
<b>Cuadro 14.</b> Beneficio/Costo .....	59
<b>Cuadro 15.</b> Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 1).....	75
<b>Cuadro 16.</b> Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 2).....	76
<b>Cuadro 17.</b> Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 3).....	77
<b>Cuadro 18.</b> Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 4).....	78
<b>Cuadro 19.</b> Costos de producción para la planta del pimentón (Testigo) .....	79

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Temperatura registrada durante el periodo del estudio en la carpa solar (Elaboración propia, 2021) .....	39
<b>Gráfico 2.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de altura de planta (Elaboración propia, 2021) .....	41
<b>Gráfico 3.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de días de floración (Elaboración propia, 2021) .....	42
<b>Gráfico 4.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de días de fructificación (Elaboración propia, 2021) .....	44
<b>Gráfico 5.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de días a la primera cosecha (Elaboración propia, 2021) .....	46
<b>Gráfico 6.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de días a la segunda cosecha (Elaboración propia, 2021).....	47
<b>Gráfico 7.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de días a la tercera cosecha (Elaboración propia, 2021) .....	49
<b>Gráfico 8.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de frutos por planta en la primera cosecha (Elaboración propia, 2021) .....	51
<b>Gráfico 9.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de frutos por planta en la segunda cosecha (Elaboración propia, 2021).....	53
<b>Gráfico 10.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de frutos por planta en la tercera cosecha (Elaboración propia, 2021) .....	55
<b>Gráfico 11.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de peso de frutos por planta (Elaboración propia, 2021) .....	56
<b>Gráfico 12.</b> Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de rendimiento .....	58

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1.</b> Mapa de ubicación del Centro Experimental de Kallutaca del Municipio de Laja del Departamento de La Paz .....	28
<b>Fotografía 2.</b> Registros de datos climatológicos .....	70
<b>Fotografía 3.</b> Preparado de sustrato (almácigo) .....	70
<b>Fotografía 4.</b> Preparación del terreno .....	71
<b>Fotografía 5.</b> Trasplante .....	72
<b>Fotografía 6.</b> Crecimiento .....	72
<b>Fotografía 7.</b> Floracion y fructificación .....	72
<b>Fotografía 8.</b> Tutorado y cosecha .....	73
<b>Fotografía 9.</b> Pesado del fruto .....	73
<b>Fotografía 10.</b> Foto final .....	73
<b>Fotografía 11.</b> Análisis físico – químico de suelo .....	74

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Fotografías de la Metodología en el Ambiente Atemperado .....	70
<b>Anexo 2.</b> Costos de producción del pimentón por tratamiento .....	75

**ABREVIATURAS**

Å	Ángstrom
cm	Centímetro
CPU	Central Processing Unit
EGO	Examen general de orina
GPS	Global Positioning System
Hb	Hemoglobina
Ht	Hematocrito
Km	Kilómetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
UPS	Uninterrupted Power System
Mm	Micrómetro
$\Sigma$	Sumatoria
Zn	Zinc

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el objetivo de Evaluar el comportamiento agronómico de pimentón (*Capsicum annuum* L. var. Keystone) con diferentes densidades de siembra en ambientes atemperados en la Estación Experimental de Kallutaca, la investigación se realizó en el ambiente protegido en las dependencias de la Universidad Pública del El Alto UPEA ubicado en la Sede Kallutaca, provincia Los Andes, Geográficamente se encuentra entre los paralelos 16°31'27" de Latitud Sur y los paralelos 68°18'32" de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. A una altitud de 3908 msnm. Sobre la carretera internacional a Desaguadero a una distancia de 26 km de la sede de gobierno del departamento de La Paz.

El diseño que se utilizó en el presente trabajo, fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones y se designaron al azar cada unidad experimental, los cuales se detallan a continuación, Tratamiento 1 (T1); (30 x 20 cm surco/planta), Tratamiento 2 (T2); (35 x 25 cm surco/planta), Tratamiento 3 (T3); (35 x 25 cm surco/planta), Testigo (T0); (20 x 20), lo practicado en Kallutaca.

Se tiene los siguientes resultados en el T3 la altura de planta (AP) mostró mayor altura de planta, alcanzando 72.13 cm, mostrando un rápido crecimiento, días de floración, el T3 mostró la menor cantidad de días de floración, alcanzando 68 días, los días de fructificación, T3 mostró la menor cantidad de días de fructificación, alcanzando 80 días, obteniendo un buen desarrollo de los frutos, en cuanto al número de días en la primera, segunda y tercera cosecha, el T3 mostró la menor cantidad de días, obteniendo un buen desarrollo, el número de frutos por planta en la primera, segunda y tercera cosecha, El T3 mostró la mayor cantidad de frutos de pimentón, obteniendo un buen desarrollo y crecimiento.

En cuanto al rendimiento el Tratamiento 3 presento mejor rendimiento ( $T_n \cdot ha^{-1}$ ), alcanzando un valor de 0.538 ( $T_n \cdot ha^{-1}$ ), mostrando un mejor comportamiento agronómico.

## ABSTRACT

The present research work was carried out in the protected environment in the premises of the Public University of El Alto UPEA located in the Kallutaca Headquarters, Los Andes province, Geographically it is located between the parallels 16 ° 31'27" of South Latitude and the parallels 68 ° 18'32" West Longitude of the Greenwich Meridian. At an altitude of 3908 meters above sea level. On the international highway to Desaguadero at a distance of 26 km from the seat of government of the department of La Paz.

The design that was used in the present research work was the Completely Random Design (DCA) with 4 treatments and 3 repetitions and each experimental unit will be randomly designated for its respective evaluation in different densities which were the following, T1 (30 x 20 cm row / plant), T2 (35 x 25 cm row/plant), T3 (35 x 25 cm row/plant), T0; Witness (20 x 20).

Regarding the results, these were the following: Plant height, planting density (35 x 25 cm) showed higher plant height, reaching 72.13 cm, showing rapid growth, days of flowering, treatment 3 of the density of sowing (35 x 25 cm) showed the least number of days of flowering, reaching 68 days, the days of fruiting, treatment 3 of the sowing density (35 x 25 cm) showed the least amount of days of fruiting, reaching 80 days, obtaining a good development of the fruits with this density applied in this experimental design, regarding the number of days in the first, second and third harvest, treatment 3 of the sowing density (35 x 25 cm) showed the least number of days, obtaining a good development, the number of fruits per plant in the first, second and third harvest, treatment 3 of the sowing density (35 x 25 cm) showed the highest quantity of paprika fruits, obtaining a good development roll and growth.

Regarding the yield, treatment 3 of the sowing density (35 x 25 cm) showed better yield ( $T_n \cdot \text{ha}^{-1}$ ), reaching a value of 0.538 ( $T_n \cdot \text{ha}^{-1}$ ), showing better agronomic performance.

## 1. INTRODUCCIÓN

Producción mundial, 32.324,34 millones de kilos con valor de 22.730,59 millones de euros. Exportación mundial, 3.291,8 millones de kilos por casi 4.500 millones de euros. De los 32.324,35 millones de kilos que se han producido en el mundo de pimiento, la mitad corresponden a China, primer productor mundial, con 16.120,4 millones de kilos, 711.690 hectáreas y un rendimiento de 2.27 k/m<sup>2</sup>. El segundo en el ranking es México con 2.732,63 millones de kilos, 143.465 hectáreas y 1'9 kg/m<sup>2</sup>, seguido por Turquía con 2.127,94 millones de kilos, 101.000 hectáreas y 2.11 kg/m<sup>2</sup> (HORTOINFO, 2017).

El cultivo del pimiento *Capsicum annuum* L. se ha convertido a lo largo del tiempo con el inicio de la conquista española en América en una de las hortalizas de mayor expansión a nivel mundial junto con el tomate, lo que resalta la importancia del pimiento en la alimentación de millones de personas en el mundo (Vasquez, 2010).

El Pimiento Morrón en el año del 2004 se ubicó en el quinto lugar en producción de hortalizas cultivadas en España con un área total de 21.900 hectáreas con producción de 1.032.900 toneladas, del total de estas el 6% se destinó a la industria (Macuá J I, *et al.*, 2005).

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.), es una hortaliza de gran consumo mundial que en los últimos años ha experimentado un incremento considerable en la producción y su nivel de exportación para muchos países. Se ha convertido a lo largo del tiempo con el inicio de la conquista española en América en una de las hortalizas de mayor expansión junto con el tomate, lo que resalta la importancia en la alimentación de millones de personas en el mundo (Macuá J I, *et al.*, 2012).

La producción de hortalizas es una de las prácticas básicas del hombre se han cultivado plantas de hortalizas para la alimentación humana y su comercialización. En Bolivia el cultivo tradicional del pimentón se encuentra en Beni, Cochabamba y Santa Cruz. En el departamento de La Paz la producción es en menor escala,

debido a las limitaciones edáficas y climáticas. Por lo general su cultivo en altiplano es en pequeñas áreas o se restringe la producción bajo condiciones de invernadero (Alejo, 2016).

Así mismo Alejo (2016), menciona que el valle de Cochabamba presenta una ubicación geográficamente adecuada para el abastecimiento de este producto a los demás centros de consumo, así mismo, tiene condiciones óptimas de clima y suelo para la producción durante la época adecuada junto a estos factores, esta hortaliza se caracteriza por su rentabilidad para el agricultor (Alejo, 2016).

Por lo tanto, la producción del pimentón en nuestro medio viene a constituir como parte complementaria en la alimentación humana, pese a su importancia como un ingrediente valioso en la preparación de alimentos, por tal razón se realizó el presente trabajo de investigación desde la evaluación agronómica para identificar la densidad adecuada para la producción del pimentón (Alejo, 2016).

### **1.1. Planteamiento del problema**

El pimiento es una hortaliza de forma, tamaño y color variable. las familias que habitan en el sector de Kallutaca, carecen de información con respecto al comportamiento agronómico del cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* L.) si bien el sector pertenece al altiplano central ya que en estas zonas existen invernaderos que producen hortalizas como la lechuga, tomate, rabanito, pepino y acelgas, pero no existe producción de Pimentón es decir no conocen la forma de producción y todo el proceso agronómico, por la cual es fundamental incrementar la investigación con diferentes densidades para obtener mayor rendimiento y posterior recomendar a la población ya que por lo que muchos no consumen en su dieta diaria, por otro lado no conocen las variedades existentes como Keytone. Sin embargo, no se cuenta con la información ni trabajos realizados sobre la producción de pimentón en la Estación Experimental de Kallutaca, es uno de los factores que provoca la falta de información.

### **1.2. Justificación**

Una alternativa para poder superar la poca información de la producción del cultivo de pimentón en la Estación Experimental de Kallutaca, es realizar mucha más tesis con diferentes densidades, ya que los trabajos de investigación juegan un papel muy importante en la información que se brindara a la localidad. De ellos se obtendrá resultados y conocimientos técnicos básicos de la importancia de realizar análisis de densidades de siembra en Pimentón (*Capsicum annuum* L.), que servirá más adelante con el fin de obtener resultados más rápidos y una producción de plantas homogéneas. Esto permitirá que la información del presente trabajo de investigación ayude a las familias que tienen carpas puedan cultivar el pimentón y tener en su dieta diaria el pimentón.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento agronómico de pimentón (*Capsicum annuum* L. var. Keystone) con diferentes densidades de siembra en ambientes atemperados en la Estación Experimental de Kallutaca.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar la densidad de siembra adecuada en base al desarrollo agronómico del cultivo de pimentón variedad Keystone.
- Determinar el rendimiento del pimentón  $Tn * ha^{-1}$  bajo las densidades de siembra.
- Determinar la relación B/C del pimentón.

### **1.4. Hipótesis**

- No existe diferencia significativa evaluación agronómica del pimentón (*Capsicum annuum* L. var. Keystone) con diferentes densidades de siembra en ambientes atemperados en la Estación Experimental de Kallutaca.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Generalidades del cultivo de pimentón

Según Hueres (2008), indica que antes del colonialismo los nativos ya utilizaban el pimentón para condimentar sus alimentos y luego en los años 1943 después de la conquista española fue introducido por primera vez al continente europeo.

Según Avilla (2009), señala que el pimiento es originario de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annum* L. se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses.

Según Plno (2018), menciona que la superficie destinada a este cultivo en las distintas regiones del mundo varía notablemente según el uso, tradición, consumo y destino de las exportaciones. El destino de la producción puede ser el consumo en fresco (pimiento dulce), el pimiento seco (varios tipos) que se deseca para pimentón y ají molido, y también varios tipos y especies se utilizan especialmente para la realización de aderezos (“salsa tabasco” entre otras) y conservas (ají en vinagre, en aceite, etc.).

En América, se destaca la producción de México con 168.632 ha cultivados con pimientos secos y verdes, Estados Unidos con 31.000 ha cultivadas con pimientos verdes, y le siguen Argentina, Chile y Venezuela. Argentina es el principal productor en Sudamérica, ocupando una superficie que varía año a año de 6000 a 3000 ha. Durante el año 2012 FAO estimó una superficie de 6700 ha cultivada de pimientos verdes y 2500 ha de pimiento para secado (FAO, 2015).

## 2.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica del pimentón según Veladez (2011), es la siguiente:

**Clase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Polemoniales

**Familia:** Solanaceae

**Género:** Capsicum

**Especie:** *Capsicum annuum*

**Nombre científico:** *Capsicum annuum* L.

**Nombre común:** Pimentón, Pimiento, Morrón

## 2.3. Características botánicas del pimentón

Según Avilla (2009), menciona que el pimiento es una planta anual herbácea, con sistema radicular pivotante y profundo que puede llegar hasta 70 - 120 cm, provisto y reforzado de un número elevado de raíces adventicias.

