

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DEL CULTIVO
DEL PIMENTÓN (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO Y A CAMPO ABIERTO, LIPARI – LA PAZ**

MARIA MERCEDEZ FIGUEREDO FERNANDEZ

La Paz - Bolivia

2021

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE TRES VARIEDADES DEL CULTIVO
DEL PIMENTÓN (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO Y A CAMPO ABIERTO, LIPARI – LA PAZ**

**Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo**

MARIA MERCEDEZ FIGUEREDO FERNANDEZ

Asesor:

Ing. M.Sc. Estanislao Poma Loza

Tribunal Examinador:

Ing. Maria Eugenia Cari Mamani

Ing. M.Sc. Marco Antonio Patiño Fernández

Ing. William Alex Murillo Oporto

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2021

DEDICATORIA

A mis padres Eleuterio Figueredo y Lucia Fernandez, por tenerme tanta paciencia durante estos años y su apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio que siempre me brindan.

Maria Mercedes Figueredo Fernandez

AGRADECIMIENTO

A mis padres Eleuterio Figueredo y Lucia Fernandez y a mis hermanos Mery, Jhon Americo, Yuly, Fabiola y Emanuel, a mis cuñados (as) Melisa Quispe y Raúl Palacios y a mis sobrinos: Iberliz, Andony, Guadalupe, Mauricio, Tamy y Ayelén por tanto, amor y cariño que siempre me brindan apoyándome en momentos difíciles donde sientes que ya no puedes más, ahí está la familia para poder alentarte a seguir adelante a pesar de los obstáculos, estoy eternamente agradecida con cada uno de ellos.

A Jhovany Castillo por todo su apoyo durante los años de estudio, así mismo como en la etapa de investigación, entre risas y risas siempre estuvimos apoyándonos mutuamente en lo que cada uno pudiera necesitar, gracias por tanto cariño que me diste.

A la Universidad Mayor de San Andrés, a la Facultad de Agronomía, a todos los docentes quienes forjaron mis estudios en el transcurso de toda la carrera.

A mi asesor: Ing. M.Sc. Estanislao Poma Loza, por toda la paciencia que tuvo al momento de colaborarme, brindándome su apoyo durante toda la etapa de investigación orientándome con los conocimientos que tiene, un agradecimiento muy especial.

Al tribunal examinador: Ing. M.Sc. Marco Antonio Patiño Fernandez, Ing. Maria Eugenia Cari Mamani y Ing. William Alex Murillo Oporto por las correcciones y observaciones realizadas en la elaboración del documento de tesis.

Un agradecimiento muy especial a la Comunidad Papa Juan XXIII por haberme acogido en sus predios para realizar el trabajo de campo, al representante de la Asociación Papa Juan XXIII, consejero terapeuta, Juan Carlos Gálvez Gutiérrez y familia, a los operadores y a todos los hermanos de la comunidad, por brindarme todo su apoyo durante la etapa de ejecución del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de estudio por los buenos momentos de apoyo y compañerismo que pasamos.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la Comunidad Bajo Lipari en el Hogar Santa Aquilina, perteneciente a la comunidad Papa Juan XXIII, municipio de Mecapaca del departamento de La Paz. El objetivo de la investigación fue: evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades del cultivo del pimentón (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero y a campo abierto. El diseño que se empleó fue DCA (diseño completamente al azar), con arreglo bifactorial de seis tratamientos y cuatro repeticiones, contando con veinte cuatro unidades experimentales. Los factores analizados fueron ambientes (invernadero y a campo abierto), y variedades (*California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury*). Las variables de respuesta evaluadas fueron: porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de flores por planta, número de frutos por planta, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto, rendimiento de cada tratamiento. Los resultados muestran que existen diferencias entre factores de estudio con diferencias significativas en las variables de estudio entre ambientes.

La variedad *Mercury* presentó 69,93 cm de altura de planta, seguida de la variedad *Yolo wonder* que alcanzo una altura de 59 cm, ambos al interior de invernadero. En comparación al cultivo en campo abierto donde no hubo diferencias entre alturas de: 24,6, 23,0 y 24,0 cm. para las variedades de: *California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury* respectivamente.

Respecto a número de frutos por planta, el tratamiento 3 (variedad *Mercury* en invernadero) obtuvo un valor de 14 frutos por planta, seguido por el tratamiento 2 (variedad *Yolo wonder* en invernadero) con 12 frutos. A diferencia del cultivo a campo abierto que presento 4 frutos para las variedades *Yolo wonder* y *Mercury*.

La variedad *Mercury* alcanzo un rendimiento en invernadero de 26337,3 kg/ha y a campo abierto de 6364 kg/ha. Concluyendo, la variedad *Mercury* obtuvo uno de los más altos rendimientos y buen comportamiento agronómico tanto en condiciones de invernadero y a campo abierto.

ABSTRACT

The research work was carried out in the Bajo Lipari Community in the Santa Aquilina Home, belonging to the Pope John XXIII community, municipality of Mecapaca in the department of La Paz - Bolivia. The objective of the research was: to evaluate the agronomic behavior of three varieties of the paprika cultivation (*Capsicum annum* L.) under greenhouse conditions and open field. The design used was DCA (completely randomized design), with a bifactorial arrangement of six treatments and four repetitions, with twenty four experimental units. The factors analyzed were environments (greenhouse and open field), and varieties (*California wonder*, *Yolo wonder* and *Mercury*). The response variables evaluated were: percentage of seizure, plant height, number of flowers per plant, number of fruits per plant, fruit length, fruit diameter, fruit weight, performance of each treatment. The results show that there are differences between study factors with significant differences in the study variables between environments.

The *Mercury* variety presented 69.93 cm of plant height, followed by the *Yolo wonder* variety that reached a height of 59 cm, both inside the greenhouse. Compared to open field cultivation where there were no differences between heights of: 24.6, 23.0 and 24.0 cm. for the varieties of: *California wonder*, *Yolo wonder* and *Mercury* respectively.

Regarding the number of fruits per plant, treatment 3 (*Mercury* variety in greenhouse) obtained a value of 14 fruits per plant, followed by treatment 2 (*Yolo wonder* variety in greenhouse) with 12 fruits. Unlike the open field cultivation that I present 4 fruits for the *Yolo wonder* and *Mercury* varieties.

The *Mercury* variety reached a greenhouse yield of 26,337.3 kg / ha and in the open field of 6364 kg / ha. In conclusion, the *Mercury* variety obtained one of the highest yields and good agronomic performance both in greenhouse and open field conditions.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento de problema	2
1.2. Justificación	2
2. OBJETIVOS	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1. Origen.....	4
3.2. Importancia	5
3.3. Cultivo de pimentón en el mundo	5
3.4. Cultivo de pimentón en Bolivia	6
3.5