Según Aldana (2010), indica que la planta es herbácea de tallo erecto y ramificado, de diversa altura, entre 0.5 a 1 m; raíz pivotante, hojas ovales, alargadas verde – oscuras y con bordes enteros; flores solitarias, rara vez agrupadas en 2 o 3. El cáliz tiene forma enredada y está provista de 5 sépalos verdes soldados entre sí; la corola es enredada con 5 pétalos soldados de color blanco, raramente de color violeta pálida. Los estambres en número de 5, tienen anteras alargadas y dehiscencia longitudinal.

Según Infoagro (2012), señala que el pimiento es una planta herbácea perenne, de porte variable, con raíces pivotantes y profundas, con numerosas raíces adventicias. El tallo de crecimiento limitado y erecto, emite 2 o 3 ramificaciones

principales (dependiendo de la variedad) y éstas continúan ramificándose hasta el final de su ciclo.

#### **2.4. Variedades**

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (1985), citado por Pérez (2008), menciona como variedades comerciales de pimentón de mayor importancia a las variedades California Wonder, Yolo Wonder, Ruby King, Florida Giant, Keystone Resistant Giant, Mercury y Perfección, las que se cultivan más en Colombia.

Por otra parte, Jaramillo (2006) considera a las siguientes variedades:

- Keystone Res. Giant No 3: relativamente tolerante a enfermedades virosas, producciones altas y frutos blocosos, ligeramente largos, de buen tamaño y grosor de la pared y calidad.
- California Wonder (300 Improved): plantas de buen tamaño, vigorosas, con frutos de sección longitudinal, blocosa, de paredes gruesas y 3 ó 4 lóculos.

Según Fersini (2010), afirma que las variedades se clasifican según las dimensiones, sin olvidar las otras características de diferenciación en el campo, que es importante así mismo, subdividiéndolos en:

- a) Pimiento de fruto grueso, clase rica en bellas variedades de colores, carnosos, bastante consumido en estado fresco, como en conserva, de sabor dulce y de forma más o menos cuadrangular.
- b) Pimiento de fruto medio, clase a la cual pertenecen frutos de diversos colores, con sabores dulces o picantes,
- c) Pimiento de frutos pequeños, con frutos pequeños, coloreados en rojo, casi siempre picantes, adecuados para condimentos y conservas picantes.

## **2.5. Requerimiento agro-ecológico para el pimentón**

El pimentón es un cultivo que necesita requerimientos de exigentes para un excelente desarrollo.

### **2.5.1. Clima**

Para una buena producción comercial necesita un período libre de heladas superior a 130 días. Es exigente a la elevada temperatura todo el ciclo cultural, a fin de que la planta pueda vegetar intensamente, con vigor y acumular una suma de grados (calorías) suficientes para llegar a la maduración del producto en breve tiempo así mismo considera que el pimiento requiere climas templado - cálidos (Vigliola, 2005).

La compañía productora de semillas PETOSEED (2006), señala que el pimentón se desarrolla favorablemente en climas tropicales y semi tropicales a templados; con temperaturas de desarrollo enmarcados dentro un rango de 15 – 25 °C.

### **2.5.2. Humedad**

Según Yuste (2015), coincide en señalar que la humedad relativa del aire óptima es 50 – 70%. Si la humedad es más elevada, origina el desarrollo de enfermedades en las partes aéreas de la planta y dificulta la fecundación; si la humedad es demasiado baja, con temperaturas altas, hay caída de flores y frutos recién cuajados.

### **2.5.3. Luminosidad**

Según Aldabe (2005), menciona que cuando la luminosidad es escasa (invierno) la actividad fotosintética de la planta se reduce el crecimiento es menor, las flores caen y la producción se disminuye.

## **2.6. Requerimientos Edafológicos.**

### **2.6.1. Suelo**

Según Vilmorin (2010), el pimiento preferentemente requiere suelos de textura media, suelos profundos, ricos en fosforo, nitrógeno y se adapta bien en un rango de pH entre 5.5 y 7 como no tolera salinidad, los rendimientos decaen a partir de 3.5 dS/m de conductividad eléctrica, valores inferiores de 5.5 pueden disminuir la disponibilidad de calcio, magnesio, fósforo, entre otros por lo que se debe realizar un análisis del suelo previo a la siembra para determinar el grado de acidez o saturación de bases del mismo.

Deben descartarse los suelos con tendencia al anegamiento, porque necesita buen drenaje, debido a su sensibilidad a la asfixia radicular. Bajo condiciones adecuadas del suelo éste puede penetrar de 36 a 48 pulgadas, lo que depende de la estructura y textura del suelo (Vilmorin, 2010).

Es un cultivo sensible al exceso de humedad en el suelo y no tolera problemas de mal drenaje, un drenaje deficiente puede ocasionar una reducción en el sistema de raíces de la planta, un pobre crecimiento de ésta y a su vez bajos rendimientos (Quintina, 2020).

### **2.6.2. Densidad de plantación**

Según Monje (2016), menciona que Las densidades óptimas rondan las 2.5 a 3 plantas/m<sup>2</sup>, pero dependen del tipo de estructura, las necesidades de calibre, el tipo de poda y el vigor de la variedad.

Según Milla (2011), señala que, en cuanto a la siembra, a nivel comercial se utilizan principalmente almácigos, ya sea a campo abierto o en invernaderos. La siembra directa no es usual, recomendándose una dosis de siembra de 2 a 3 kg de semilla por hectárea.

Según Milla (2011), en lo que se refiere a almácigos a campo abierto, con 500 gr de semilla sembrada en la superficie de 50 m<sup>2</sup> se obtienen plántulas, suficientes

para una hectárea comercial. Por lo cual las plántulas se trasplantan a una edad de 45 - 50 días (cuando están a campo abierto), o cuando tengan 4 a 5 hojas verdaderas.

En cuanto a la densidad de población, el promedio es de 20000 a 25000 plantas/ha, con las siguientes dimensiones: entre surcos pueden ser 0.92, 1.00 y 1.20 m, lo cual depende del tipo variedad de pimentón, maquinaria, región, etc. En lo relativo a distancia entre plantas, esta puede ser de 40 a 50 cm.

Según López *et al.* (2009), señalan como distancia recomendable de plantación entre 90 x 15 – 22 cm surco/planta para la variedad California Wonder; pudiendo emplearse para otras variedades una distancia de 70 x 20 cm surco/planta. Sin embargo,

Por su parte la empresa PETOSEED (2006), recomienda una distancia de 75 x 25 cm surco/planta, la cual puede variar en función a la variedad. En base a esta heterogeneidad en las recomendaciones del distanciamiento adecuado para la plantación, se toma como factor de variación la distancia de plantación entre plantas y surcos con el fin de determinar la más aconsejable para este cultivo.

Distancia entre plantas de 60 centímetros para obtener una densidad de siembra de 2.5 plantas por metro cuadrado, lo que equivale a 25.000 plantas por hectárea bajo invernadero (UJTL, 2012).

En cultivos al aire libre con 1.5 m en pasillos, 0.35 m entre líneas y de 0.30 a 0.33 m entre plantas con densidades cercanas a las 40.000 plantas por hectárea. Así mismo se alcanzan densidades de hasta 45.000 plantas por hectárea en cultivos al aire libre con variedades autóctonas, Piquillo y Morrón y del tipo California (UJTL, 2012).

## **2.7. Enfermedades y plagas detectadas en el cultivo**

### **2.7.1. Bacterias.**

Las bacterias invernan sobre los órganos sanos o infectados de las matas perennes, sobre las semillas, sobre los restos de vegetales enfermos y sobre el suelo; se diseminan por la lluvia y llegan a la planta a través del viento, insectos, por las herramientas, o por contacto directo. Penetran a través de aberturas naturales, heridas y la irrupción se realiza a través del tejido parenquimático. Así mismo el ambiente húmedo y las temperaturas elevadas favorecen el desarrollo de la enfermedad. Las lesiones se observan sobre tallos, hojas y frutos (ICA, 2012).

#### **2.7.1.1. Podredumbre blanda de los frutos, *Erwinia carotovora* sp. y *Carotovora* (Jones)**

*Erwinia carotovora* sp. *Carotovora* (Jones) Bacteria polífaga que ataca a todas las especies hortícolas cultivadas, penetra por heridas e invade tejidos medulares, provocando generalmente podredumbres acuosas y blandas que suele desprender olor nauseabundo. En frutos produce podredumbres acuosas. Tiene gran capacidad saprofítica, por lo que puede sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son altas humedades relativas y temperaturas entre 25 y 35 °C (Casilimas, 2012).

### **2.7.2. Plagas (Insectos)**

#### **2.7.2.1. Minador de hoja (*Liriomyza bryoniae*)**

Los minadores de las hojas son larvas del insecto díptero perteneciente al género *Liriomyza*. Forman galerías en las hojas y llegan a ser un grave problema en varios cultivos hortícolas y ornamentales (Patiño, 2010).

Las hembras adultas con su ovipositor hacen agujeros redondos en el haz de la hoja para extraer la savia de la planta. Estas marcas provocadas al alimentarse ya

reducen el valor estético de la planta, especialmente en cultivos ornamentales. La larva no solo excava galerías o túneles en las hojas lo que supone una reducción en la fotosíntesis, sino que también puede provocar marchitamiento o la caída prematura de las hojas. Los daños de alimentación también pueden servir de entrada a todo tipo de enfermedades (Patiño, 2010).

## **2.8. Labores culturales**

### **2.8.1. Almacigo**

Según Aldabe (2014), menciona que el pimentón se inicia siempre en almacigos. Las bandejas con celdas de 75 m<sup>3</sup> de capacidad permiten desarrollar buenas plantas para llevar a campo en 6 a 8 semanas. El mismo autor señala que cuando se inician las plantas en recipientes depositar una semilla por celda, adicionando de 10 a 15% de semilla para reponer las fallas. La temperatura determina la velocidad de emergencia y crecimiento de la planta, así como la precocidad, volumen y calidad de la cosecha, en los almacigos la temperatura y humedad se manejan con abrigos, sombras, riegos suaves y frecuentes.

### **2.8.2. Siembra**

Se realiza en almacigo de Julio a septiembre para realizar el trasplante: en septiembre y Octubre (40 a 60 días desde la siembra). Debido a las bajas temperaturas que se registran en Julio y agosto, los almacigos deben ser protegidos con reparos o coberturas. Para el almacigo se debe utilizar de 10 a 15 g de semillas por m<sup>2</sup> del mismo, con lo que se pueden obtener de 700 a 1.000 plantas por m<sup>2</sup>. El trasplante debe realizarse cuando las plantitas hayan desarrollado por lo menos 4 o 5 hojas (10 a 12 cm de altura) debiendo realizarse antes que las raíces comiencen a rodear el interior de la maceta (Goites, 2017).

### **2.8.3. Trasplante**

Según Huerres (2008), menciona que la planta de pimentón está en condiciones de ser plantada cuando la altura media del tallo es de unos 10 a 12 cm, tiene de 5

a 10 hojas y su desarrollo vegetativo es evidente. No conviene plantar pimentones muy desarrollados, pues se puede defoliar y el tallo quedarse hueco, tampoco conviene plantar más pequeñas, porque en los primeros estadios de su desarrollo esta planta es muy lento. Cuando las plantas tienen unos 15 cm y/o cuatro hojas verdaderas se realiza el trasplante. Antes de realizarlo, conviene regar los almácigos para facilitar el arrancado de las plantas, no dañando de esta manera sus raíces. El pimentón se encuentra en el límite de las plantas que toleran el trasplante por su dificultad en generar raicillas. Exige, por lo tanto, que con él se debe extremar el cuidado en el manipuleo.

#### **2.8.4. Poda de desarrollo**

Según Maroto (2000), indica que la poda se efectúa eliminando, en primer lugar, los brotes hijos correspondiente a las hojas posteriormente quitando las hojas que se insertan por debajo de la primera bifurcación del tallo. En caso de desarrollo vegetativo excesivo, puede ser conveniente eliminar alguna rama para favorecer la aireación y un mejor cuajado de los frutos. El mismo autor señala que la poda de rejuvenecimiento, que solamente se da en algunos casos, consiste en suprimir todas las ramas por encima de las segundas bifurcaciones, consiguiendo así una poda enérgica que permite a éstas rebrotar de nuevo, cuando ya se han desarrollado en un ciclo completo de cultivo o en parte del mismo.

- Ventajas de la poda de formación:
  - Más precocidad y mejor calidad de frutos.
  - Mejora de la aireación de la planta y por tanto disminución de las condiciones favorables para el ataque de plagas y enfermedades.
  - Facilita las prácticas culturales.
  - Posibilita el estrechar el marco de plantación al incrementar el número de plantas por unidad de superficie.

### **2.8.5. Aporque**

Según Valadez (2011), manifiesta que esta labor se lleva a cabo inmediatamente después de la aplicación de nitrógeno, que coincide de manera aproximada a las tres semanas de efectuado el trasplante. Se recomienda que esta práctica se haga profundamente para que los surcos queden altos, disminuyendo así la incidencia de *Phytophthora*, Vigliola (2005), sostiene que esta labor en el cultivo tiene un objetivo distinto al del tomate; en éste promueve la formación de raíces adventicias, mientras en pimiento el objetivo perseguido es formar un “lomo” bien alto para que el agua de riego no llegue al cuello de la planta.

### **2.8.6. Tutorado**

Según Morales (2006), manifiesta que en las plantas que han alcanzado un cierto grado de desarrollo, se hace necesario ponerles tutores, para evitar, tanto que se tumben, como que se rompan los tallos, muy quebradizas en los nudos, debido al peso de los 16 frutos. El mismo autor señala que en invernaderos se disponen hilos de rafia horizontalmente y otros verticales que son por donde se va liando la planta conforme van creciendo y así alcanzar 2 m o más de altura.

### **2.8.7. Deshojado**

Según Pihán y Marín (2011), señalan que es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inoculo.

Una vez se ha realizado la cosecha de los primeros frutos que se encuentran en la parte inferior de la planta, se deben retirar las hojas que presentan senescencia. Estas hojas al cumplir con su función de generar los fotoasimilados que se distribuyeron para el crecimiento de la planta y de los frutos, deben ser retiradas. Esta labor permite mejorar la aireación al interior del cultivo lo que hace que disminuya la presencia de hongos y de mosca blanca al retirar las ninfas ubicadas en el envés de estas hojas (Morales 2006).

### **2.8.8. Cosecha**

Según Morales (2003), menciona que la cosecha inicia cuando los frutos alcanzan la madurez fisiológica, o sea de 120 a 160 días después de la siembra. Para su mejor comercialización los frutos deben separarse por tamaño y calidad, lo más uniforme posible, reporta que una sola planta puede producir de 12 – 15 frutos durante la temporada de cosecha, de junio a septiembre lo que equivale a 1.5 – 2 kg m<sup>-3</sup>.

La época de recolección dependerá de la siembra y clima. El mismo autor indica que se pueden recoger verdes, dependerá de la variedad, pero antes de empezar a madurar. También se pueden coger maduros, pero eso requiere un consumo inmediato o para conservarlos asados que se cogerán cuando hayan cogido color. Otra opción es usarlos como condimento para lo que se dejan secar en un lugar seco (Morales, 2003).

Por su parte Huerres (2008), considera que en la cosecha hay que ser muy cuidadoso al separar los frutos de las plantas, ya que las ramas son muy tiernas y se parten con facilidad, por ello es recomendable el uso de tijeras, los frutos después de ser cosechados deben ser colocados en cajas para ser transportados a su centro de distribución, aspirando rendimientos de 20 – 25 Tn \* ha<sup>-1</sup>.

La cosecha manual es la más frecuente y se realiza en dos y tres etapas, la última se lleva a cabo cuando las plantas han sufrido el daño de las heladas. La mecanización de esta etapa requiere de una selección de variedades de maduración agrupada, exige una perfecta sistematización del terreno y una plantación en línea a una distancia predeterminada (Morales, 2003).

### **2.8.9. Post cosecha**

Según Morales (2003), reporta que una sola planta puede producir de 12 – 15 frutos durante la temporada de cosecha, de junio a septiembre lo que equivale a 1.5 – 2 kg m<sup>-3</sup>. La época de recolección dependerá de la, siembra y clima. Va desde finales de junio hasta octubre-noviembre. Los precoces estarán listos en 50

– 60 días después del trasplante y las tardías requieren 3 meses. Los frutos se cortan dejando un rabillo de 2 ó 3 cm.

Según Suquilanda (2002), menciona que los frutos cosechados deben someterse a un breve lavado con agua limpia para eliminar el polvo o alguna impureza que traigan adheridas, luego se las deja secar a temperatura ambiente para luego clasificarlos y empacarlos.

#### **2.8.10. Funcionamiento del invernadero**

Según Flores (2006), afirma que un invernadero cumple la importante función de reproducir con antelación las plantas a partir de semillas o esquejes, en semilleros, bandejas o pequeños recipientes. Esto debido a que dentro de este recinto se origina una temperatura más elevada que en el exterior especialmente en las épocas de frío y heladas, pudiéndose obtener condiciones óptimas para los cultivos.

Estas características tienen que ver con; la luz, la humedad y el calor. Estos tres son los elementos necesarios para que la germinación y crecimiento de las especies dentro del invernadero se pueda dar efectivamente. Todo esto, mientras se espera que llegue el buen tiempo al exterior o que la planta sea lo suficientemente robusta y fuerte para soportar las inclemencias externas del ambiente.

Así mismo, las carpas solares son ambientes atemperados que nos permite producir hortalizas durante todo el año que son construidas de adobes, piedras, callapos listones, puerta ventanas, alambres y agro film (techo). La orientación para construir se recomienda que se construya de este a oeste con caída al norte y no se tiene esa dirección se debe buscar un lugar donde llegue el sol más tiempo (Blanco, 2012).

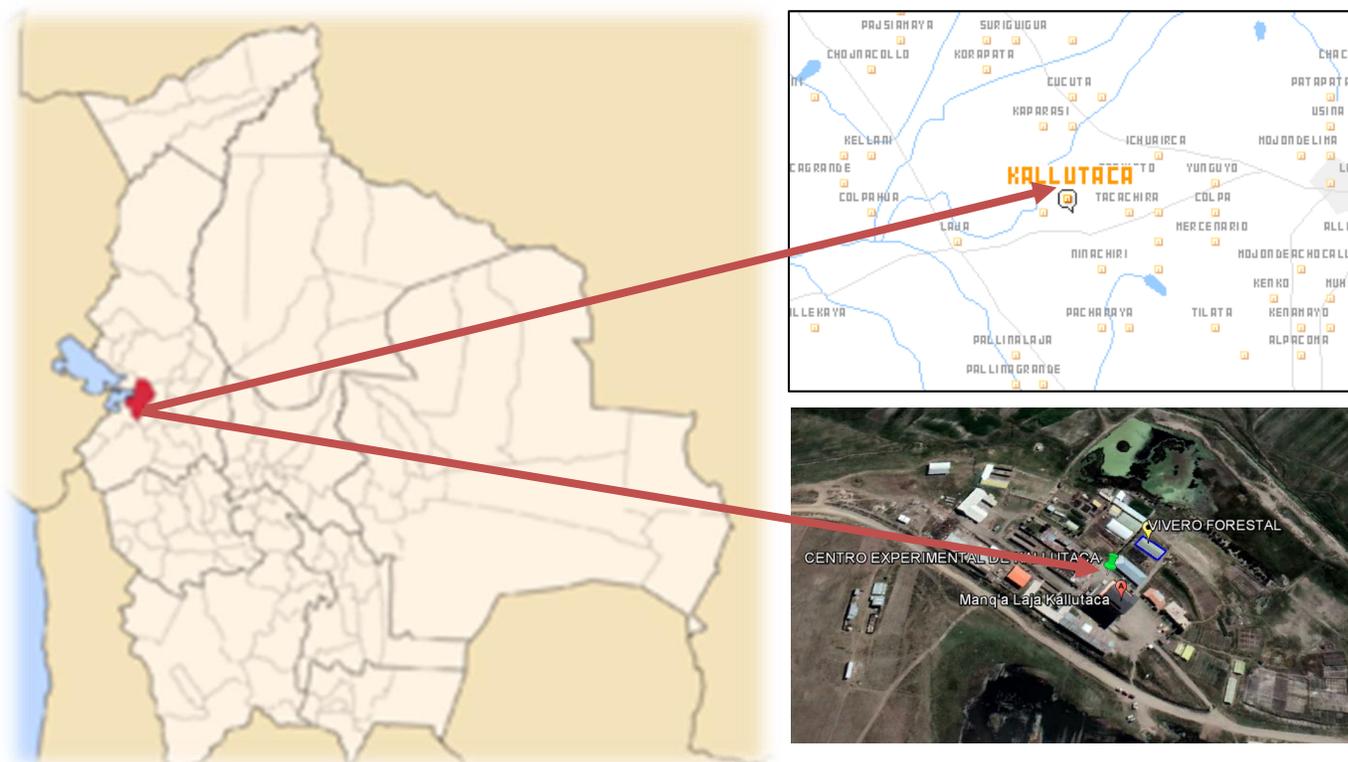
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en el ambiente protegido en las dependencias de la Universidad Pública del El Alto U.P.E.A. ubicado en la Sede Kallutaca, provincia Los Andes, geográficamente se encuentra entre los paralelos  $16^{\circ}31'27''$  de Latitud Sur y los paralelos  $68^{\circ}18'32''$  de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich. A una altitud de 3908 msnm. Sobre la carretera internacional a Desaguadero a una distancia de 26 km de la sede de gobierno del departamento de La Paz (Carita, 2014).

**Fotografía 1.** Mapa de ubicación del Centro Experimental de Kallutaca del Municipio de Laja del Departamento de La Paz



Fuente: (Chipana, 2021)

### 3.1.2. Características Edafoclimáticas

#### 3.1.2.1. Clima

Estudios realizados por Serrano (2013), señalan que el comportamiento de la temperatura media es 7.1 °C, se cuenta con temperaturas extremas mínimas de -10.8 a -11.0 °C en los meses de junio y julio indicando temperaturas bajo cero. En los meses de noviembre y diciembre se observa el comportamiento de las temperaturas máximas de 21.6 a 22.3 °C.

El porcentaje de humedad relativa (HR%) en los meses de diciembre a marzo registra valores entre 64.5 a 71.0% (verano), de junio a agosto se evidencia valores promedios de 40.0% (invierno), y con una precipitación promedio de 435 mm.

#### 3.1.3. Suelo

La mayoría de los suelos está constituida por arena, arcilla y limo. Además, con presencia de acumulación de restos vegetales. Con suelos superficiales de formación aluvial con problemas de drenaje y poco contenido de materia orgánica. Asimismo, son susceptibles a la erosión hídrica y eólica, principalmente en las serranías. Las prácticas conservacionistas que se realizan en la zona, son las de tipo cultural, es decir, rotaciones y descanso (Salguero, 2009).

#### 3.1.4. Flora

Las principales especies agrícolas de la región son:

Papa (*Solanum tuberosum*), cebada (*Hordeum vulgare*), avena (*Avena sativa*), haba (*Vicia faba*), oca (*Oxalis tuberosum*), papalisa (*Ullucus tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa*). La vegetación está constituido en la zona por: paja bravo "iro icho" (*Festuca orthophylla*), t'ula (*Bacharis incarum*), añawayá (*Adesmia miraflorensis*), chilliwa (*Festucadolichophylla*), pasto estrella (*Paspalum pygmaeum*), cebadilla (*Bromus inermis*), Carex (*Carex pinetorum*), diente de león (*Taraxacum officinale*), sillosillo (*Lachemilla pinnata*), layu

(Trifolium amabile), sicuya (Stipaichu), cola de zorro (Chondrosium simplex), cola de ratón (Hortium muticum), kaylla (Tetraglochin cristatum), chiji (Distichlis humilis) reloj reloj “aguja aguja” (Erodium cicutarium) (Mamani, 2015).

### **3.2. Materiales**

#### **3.2.1.1. Material biológico**

- Para el presente trabajo de investigación se utilizó la semilla variedad de pimentón, Keytone.

#### **3.2.2. Material de campo**

- Platabandas de investigación
- Sustrato para almacigo
- Picotas
- Pala
- Hilo de construcción para delimitar
- Estacas de madera
- Marbetes
- Letreros de identificación
- Cinta métrica (30 m)
- Vernier
- Atomizador de (5 L.)
- Balanza analítica

### 3.2.3. Material de gabinete

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de notas
- Tablero Hojas bond
- Bolígrafos, lápices y marcadores

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Fase productiva

##### 3.3.1.1. Preparación del almácigo

Esta labor se inició armando un almaciguero de madera con una altura de 1 m y unas dimensiones de 1 x 0.70 m. La preparación del sustrato está con formada por turba, abono, arena cernida, y tierra vegetal en las siguientes proporciones.

**Cuadro 1.** Porcentaje en proporción en el almácigo

<b>INSUMOS</b>	<b>PROPORCIONES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Turba</b>	4	40%
<b>Abono</b>	2	20%
<b>Arena Fina</b>	1	10%
<b>Suelo del lugar</b>	3	30%

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

### **3.3.1.2. Preparación de la platabanda**

La preparación de sustrato para las platabandas se la realizó, con la limpieza de residuos de anterior hortaliza y otras malezas. Posteriormente se hizo la remoción del suelo a una profundidad de 50 cm, respectivamente para un buen desarrollo del cultivo de pimentón, esta labor se la realizó de forma tradicional utilizando para ello palas, picotas, rastrillos y otras herramientas necesarias.

### **3.3.1.3. Delimitación en platabandas**

Se delimitaron 3 platabandas de las cuales las medidas de largo fueron 2 m y 1 m de ancho siendo el área 2 m en consideración de las 12 unidades experimentales con el diseño completamente al azar utilizando una cinta métrica, estacas, martillo y pitas. Posteriormente con la ayuda de una picota se procedió a la demarcación y apertura de surcos en las unidades experimentales, de acuerdo a las variables planteadas en el factor densidad, para finalmente identificar las parcelas con letreros.

### **3.3.1.4. Trasplante**

El trasplante se realizó el 8 noviembre de 2020, cuando los plantines ya presentaban de 5 a 6 hojas verdaderas, alcanzando 40 días después de la germinación. Horas previas al trasplante se realizó un previo riego con abundante agua en las unidades experimentales, para facilitar el trasplante en horas de la tarde ya que había menor luminosidad y la temperatura de la carpa descendió, posteriormente con la ayuda de punzones de madera fabricados manualmente se abrieron los hoyos en cada surco a una distancia planteada, en cada uno un plantín con el cuidado de que las raíces no queden dobladas hacia arriba, para después presionar con los dedos la tierra alrededor del cuello de la plántula. Una vez concluida toda la plantación en las platabandas se procedió a regar cuidadosamente en los surcos de las parcelas para asegurar un buen prendimiento.

### **3.3.1.5. Labores culturales**

#### **3.3.1.5.1.Reposición**

No se realizó ningún refallo ya que prendieron todas las plántulas al 100% uno de los factores para que todas las plántulas prendan es el trasplante, ya que se cuida que la raíz está en perfecto estado, y sobre todo el riego.

#### **3.3.1.5.2. Riego**

Se realizó el riego frecuente en los 5 primeros días, para establecer un buen porcentaje de prendimiento de plantas, posteriormente se aplicaron riegos periódicos con una frecuencia de día por medio en la mañana y la tarde, el método de riego fue por surcos.

#### **3.3.1.5.3. Aporque**

Durante el desarrollo vegetativo la labor consistió en remover el terreno, especialmente los surcos, para aumentar tierra alrededor de los tallos profundizando así los surcos de plantación para lo cual se utilizó azadón así mismo se realizó la labor con mucho cuidado para no dañar los tallos de las plantas.

#### **3.3.1.5.4. Podas**

Se procedió a la eliminación de las hojas de tallo principal que se encuentran por debajo de la primera cruz, así como los rebrotes y ramas débiles que impedían la iluminación y ventilación del interior de la planta pues estos factores fueron importantes para una mayor floración y no tener incidencia a plagas y enfermedades.

#### **3.3.1.5.5. Deshierbes**

El control de malezas se realizó durante el ciclo del cultivo para evitar principalmente la competencia de nutrientes y el rápido crecimiento de la misma,

de esta manera evitamos que enfermedades o plagas puedan tener alguna incidencia en el cultivo.

#### **3.3.1.5.6. Otras Labores**

Se realizó las labores de prevención en el control de la plaga del minador, utilizando el producto químico de etiqueta amarilla GASARE, una dosis de aplicación de 1ml por 2 L de agua, este producto se aplicó al inicio de la incidencia de la plaga en la fase de crecimiento.

#### **3.3.1.6. Cosecha**

La primera cosecha se realizó a inicios de la primera semana de abril logrando 140 días promedio de la primera cosecha en cuanto a las características que exige el mercado, las cuales normalmente alcanza entre los 90 a 120 días después del trasplante (primera cosecha). El período de cosecha está sujeto a las condiciones climatológicas de la zona de cultivo. La cosecha se realizó con la tijera de podar y de forma manual.

Previo a la cosecha, se desinfecto la tijera así mismo las uñas deben de estar cortas y limpias para evitar daño al fruto y comprometer la inocuidad del mismo, de la misma manera se lavó y desinfecto las manos.

Para determinar el momento de la cosecha se realizó la evaluación del porcentaje de frutos pintones en base al grado de madurez alcanzado, lo cual se determinó por el color verde metálico que adquieren los frutos para luego tornarse en marrón y rojizo.

Posteriormente con la ayuda de recipientes identificados para evitar confusión, se llevó a cabo la recolección de frutos de cada parcela. La cosecha fue cuantificada con la ayuda de una balanza de precisión. El número de cosechas realizadas fue de tres veces, siguiendo similar procedimiento de recolección y evaluación en las demás cosechas o recogidas.

### 3.3.1.7. Transporte y comercialización

En esta fase del ciclo productivo se realizó de manera cuidadosa ya que se seleccionaron los pimentones en recipientes esto para que no se maltraten los frutos al ser llevados al mercado informal.

Una cierta cantidad fue vendida en la facultad de agronomía, a administrativos donde compraron el producto final con mucha satisfacción al ver los resultados de la investigación.

### 3.3.2. Diseño experimental

El diseño que se utilizó en el presente trabajo de investigación, fue el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones y se designaron al azar cada unidad experimental, para su respectiva evaluación (Ochoa, 2016).

Por lo que el modelo lineal aditivo es el siguiente:

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

Dónde:

- $Y_{ij}$  = Una observación
- $\mu$  = Media poblacional
- $\alpha_i$  = Efecto del i-esimo densidades de siembra
- $\epsilon_{ij}$  = Error experimental

### 3.3.3. Tratamientos de estudio

**Cuadro 2.** Tratamientos en estudio

<b>N° TRATAMIENTOS</b>	<b>TIPOS DE DENSIDADES</b>
T <sub>1</sub>	30 x 20 cm surco/planta
T <sub>2</sub>	30 x 25 cm surco/planta
T <sub>3</sub>	35 x 25 cm surco/planta
T <sub>0</sub>	Testigo (20 x 20)

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

### 3.3.4. Variables de respuesta

#### 3.3.4.1. Altura de planta

Se tomó registros de las alturas de planta durante todo el ciclo del cultivo desde el trasplante hasta la cosecha con el instrumento flexómetro, las mediciones se realizó desde el cuello de la planta hasta parte apical o terminal del eje central, por cada unidad experimental.

#### 3.3.4.2. Días a la floración

El estado de floración se tomó como base de 25% de floración del total del cultivo y se registró como inicio de floración cuando termino al 100% tomando en cuenta días a la floración como variable.

#### 3.3.4.3. Días de fructificación

La variable fructificación se tomó en cuenta cuando llago a un color pintón, considerando el número de frutos por cada planta, peso del fruto mediante balanza analítica (g).

#### **3.3.4.4. Número de frutos por planta**

Para esta variable se contó el número de frutos que llegaron a la madurez comercial y fueron recolectados, esta variable de respuesta se expresó en número de frutos por planta ( $N_f * pl^{-1}$ ).

#### **3.3.4.5. Peso de frutos por planta**

El peso de frutos por planta se realizó la cosecha que se realizan en el mismo predio. Estas fueron pesadas de forma individual en una balanza analítica, expresando estos valores en gramos y a los efectos de facilitar la posterior preparación para la venta.

#### **3.3.4.6. Rendimiento**

La variable rendimiento se obtuvo por el número del fruto total cosechado por cada unidad experimental, los cuales los datos se llevarán al rendimiento por superficie y posterior se llevó por hectárea teniendo como resulta en ( $T_n * ha^{-1}$ ), a partir de estos datos se pueden obtener volumen de producción por superficie producido en Toneladas.

#### **3.3.4.7. Análisis económico**

Para la determinación del análisis económico se realizó mediante el método de análisis de presupuestos parciales, desarrollado por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT). El análisis consta de tres fases básicas para llegar a recomendar los tratamientos económicamente rentables, estos son:

- **Análisis de presupuestos parciales.** - Aquí se organizan los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de cada uno de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

- **Análisis de dominancia:** Se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).
- **Tasa de retorno marginal:** Aquí solo se analizan los tratamientos no dominados. Se hace una relación entre el beneficio marginal (es decir, el aumento de beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían), expresada en un porcentaje (CIMMYT, 1988).

#### **3.3.4.8. Sistematización y análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron tabulados con el programa de computadora Excel, luego se procedió el análisis de varianza ANVA mediante el programa de SAS 9.2. A partir de ese análisis se realizó tablas de ANVA e histogramas para la interpretación de datos y se verifico si existió significancia en las variables de respuesta de la investigación.

#### **3.3.4.9. Prueba de hipótesis**

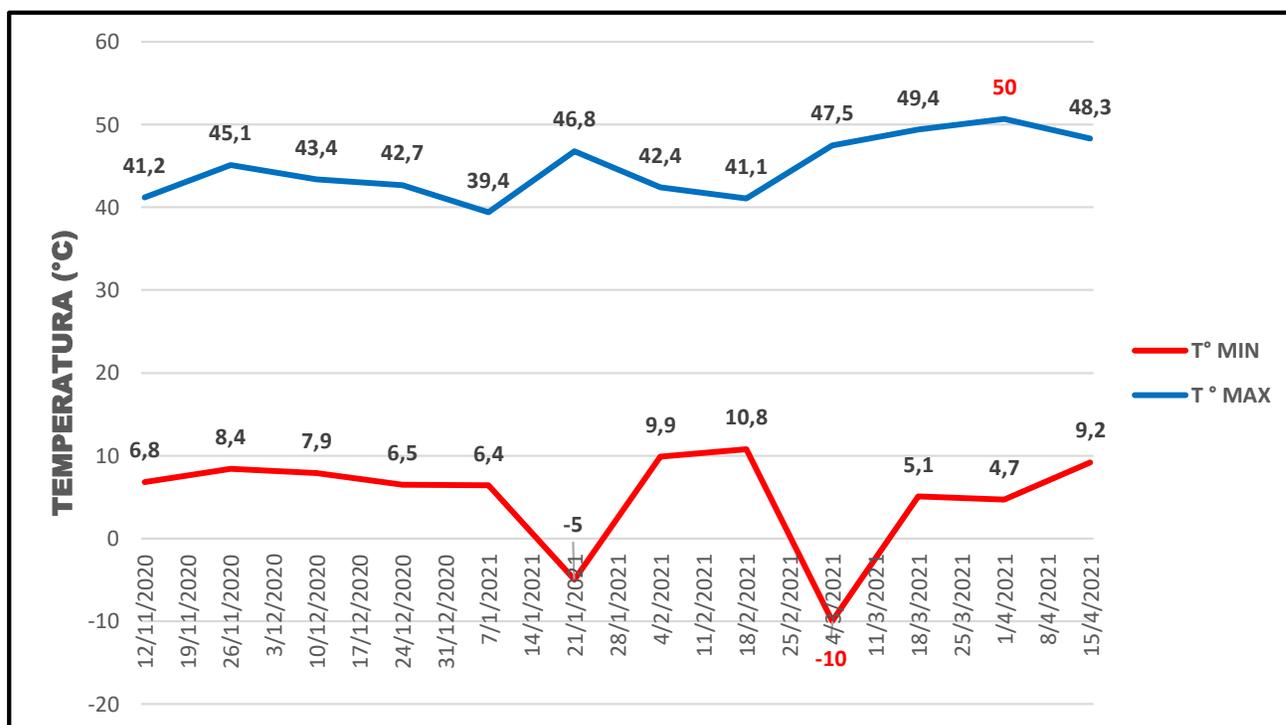
Estadísticamente la prueba de hipótesis indica según Ochoa (2009), una  $P < 0,05$  significa que la hipótesis es nula por lo que resulta significativo, en cambio sí una  $P < 0,05$  no demuestra que la hipótesis nula es verdadera por lo que el resultado es no significativo. A la vez se puede obtener una hipótesis con un valor de  $P < 0,01$  esto nos demuestra que es un valor altamente significativo.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados evaluados en el presente trabajo de investigación, comparando la aplicación de diferentes abonos orgánicos, bajo la aplicación de diferentes tratamientos.

### 4.1. Comportamiento climático de la carpa solar

#### 4.1.1. Temperatura en el periodo de la investigación



**Gráfico 1.** Temperatura registrada durante el periodo del estudio en la carpa solar (Elaboración propia, 2021)

En el gráfico 1, se observa las temperaturas registradas durante el periodo de estudio este el trasplante de pimentón hasta la tercera cosecha de las plantas del pimentón, que mostró una temperatura máxima de 50,7 °C en la fecha de 1 de abril de 2021 en la carpa solar; también una temperatura mínima de -10 °C en la carpa solar en la fecha de 04 de marzo de 2021, por las bajas temperaturas y la época seca del lugar del trabajo de investigación.

Para Huerres (2008), el crecimiento vegetativo es óptimo cuando las temperaturas son de 20-26 °C., a temperaturas por debajo de 13 °C, las plantas no se desarrollan. La apertura de la flor y el cuajado del fruto es óptimo entre 18 y 26 °C en plantas jóvenes y de 12 a 26 °C en plantas adultas, cuando se exponen a temperaturas por debajo de 6 °C las yemas florales se caen y se detiene el crecimiento. La germinación de las semillas es muy lenta a bajas temperaturas y no se produce por debajo de 10 °C.

## 4.2. Variables agronómicas

### 4.2.1. Altura de planta

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para altura de planta

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	282.25	94.08	94.56 **
<b>Error</b>	8	7.96	0.96	
<b>Total</b>	11	290.21		
<b>C.V.</b>	1.53%			

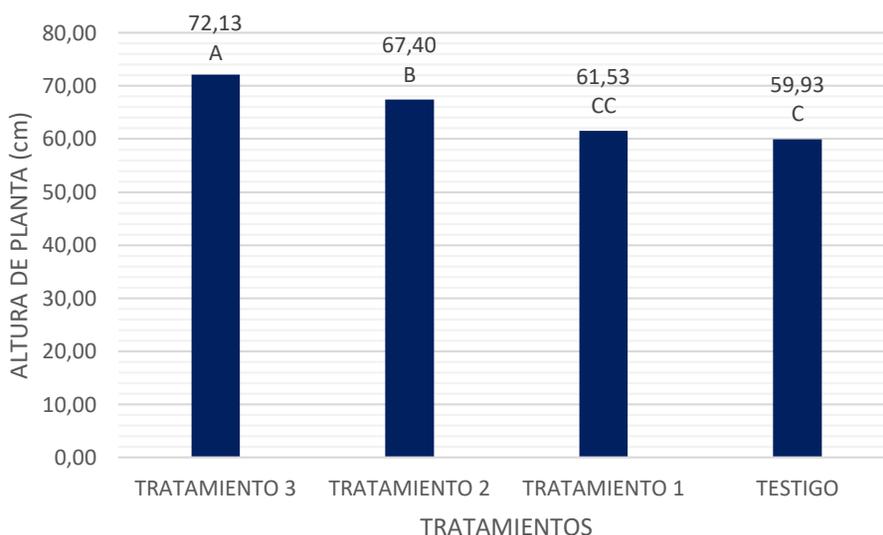
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 3, se observa el análisis de varianza para la altura de planta, un coeficiente de variación de 1.53%, esto indica que los datos tomados en campo son confiables, está en los rangos permitidos estadísticamente (Ochoa, 2016).

El Cuadro 3, se observa la comparación entre los tratamientos se obtuvieron diferencias altamente significativas; esto indica, que uno de los tratamientos en el crecimiento y desarrollo de la planta asimiló más rápido con la aplicación de diferentes densidades y se procedió la comparación con la Prueba de Duncan al 5%.

#### 4.2.1.1. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para altura de planta



**Gráfico 2.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de altura de planta (Elaboración propia, 2021)

Se muestra en la Gráfico 2, la prueba Duncan (5%), para la altura de planta, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos y se procedió la comparación de medias. La densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró mayor altura de planta, alcanzando 72.13 cm, mostrando un rápido crecimiento, seguido por (30 x 25 cm) con un valor de 67.40 cm, y los que obtuvieron la menor altura de planta fueron las densidades de siembra de (30 x 20 cm) y (20 x 20 cm), resultando ser iguales estadísticamente, con 61.53 cm y 59.93 cm respectivamente, causando el bajo crecimiento de la planta del pimentón.

Con relación al crecimiento en altura del pimentón Holguín (2002), indica que la variedad Keystone tiene un tallo erecto y ramificado que se convierte en casi leñoso, el crecimiento en altura de la plata es de 70 – 80 cm.

Según PETOSEED (2006) citado por Pérez (2008), indica que la variedad Mercury adquiere una altura de 46 - 61 cm. Sin embargo, no se especifica bajo qué condiciones; ya que el sistema bajo el cual se produce el pimentón en países desarrollados requiere de una alta tecnología, razón por la cual se presentarían estas diferencias.

#### 4.2.2. Días de floración

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para días de floración

FV	GL	SM	CM	F cal
<b>Tratamientos</b>	3	589.67	196.56	117.93 **
<b>Error</b>	8	13.33	1.67	
<b>Total</b>	11	603.00		
<b>C.V.</b>	1.67%			

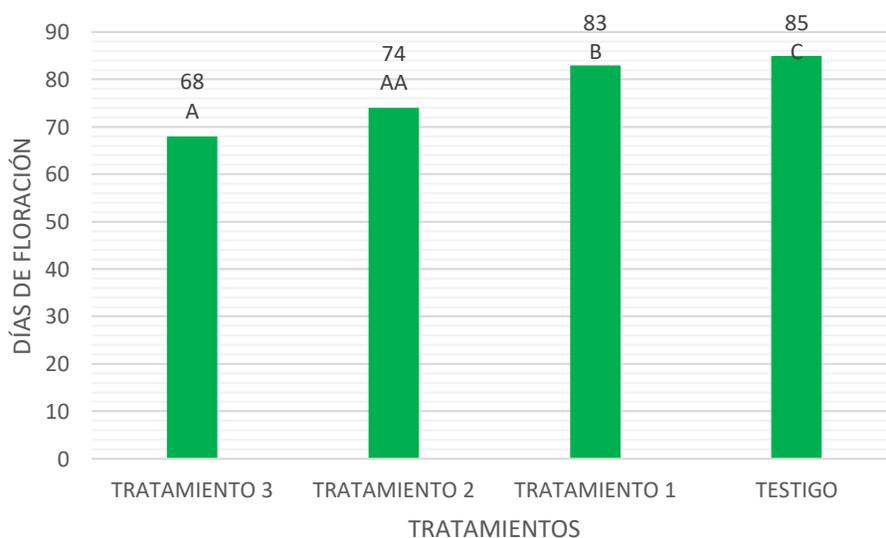
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 4, se muestra la variable de respuesta de días de floración con un coeficiente de variación de 1.67%, estadísticamente es menor al 30%, se encuentra en los rangos permitidos (Ochoa, 2016).

Se muestra el análisis de varianza para días de floración, en la comparación entre los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas; esto nos indica, que uno de los tratamientos sobresalió y ayudó en los días de floración del pimentón.

##### 4.2.2.1. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para días de floración



**Gráfico 3.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de días de floración (Elaboración propia, 2021)

Se muestra en la Gráfico 3, la prueba Duncan (5%), para días de floración, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos y se procedió la comparación de medias. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad de días de floración, alcanzando 68 días, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 74 días de floración, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 83 días de floración, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 85 días de floración, obtuvo mayor días de floración, dando un desarrollo más lento en los días de floración en las plantas de pimentón.

Pérez (2008), indica que en los resultados obtenidos de su trabajo de investigación en su estudio la variedad California Wonder obtuvo un promedio de 45 días, 44 días para la variedad Yolo Wonder y de 43 días para la variedad Mercury, además menciona que no se registró diferencias significativas entre variedades y densidades atribuyendo que las condiciones del suelo en las takanas y las características fenotípicas de los plantines de pimentón en el momento del trasplante no se tuvo homogeneidad. Con respecto a los datos obtenidos en su estudio si se registró una diferencia entre tratamientos siendo 60 y 74 días desde el trasplante hasta la floración.

#### 4.2.3. Días de fructificación

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para días de fructificación

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	107	35.67	61.14 **
<b>Error</b>	8	4.67	0.58	
<b>Total</b>	11	11.,67		
<b>C.V.</b>	0,91%			

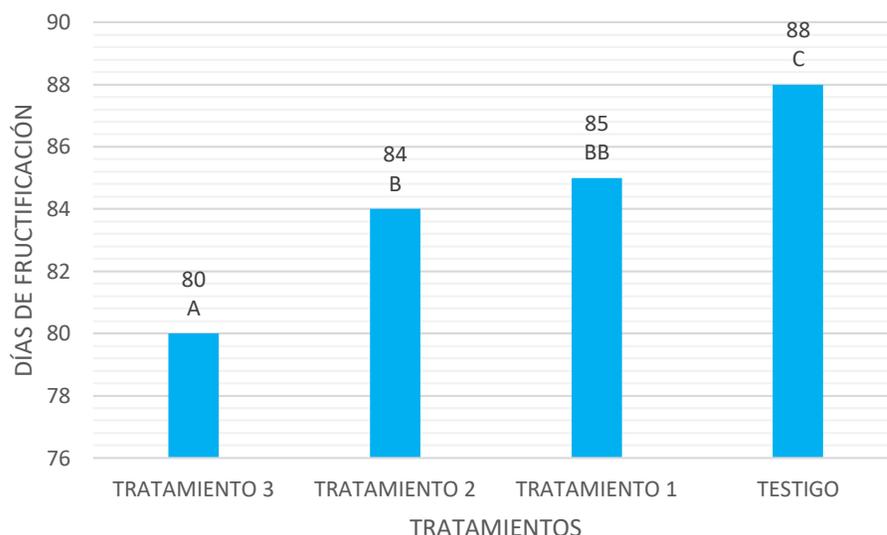
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 5, se muestra la variable de respuesta de días de fructificación con un coeficiente de variación de 0.91%, estadísticamente es menor al 30%, se encuentra en los rangos permitidos (Ochoa, 2016).

Se muestra el análisis de varianza para días de fructificación, en la comparación entre los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas; esto nos indica, que uno de los tratamientos sobresalió y ayudó en los días de fructificación en las plantas del pimentón.

#### 4.2.3.1. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para días de fructificación



**Gráfico 4.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de días de fructificación (Elaboración propia, 2021)

En la Gráfico 4, se muestra la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para días de fructificación, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad de días de fructificación, alcanzando 80 días, obteniendo un buen desarrollo de los frutos con esta densidad aplicada en el este diseño experimental, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 84 días de fructificación, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 85 días de fructificación, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor

de 88 días de fructificación, obtuvo mayor días de fructificación, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

Pérez (2008), en su estudio obtuvo datos donde existe una diferencia de días entre variedades como la variedad Yolo Wonder con un promedio de 85 días, es el que presenta un tiempo más corto desde el trasplante hasta la maduración frente a los 95 días de la California Worder y los 99 días de la Mercury que es la que más tardo en madurar. En el presente trabajo se asemeja a los días de floración con un promedio de 85 días, lo cual significa que en menos días ya se pudo tener el 50% de fructificación.

#### 4.2.4. Números de días a la primera cosecha

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para números de días a la primera cosecha

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	352.33	117	70.47 **
<b>Error</b>	8	13.33	1.67	
<b>Total</b>	11	365.67		
<b>C.V.</b>	0.94%			

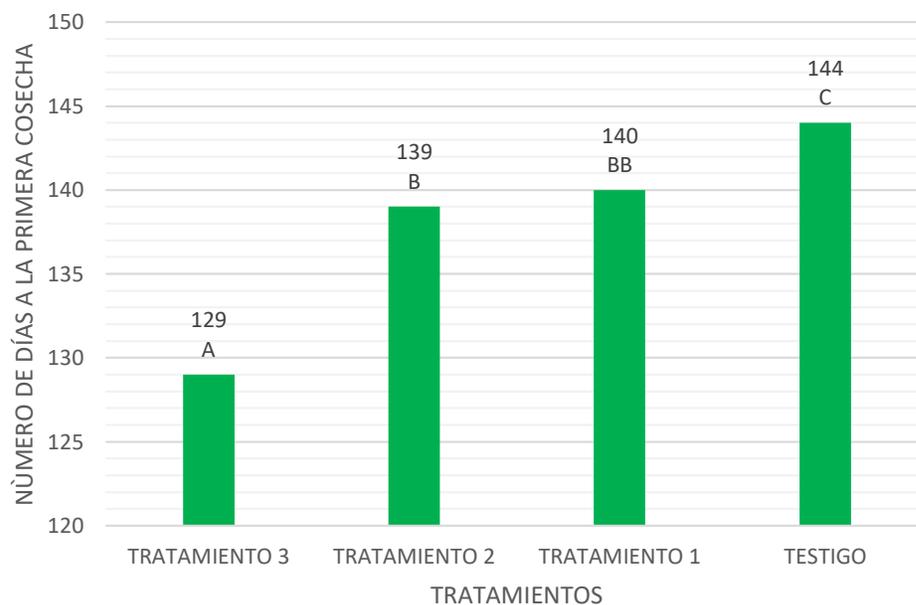
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 6, se muestra la variable de respuesta de números de días a la primera cosecha con un coeficiente de variación de 0.94%, estadísticamente es menor al 30%, se encuentra en los rangos permitidos (Ochoa, 2016).

Se muestra el análisis de varianza para números de días a la primera cosecha, en la comparación entre los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas; esto nos indica, que uno de los tratamientos sobresalió y ayudó en los números de días a la primera cosecha en las plantas del pimentón.

#### 4.2.4.1. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para números de días a la primera cosecha



**Gráfico 5.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de días a la primera cosecha (Elaboración propia, 2021)

En la Gráfico 5, se muestra la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para números de días a la primera cosecha, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad números de días a la primera cosecha, alcanzando 129 días, obteniendo un buen desarrollo de los frutos con esta densidad aplicada en el este diseño experimental, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 139 días a la primera cosecha, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 140 días a la primera cosecha, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 144 días a la primera cosecha, obtuvo mayor números de días a la primera cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

#### 4.2.5. Números de días a la segunda cosecha

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para números de días a la segunda cosecha

FV	GL	SM	CM	F cal
<b>Tratamientos</b>	3	99.58	33.19	79.67**
<b>Error</b>	8	3.33	0.42	
<b>Total</b>	11	102.92		
<b>C.V.</b>	4.43%			

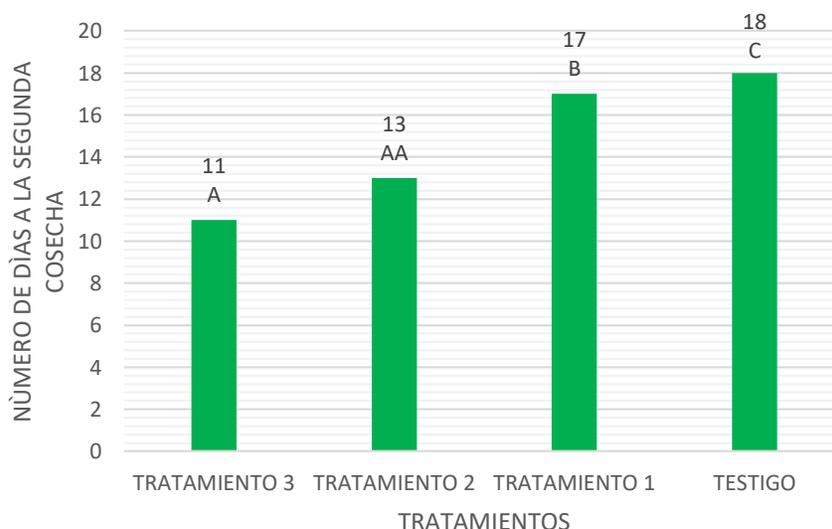
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 7, se muestra la variable de respuesta de números de días a la segunda cosecha con un coeficiente de variación de 4.43%, estadísticamente es menor al 30%, se encuentra en los rangos permitidos (Ochoa, 2016).

Se muestra el análisis de varianza para números de días a la segunda cosecha, en la comparación entre los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas; esto nos indica, que uno de los tratamientos sobresalió y ayudó en los números de días a la segunda cosecha en las plantas del pimentón.

#### 4.2.5.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para números de días a la segunda cosecha



**Gráfico 6.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de días a la segunda cosecha (Elaboración propia, 2021)

En la Gráfico 6, se muestra la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para números de días a la segunda cosecha, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad números de días a la segunda cosecha, alcanzando 11 días, obteniendo un buen desarrollo de los frutos con esta densidad aplicada en el este diseño experimental, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 13 días a la segunda cosecha, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 17 días a la segunda cosecha, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 18 días a la segunda cosecha, obtuvo mayor números de días a la segunda cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

#### 4.2.6. Números de días a la tercera cosecha

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para números de días a la tercera cosecha

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	96	32	64 **
<b>Error</b>	8	4	0.5	
<b>Total</b>	11	100		
<b>C.V.</b>	4.71%			

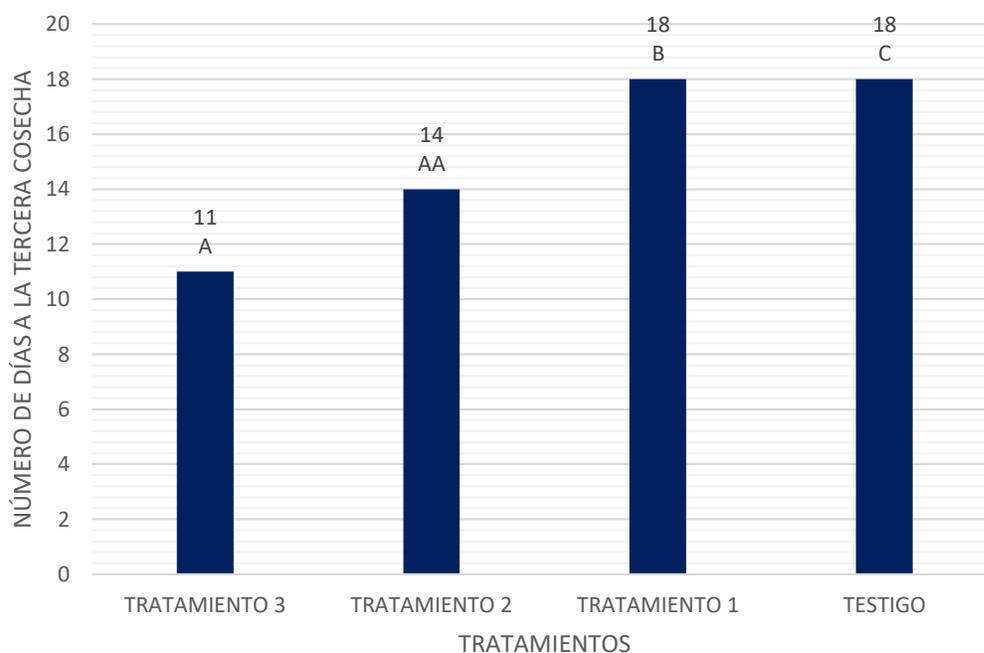
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 8, se muestra la variable de respuesta de números de días a la tercera cosecha con un coeficiente de variación de 4.71%, estadísticamente es menor al 30%, se encuentra en los rangos permitidos (Ochoa, 2016).

Se muestra el análisis de varianza para números de días a la tercera cosecha, en la comparación entre los tratamientos se obtuvo diferencias altamente significativas; esto nos indica, que uno de los tratamientos sobresalió y ayudó en los números de días a la tercera cosecha en las plantas del pimentón.

#### 4.2.6.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para números de días a la tercera cosecha



**Gráfico 7.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de días a la tercera cosecha (Elaboración propia, 2021)

En la Gráfico 7, se muestra la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para números de días a la tercera cosecha, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad números de días a la tercera cosecha, alcanzando 11 días, obteniendo un buen desarrollo de los frutos con esta densidad aplicada en el este diseño experimental, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 14 días a la tercera cosecha, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 18 días a la tercera cosecha, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 18 días a la tercera cosecha, obtuvo mayor números de días a la tercera cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

#### 4.2.7. Números de frutos por planta en la primera cosecha

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para números de frutos por planta en la primera cosecha

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	32.25	10.75	21.50**
<b>Error</b>	8	4	0.5	
<b>Total</b>	11	36.25		
<b>C.V.</b>	14.89%			

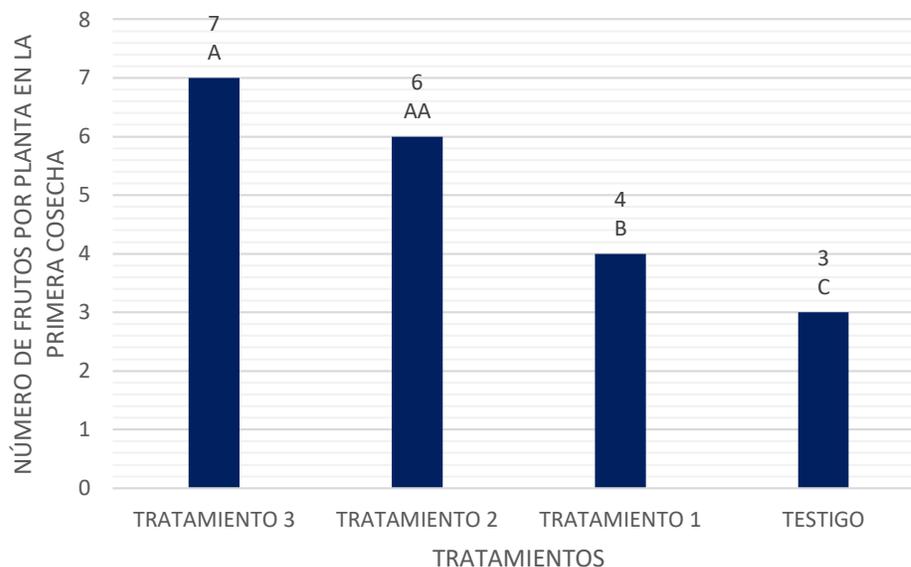
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 9, se observa el análisis de varianza para números de frutos por planta en la primera cosecha, un coeficiente de variación de 14.89 %, esto indica que los datos tomados en campo son confiables, está en los rangos permitidos estadísticamente (Ochoa, 2016).

El Cuadro 9, se observa la comparación entre los tratamientos se obtuvieron diferencias altamente significativas; esto indica, que uno de los tratamientos en el número de frutos por planta asimiló más rápido en el crecimiento y desarrollo de los frutos con la aplicación de diferentes densidades y se procedió la comparación con la Prueba de Duncan al 5%.

#### 4.2.7.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para números de frutos por planta en la primera cosecha



**Gráfico 8.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de frutos por planta en la primera cosecha (Elaboración propia, 2021)

En la Gráfico 8, se muestra la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para números de frutos por planta en la primera cosecha, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la mayor cantidad de frutos de pimentón, alcanzando un valor de 7 frutos por planta, obteniendo un buen desarrollo y crecimiento, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 6 frutos por planta, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 4 frutos por planta, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 3 frutos por planta, obtuvo el menor número de frutos en la primera cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

Según Pérez (2008), señalan que la cosecha de frutos verdes representa un mayor beneficio y mucho más seguro para los agricultores ya que el dejar enrojecer o amarillear (madurez completa) los frutos en la planta, representa un riesgo de podredumbre, ataque de insectos.

#### 4.2.8. Números de frutos por planta en la segunda cosecha

**Cuadro 10.** Análisis de varianza para números de frutos por planta en la segunda cosecha

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	22	7.33	29.33 **
<b>Error</b>	8	2	0.25	
<b>Total</b>	11	24		
<b>C.V.</b>	12.50%			

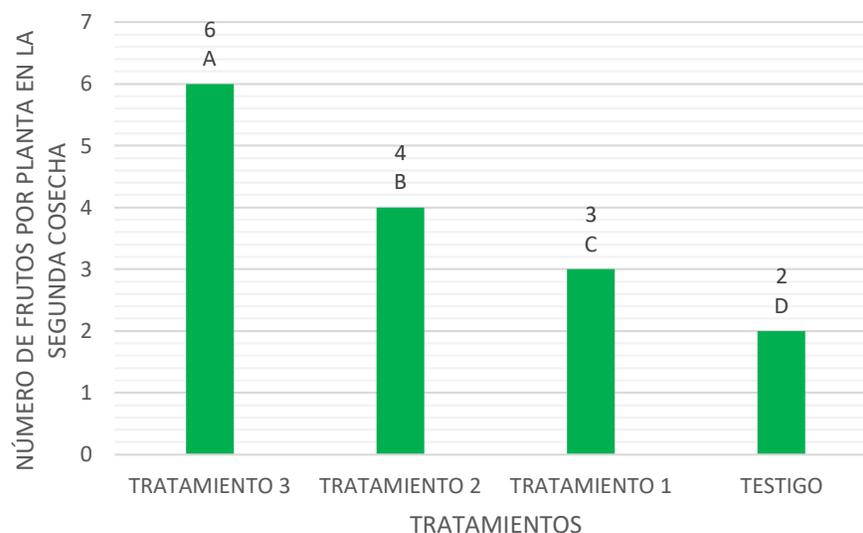
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 10, se observa el análisis de varianza para números de frutos por planta en la segunda cosecha, un coeficiente de variación de 12.50%, esto indica que los datos tomados en campo son confiables, está en los rangos permitidos estadísticamente (Ochoa, 2016).

El Cuadro 10, se observa la comparación entre los tratamientos se obtuvieron diferencias altamente significativas; esto indica, que uno de los tratamientos en el número de frutos por planta asimiló más rápido en el crecimiento y desarrollo de los frutos con la aplicación de diferentes densidades y se procedió la comparación con la Prueba de Duncan al 5%.

#### 4.2.8.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para números de frutos por planta en la segunda cosecha



**Gráfico 9.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de frutos por planta en la segunda cosecha (Elaboración propia, 2021)

Se muestra en la Grafico 9, la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para números de frutos por planta en la segunda cosecha, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la mayor cantidad de frutos de pimentón, alcanzando un valor de 6 frutos por planta, obteniendo un buen desarrollo y crecimiento en los frutos, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 4 frutos por planta, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 3 frutos por planta, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 2 frutos por planta, obtuvo el menor número de frutos en la cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

Según Pérez (2008), señala que la cosecha de frutos verdes representa un mayor beneficio y mucha más seguro para los agricultores ya que el dejar enrojecer o amarillear (madurez completa) los frutos en la planta, representa un riesgo de podredumbre, ataque de insectos.

#### 4.2.9. Números de frutos por planta en la tercera cosecha

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para números de frutos por planta en la tercera cosecha

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	40.25	13.42	40.25**
<b>Error</b>	8	2.67	0.33	
<b>Total</b>	11	42.92		
<b>C.V.</b>	11.36%			

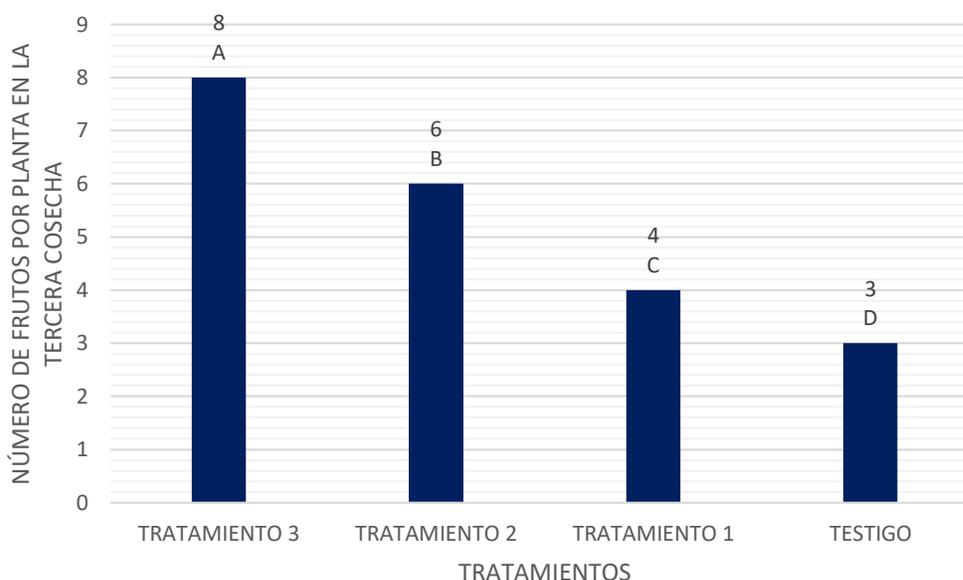
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 11, se muestra la variable de respuesta de números de frutos por planta en la tercera cosecha con un coeficiente de variación de 11.36%, estadísticamente es menor al 30%, se encuentra en los rangos permitidos (Ochoa, 2016).

El Cuadro 11, se observa la comparación entre los tratamientos se obtuvieron diferencias altamente significativas; esto indica, que uno de los tratamientos en el número de frutos por planta asimiló más rápido en el crecimiento y desarrollo de los frutos con la aplicación de diferentes densidades y se procedió la comparación con la Prueba de Duncan al 5%.

#### 4.2.9.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para números de frutos por planta en la tercera cosecha



**Gráfico 10.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de números de frutos por planta en la tercera cosecha (Elaboración propia, 2021)

Se muestra en la Gráfico 10, la comparación de medias con la prueba Duncan (5%), para números de frutos por planta en la tercera cosecha, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la mayor cantidad de frutos de pimentón, alcanzando un valor de 8 frutos por planta, obteniendo un buen desarrollo y crecimiento en los frutos, seguido por el tratamiento 2 resultando el segundo de obtener uno de los mejores resultados con una densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 6 frutos por planta, seguido del tratamiento 1 con la densidad de siembra de (30 x 20 cm) con un valor de 4 frutos por planta, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 3 frutos por planta, obtuvo el menor número de frutos en la cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.

Según Pérez (2008), señalan que la cosecha de frutos verdes representa un mayor beneficio y mucha más seguro para los agricultores ya que el dejar enrojecer o amarillear (madurez completa) los frutos en la planta, representa un riesgo de podredumbre, ataque de insectos.

#### 4.2.10. Peso de frutos por planta

**Cuadro 12.** Análisis de varianza para peso de frutos por planta

FV	GL	SM	CM	F cal
<b>Tratamientos</b>	3	35997,81	11999,27	359,14**
<b>Error</b>	8	267,29	33,41	
<b>Total</b>	11	362265,10		
<b>C.V.</b>	2,95%			

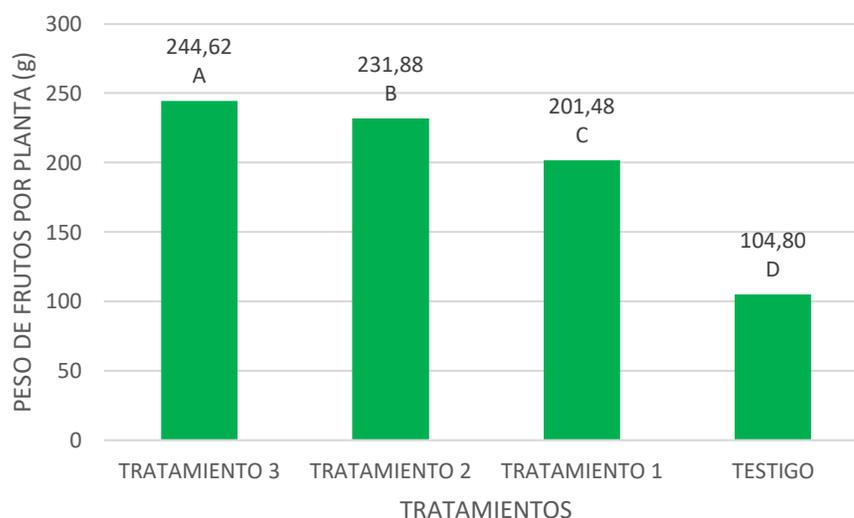
\*\*Altamente significativo ( $p < 0.01$ ), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 12, se observa el análisis de varianza para peso de frutos por planta, un coeficiente de variación de 2.95%, esto indica que los datos tomados en campo son confiables, está en los rangos permitidos estadísticamente (Ochoa, 2016).

El Cuadro 12, se observa la comparación entre los tratamientos se obtuvieron diferencias altamente significativas; esto indica, que uno de los tratamientos en el peso de fruto asimiló más rápido con la aplicación de diferentes densidades y se procedió la comparación con la Prueba de Duncan al 5%.

#### 4.2.10.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para peso de frutos por planta



**Gráfico 11.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de peso de frutos por planta (Elaboración propia, 2021)

Se muestra en la Gráfico 11, la prueba Duncan (5%), para el peso de frutos por planta, mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos y se procedió la comparación de medias. La densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró mayor peso de frutos por planta, alcanzando 244.62 g, mostrando un rápido peso, seguido por la densidad de (30 x 25 cm) con un valor de 231.88 g, la densidad de siembra de (30 x 20 cm) obtuvo con un valor de 201.48 g, y la densidad de siembra de (20 x 20 cm), resultando menor peso estadísticamente, con 104.80 g, falta de macronutrientes, causando el bajo peso de la planta del pimentón.

Según Quiroz (2013), manifiesta que el rendimiento por planta tanto en fruto como en peso, depende de la variedad y de la fase de maduración en que se recolecta, en su trabajo de investigación muestra casi resultados similares se observa la diferencia entre tratamientos entre la variedad California wonder 300 y la Mercury de 1,42 kg, lo que indica que estadísticamente existe una diferencia entre las dos variedades y nos refleja los rendimientos obtenidos por cada variedad.

#### 4.2.11. Rendimiento (Tn \* ha<sup>-1</sup>)

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para rendimiento (Tn/ ha<sup>-1</sup>)

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>F cal</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.03	0.012	106.66**
<b>Error</b>	8	0.00087	0.0001	
<b>Total</b>	11	0.036		
<b>C.V.</b>	2.29%			

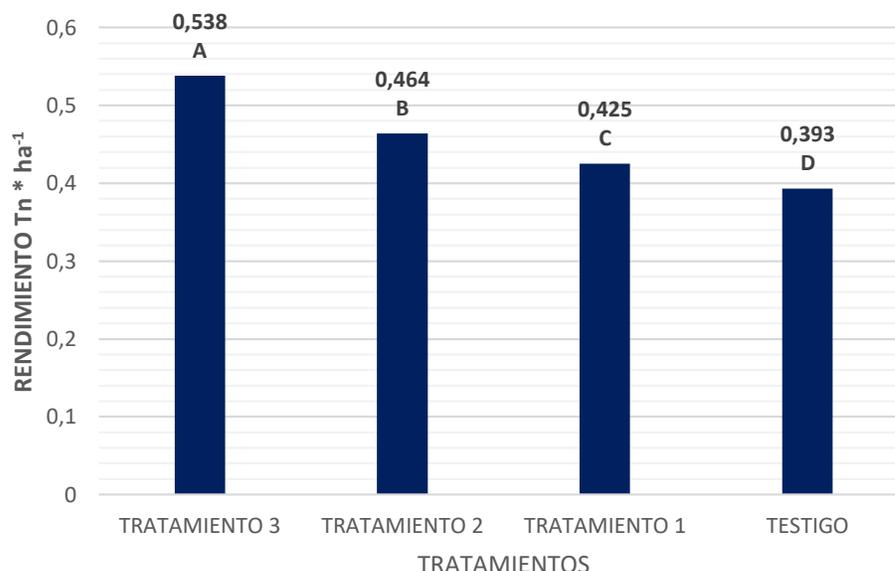
\*\*Altamente significativo (p < 0.01), \* Significativo al nivel de 0.05, NS = No significativo

**Fuente:** Elaboración propia (2021)

En el Cuadro 13, se observa el análisis de varianza para rendimiento (tn \* ha<sup>-1</sup>), un coeficiente de variación de 2.29%, esto indica que los datos tomados en campo son confiables, está en los rangos permitidos estadísticamente (Ochoa, 2016).

El Cuadro 13, se observa la comparación entre los tratamientos se obtuvieron diferencias altamente significativas; esto indica, que uno de los tratamientos en la variable del rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ ), obtuvo un mejor comportamiento con la aplicación de diferentes densidades y se procedió la comparación con la Prueba de Duncan al 5%.

#### 4.2.11.2. Comparación de medias (Prueba de Duncan), para rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ )



**Gráfico 12.** Prueba de Duncan (5%), comparación de medias de rendimiento  
(Elaboración propia, 2021)

Se muestra en la Gráfico 12, la prueba Duncan (5%), para la variable rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ ), mostró alta diferencia significativa entre los tratamientos y se procedió la comparación de medias. El tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró el mejor rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ ), alcanzando un valor de 0.538  $Tn * ha^{-1}$ , mostrando un mejor comportamiento agronómico, seguido del tratamiento 2 de la densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 0.464 ( $Tn * ha^{-1}$ ), seguido del tratamiento 1 de la densidad de siembra (30 x 20 cm) con un valor de 0.425 ( $Tn * ha^{-1}$ ) y el testigo obtuvo el menor rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ ) estadísticamente con una

densidad de siembra (20 x 20 cm), con un valor 0.393 (Tn \* ha<sup>-1</sup>), causando el bajo rendimiento en las plantas del pimentón.

Según Quiroz (2013), indica que, en trabajo de investigación, su análisis económico presentado se observa los tratamientos analizados según los factores empleados, como ser variedades y poda, este resultado obtenido en el beneficio / costo, existiendo ganancia en la variedad California wonder 300 en el testigo 1.30 B/C y el tratamiento de 4 ejes con un valor 1.12, el tratamiento 2 ejes con un valor 0.98 este último tratamiento presenta un bajo rendimiento.

### 4.3. Variables económicas

#### 4.3.10. Análisis económico

La evaluación económica se realizó siguiendo el método de presupuestos parciales CIMMYT (1988), el cual se adecuó a las características de la investigación experimental.

- **Análisis de presupuestos parciales:** en el cuadro 14 se observa que el tratamiento con mayor beneficio neto fue el tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta) con 2.06 Bs (beneficio neto).

**Cuadro 14.** Beneficio/Costo

TRATAMIENTO	RDTO ton/ha	RDTO AJUSTADO (Tn * ha <sup>-1</sup> )	BENEFICIO BRUTO	TOTAL COSTOS	BENEFICIO NETO	B/C
T1	0.425	0.383	7652.19	5115	2537.19	1.50
T2	0.464	0.417	8347.75	4975	3372.748333	1.68
T3	0.538	0.484	9687.01	4695	4992.008833	2.06
T4	0.393	0.354	7073.64	5255	1818.64375	1.35

**Fuente:** (Elaboración propia, 2021)

En la segunda columna del cuadro se puede observar el rendimiento medio de frutos de pimentón producidos por cada tratamiento donde se puede mostrar que existe un mayor rendimiento medio con el tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta) con un rendimiento de  $0.538 \text{ Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$ , seguido del tratamiento 2 (30 x 25 cm surco/planta) con  $0.464 \text{ Tn} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

En la tercera columna se observa el rendimiento ajustado donde se realiza un ajuste del rendimiento medio para todo el tratamiento, se ajustó el rendimiento obtenido con un 10% de decremento al rendimiento observado con el fin de eliminar la sobre estimación del ensayo y reflejar la diferencia entre el experimento realizado con la del agricultor, los cuales siempre van a ser superiores a los de este, según a las recomendaciones de (CIMMYT, 1988).

La cuarta columna del cuadro 14, presenta los beneficios brutos de campo que se obtuvo de los rendimientos ajustados por el precio de venta de los plantines, una vez descontados los gastos de producción, es así que se obtuvo un mayor beneficio bruto con el tratamiento que presentó un mayor rendimiento (T3), siendo el precio de venta del producto para los tratamientos de 20 Bs/kilo.

En la quinta columna se observa el total de los costos variables para los tratamientos, se puede observar que en el cuadro 14 que el máximo beneficio neto alcanzado fue para el tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta), que logró un beneficio de 4992 Bs.

En la sexta columna se observa la relación beneficio costo B/C, donde se observa que el tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta), obtuvo el mayor beneficio de 2.06 Bs lo que nos indica que por cada boliviano invertido para la producción se gana 1.06 Bs, siendo este el tratamiento más rentable.

## 5. CONCLUSIONES

En relación a los objetivos específicos en la presente investigación y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), las variables agronómicas resultaron altamente significativas por el efecto evaluación agronómica del pimentón (*Capsicum annuum* L. var. Keystone) con diferentes densidades de siembra en ambientes atemperados en la Estación Experimental de Kallutaca.
- El efecto de las diferentes densidades aplicadas en el cultivo de pimentón concluye que: las diferencias de densidades de siembra tuvieron efecto en el cultivo, por lo que se puede afirmar que cada densidad generó un efecto distinto en cada planta.
- La mejor densidad de siembra que se pudo observar fue del tratamiento T3 (35 x 25 cm surco/planta) en las siguientes variables se responde.
- La variable agronómica altura de planta, la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró mayor altura de planta, alcanzando 72.13 cm, mostrando un rápido crecimiento, los que obtuvieron la menor altura de planta fueron las densidades de siembra de (30 x 20 cm) y (20 x 20 cm), resultando ser iguales estadísticamente, con 61.53 cm y 59.93 cm respectivamente, causando el bajo crecimiento de la planta del pimentón.
- La variable agronómica días de floración, el tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad de días de floración, alcanzando 68 días, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 85 días de floración, obtuvo mayores días de floración, dando un desarrollo más lento en los días de floración en las plantas de pimentón.

- La variable agronómica días de fructificación, el tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad de días de fructificación, alcanzando 80 días, obteniendo un buen desarrollo de los frutos con esta densidad aplicada en el este diseño experimental, y el testigo (20 x 20 cm) con un valor de 88 días de fructificación, obtuvo mayores días de fructificación, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.
- La variable agronómica número de días en la primera, segunda y tercera cosecha, el tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la menor cantidad de días, obteniendo un buen desarrollo, y el testigo (20 x 20 cm) obtuvo el mayor número de días en las tres cosechas ya mencionadas, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón.
- La variable agronómica peso de fruto por planta, la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró mayor peso de frutos por planta, alcanzando 244.62 g, mostrando un rápido peso, seguido por la densidad de (30 x 25 cm) con un valor de 231.88 g, la densidad de siembra de (30 x 20 cm) obtuvo con un valor de 201.48 g, y la densidad de siembra de (20 x 20 cm), resultando menor peso estadísticamente, con 104.80 g, falta de macronutrientes, causando el bajo peso de la planta del pimentón.
- La variable agronómica número de frutos por planta en la primera, segunda y tercera cosecha, el tratamiento 3 de la densidad de siembra (35 x 25 cm) mostró la mayor cantidad de frutos de pimentón, obteniendo un buen desarrollo y crecimiento, y el testigo (20 x 20 cm) obtuvo el menor número de frutos en la primera cosecha, dando un desarrollo más lento en los frutos del pimentón, seguido del tratamiento 2 de la densidad de siembra (30 x 25 cm) con un valor de 0.464 ( $Tn * ha^{-1}$ ), seguido del tratamiento 1 de la densidad de siembra (30 x 20 cm) con un valor de 0.425 ( $Tn * ha^{-1}$ ) y el testigo obtuvo el menor rendimiento ( $Tn * ha^{-1}$ ) estadísticamente con una densidad de siembra (20 x 20

cm), con un valor 0.393 (Tn \* ha<sup>-1</sup>), causando el bajo rendimiento en las plantas del pimentón.

- El análisis de costos parciales indica que el tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta), obtuvo el valor con más alto beneficio neto (2,06 Bs) y el beneficio costo 1,50 Bs.
- Finalmente se concluye que utilizar diferentes densidades de siembra permitirá tener un mejor resultado en cuanto al comportamiento agronómico del cultivo de pimentón, generando condiciones más adecuadas y brindando resultados más favorables para la producción.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo de investigación sobre la evaluación de diferentes densidades de siembra, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

- Hacer uso del tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta), de la cual se obtuvo los resultados más significativos en las diferentes variables de respuesta.
- Es recomendable continuar las investigaciones con referencia a las diferentes densidades de siembra, en otros cultivos ya que presento diferencias significativas al resto de los tratamientos.
- Realizar trabajos similares en otras regiones y si es posible en campo abierto.
- Por presentar económicamente un valor favorable a comparación de los demás tratamientos, se recomienda hacer el uso del tratamiento 3 (35 x 25 cm surco/planta) siendo que esta densidad tubo mejor rendimiento.
- Desde el punto de vista económico, se sugiere utilizar la variedad Keystone ya que fue la que más rentable fue en la investigación en carpa solar en la localidad de Kallutaca.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Aldabe D. 2014. Producción de hortalizas en Uruguay. Montevideo, UR. Epsilon. p. 220-227.
- Aldana, A. 2010. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola 2. 2 ed. Bogotá. CO. Panamericana formas e impresos. p. 304 - 306.
- Avilla, J. 2009. La producción integrada en Europa. Frut. Profesional, 112: 7-9.
- Blanco, W. 2012. <http://agriculturaurbanaagroumsa.blogspot.com/> (Consultado: 30 de septiembre 2021).
- Carita, E. 2014. Biotransformación de residuos de la hoja de coca (*Erythroxylum coca*) mediante vermicompostaje en el Centro Experimental de Kallutaca Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UPEA. 147 p.
- Casilimas, H. 2012. Manual de producción de pimentón bajo invernadero. Bogota Jorge Tadeo Lozano. 202 p.
- CIMMYT. 1998. Manual metodológico de evaluación económica. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Mexico D.F., 79 p.
- Chipana, A. 2021. Efecto de la aplicación de diferentes abonos orgánicos en plantines de la estevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) en el vivero forestal de Kallutaca. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UPEA. 141 p.
- FAO, 2015. (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Disponible en: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S> (Consultado: 20 de septiembre 2021)
- Flores, G. 2006. Invernaderos construcción y manejo. Ediciones Ripalme E.I.R.L. Lima, Perú, pp 9 – 10 – 12; 13 – 35. HUERRES, P. C. y CARABALLO, L. N. 2006. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación. Habana, Cuba, pp 193.

- Fersini, H. 2010. Invernaderos. Ediciones Macdalena E.M.D.L Lima, Perú, pp 10 – 11 – 15; 17 – 35. P. C. y CARABALLO, L. N. 2002. Horticultura. Editorial Pueblo y Educación, pp 199.
- Goites, E. 2017. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210764.pdf> (Consultado: 30 de septiembre 2021).
- Huerres, N. 2008. Horticultura. Primera reimpresión. Editorial pueblo y educación. Ciudad de la Habana, Cuba, pp 3 – 7 – 9; 17 – 18; 37 – 51.
- Holguin M. 2002. Estudio de perfectibilidad para la producción de pimiento en la Península de Santa Elena Ecuador p. 53-54.
- HORTOINFO. (17 de Mayo de 2017). *Diario Digital de Actualidad Hortofruticula*. Recuperado el 18 de 10 de 2021, de <https://www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/6011-inf-pim-2017>.
- INFOAGRO. 2012. El cultivo de pimiento. en línea. Consultado el 24 may 2004.
- ICA. 2012. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. <http://www.ica.gov.co/getattachment/e16a4b6e-d0fa-49da-a400-dc31e40fe643/-nbsp; Manejo-fitosanitario-del-cultivode-hortaliz.aspx>.
- Jaramillo, J. 2006. Recomendaciones para el cultivo de pimentón en el Valle del Cauca. fn: Instituto Colombiano Agropecuario. Guía para la produodón de hortalizas. 1988. p. 96 - 102.
- Lopez, T. M. 2009, Horticultura, Editorial Trillas, México, p. 137 – 150.
- Maroto, V. 2000. Horticultura Herbácea, cuarta edición, ediciones Mundi-Prensa, Madrid – España, pp. 218-220.
- Macua, J. 2012. Campaña 2004 Pimiento Piquillo, Morrón y California (Mund Prensa Ed.). Madrid.

- Mamani, J. 2015. Evaluación agronómica participativa de diez accesiones avanzadas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Centro Experimental De Kallutaca. Tesis Tesis Lic. Ing. Agr. EL ALTO –BOLIVIA. UPEA. 87 p.
- Milla, A. 2011. Capsicum de capsia, cápsula: el pimiento. En: A. Namesny (Ed.). Pimientos (pp. 21- 32). Capítulo 2. Compendios de Horticultura 9. España: Ediciones de Horticultura.
- Monje, J. E. 2016. Efecto de poda y densidad sobre el rendimiento y calidad de pimentón cuadrado bajo invernadero en Costa Rica. Tecnológico Costa Rica. 29, 125 - 136 p.
- Morales, T. 2006. Pimiento Disponible en <http://www.infoagro.com/horticultura/pimiento.htm> (EL CULTIVO DEL PIMENTÓN) COPY RIGHT infoagro. Com <<http://www.infoagro.com>>2003. (Consultado: 29 agosto 2021).
- Ochoa, R. 2016. Diseños Experimentales. La Paz, Bolivia, 386 p.
- Patiño, 2010. Guía para el área de invernaderos. México, Limusa. p. 192 -201.
- Perez, C. 2008. “Evaluación comparativa de tres variedades y densidades de plantación en Pimentón (*Capsicum annum*, L.) en la provincia Loayza – La Paz”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía, pp 113.
- PETOSEED, 2006. Guía para el cultivo de hortalizas de la compañía productora de semillas. Estados Unidos, pp 12 – 14.

- Pino, M. 2018. Cultivo y Manejo del Pimiento (*Capsicum annuum L.*). Argentina: La Plata.
- Pihán, S. Y Marin, C. 2011. Producción de hortalizas de fruto bajo plástico Temuco, Chile pp. 11 -12, 36-40.
- Quiroz, Y. 2013. Evaluar el comportamiento agronómico de dos variedades de pimentón (*Capsicum annuum L.*) con podas de desarrollo bajo un sistema hidropónico en el centro experimental Cota Cota. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UPEA. 108 p.
- Quintina, F. 2020. <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-de-pimenton/> (Consultado: 29 agosto 2021).
- Salguero, E. 2009. La incidencia de la inversión pública municipal en los ingresos del sector agropecuario del Gobierno Municipal de Laja. Tesis Tesis Licenciatura en Economía. El Alto, Bolivia. U.M.S.A. 116 p.
- Sanchez, R. 2004. Hidroponía paso a paso, cultivo sin tierra Editorial Ripalme Lima Perú, pp. 5 -120.
- Suquilanda M., 2002. Producción Orgánica de pimiento, Cartilla Divulgativa N° 2, Edición Publiacesores, Quito – Ecuador p. 3-15.
- UJTL, 2012. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Manual de producción de pimentón bajo invernadero. Bogotá: Editorial Gente Nueva. 200 p.
- Valadez, LA. 2011. Producción de hortalizas. México, DF. Limusa. p. 185 - 197.
- Valadez LA. 2004. Producción de Hortalizas, Editorial UTEHA, México, pp. 187 - 197.

- Vigliola, MI. 2005. Manual de horticultura. Buenos Aires, AR. Hemisferio Sur. p. 162-167.
- Vives M, E. 2005. Cultivo del pimiento y de la berenjena. 2 ed. Barcelona, ES. Sintesis. p. 5 - 78.
- Vilmorin, J. 2010. El cultivo de pimentón dulce: tipo Bell. Ed. Diana. México 304. p. 96 - 102.
- Yuste P. 2015. Biblioteca de la Agricultura. Horticultura. 1 ed. Barcelona. ES. Emege industria gráfica. p. 632 – 634.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Fotografías de la Metodología en el Ambiente Atemperado

Fotografía 2. Registros de datos climatológicos



Fuente: Elaboración propia (2020)

Fotografía 3. Preparado de sustrato (almácigo)





**Fuente:** Elaboración propia (2020)

**Fotografía 4.** Preparación del terreno



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

**Fotografía 5. Trasplante**



**Fotografía 6. Crecimiento**



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

**Fotografía 7. Floracion y fructificación**



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

**Fotografía 8.** Tutorado y cosecha



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

**Fotografía 9.** Pesado del fruto



**Fotografía 10.** Foto final



**Fuente:** Elaboración propia (2020)

## Fotografía 11. Análisis físico – químico de suelo

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: S17/21

Página 1 de 1

### INFORME DE ENSAYO DE SUELOS S17/21

Cliente:	AGRONOMÍA - UPEA
Solicitante:	Ing. Victor Paye Huaranca
Dirección del cliente:	C/Nardin Rivas, Nro. 380
Procedencia de la muestra:	Kallutaca
	Provincia: Los Andes
	Departamento: La Paz
Punto de muestreo:	<b>Horti - 1</b>
Responsable del muestreo:	Ing. Victor Paye Huaranca
Fecha de muestreo:	01 de julio de 2021
Hora de muestreo:	09:00
Fecha de recepción de la muestra:	01 de julio de 2021
Fecha de ejecución del ensayo:	Del 01 al 20 de julio, 2021
Caracterización de la muestra:	Suelo Horizonte A
Tipo de muestra:	Simple
Envase:	Bolsa Nylon
Código LCA:	17-1
Código original de muestra:	H-1 Suelo

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	H-1 Suelo 17-1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	6,7
Conductividad eléctrica	ASPT 6	μS/cm	1,0	554
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg <sup>-1</sup>	1,5	17
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,55
Carbón orgánico	ISRIC 5	%	0,060	3,1
Materia orgánica	ISRIC 5	%	0,10	5,3
Sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,99
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,92
Calcio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,016	9,5
Magnesio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	5,2
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,050	< 0,050
Carbonatos	ISRIC 13-61	Cualitativo	-	Ausente
<b>Textura</b>				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	11
Limo	DIN 18 123	%	1,1	18
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	71
Clase textural	DIN 18 123			Arcilla

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)  
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

\* Los resultados de este informe, no deben ser modificados sin la autorización del LCA.  
\* La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, Julio 30 de 2021

FC: Archa  
JChita

Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf/Fax: 2772522  
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Fuente: Laboratorio de Calidad Ambiental (2021)

## Anexo 2. Costos de producción del pimentón por tratamiento

**Cuadro 15.** Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 1)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>Herramientas y materiales</b>				
Regadera	pieza	15	35	525
Fumigador	cm3	15	35	525
<b>Costo de mano de obra</b>				
Preparación del almacigo	Jornal	17 Jornalero	20	340
Preparación del sustrato	Jornal	17 Jornalero	20	340
Transplante	Jornal	17 Jornalero	20	340
Riego	Jornal	17 Jornalero	20	340
Dehierbe	Jornal	17 Jornalero	20	340
Poda	Jornal	17 Jornalero	20	340
Cosecha	Jornal	17 Jornalero	20	340
<b>Insumos</b>				
Semilla	Onza	1	30	30
Suelo del lugar	Jornal	15 Jornalero	20	300
Turba	Sacos	25 sacos	25	625
Arena	Carretilla	15 Carretilla	5	75
Estiercol de oveja	Carretilla	50 Carretilla	5	250
Nutrientes NPK	kg	325	1	325
Insecticida	cm3	1	80	80
<b>Total</b>				<b>5115</b>

**Fuente:** Elaboración Propia (2021)

**Cuadro 16.** Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 2)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>Herramientas y materiales</b>				
Regadera	pieza	15	35	525
Fumigador	cm3	15	35	525
<b>Costo de mano de obra</b>				
Preparación del almácigo	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
Preparación del sustrato	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
Transplante	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
Riego	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
Dehierbe	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
Poda	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
Cosecha	Jornal	17	20	340
		Jornalero		
<b>Insumos</b>				
Semilla	Onza	1	30	30
Suelo del lugar	Jornal	15	20	300
		Jornalero		
Turba	Sacos	25 sacos	25	625
Arena	Carretilla	15 Carretilla	5	75
Estiercol de oveja	Carretilla	50 Carretilla	5	250
Nutrientes NPK	kg	325	1	325
Insecticida	cm3	1	80	80
<b>Total</b>				<b>5115</b>

Fuente: Elaboración Propia (2021)

**Cuadro 17.** Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 3)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>Herramientas y materiales</b>				
Regadera	pieza	15	35	525
Fumigador	cm3	15	35	525
<b>Costo de mano de obra</b>				
Preparación del almacigo	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
Preparación del sustrato	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
Transplante	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
Riego	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
Dehierbe	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
Poda	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
Cosecha	Jornal	16	20	320
		Jornalero		
<b>Insumos</b>				
Semilla	Onza	1	30	30
Suelo del lugar	Jornal	15	20	300
		Jornalero		
Turba	Saco	25 sacos	25	625
Arena	Carretilla	15	5	75
		Carretilla		
Estiercol de oveja	Carretilla	50	5	250
		Carretillas		
Nutrientes NPK	kg	325	1	325
Insecticida	cm3	1	80	80
<b>Total</b>				<b>4975</b>

Fuente: Elaboración Propia (2021)

**Cuadro 18.** Costos de producción para la planta del pimentón (Tratamiento 4)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>Herramientas y materiales</b>				
Regadera	pieza	15	35	525
Fumigador	cm3	15	35	525
<b>Costo de mano de obra</b>				
Preparación del almacigo	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
Preparación del sustrato	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
Transplante	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
Riego	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
Dehierbe	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
Poda	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
Cosecha	Jornal	14	20	280
		Jornalero		
<b>Insumos</b>				
Semilla	Onza	1	30	30
Suelo del lugar	Jornal	15	20	300
		Jornalero		
Turba	Saco	25 sacos	25	625
Arena	Carretilla	15 Carretilla	5	75
Estiercol de oveja	Carretilla	50	5	250
		Carretillas		
Nutrientes NPK	kg	325	1	325
Insecticida	cm3	1	80	80
<b>Total</b>				<b>4695</b>

Fuente: Elaboración Propia (2021)

**Cuadro 19.** Costos de producción para la planta del pimentón (Testigo)

<b>DETALLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>Herramientas y materiales</b>				
Regadera	pieza	15	35	525
Fumigador	cm3	15	35	525
<b>Costo de mano de obra</b>				
Preparación del almacigo	Jornal	18 Jornalero	20	360
Preparación del sustrato	Jornal	18 Jornalero	20	360
Transplante	Jornal	18 Jornalero	20	360
Riego	Jornal	18 Jornalero	20	360
Dehierbe	Jornal	18 Jornalero	20	360
Poda	Jornal	18 Jornalero	20	360
Cosecha	Jornal	18 Jornalero	20	360
<b>Insumos</b>				
Semilla	Onza	1	30	30
Suelo del lugar	Jornal	15 Jornalero	20	300
Turba	Saco	25 sacos	25	625
Arena	Carretilla	15 Carretilla	5	75
Estiercol de oveja	Carretilla	50	5	250
Nutrientes NPK	kg	325	1	325
Insecticida	cm3	1	80	80
<b>Total</b>				<b>5255</b>

Fuente: Elaboración Propia (2021)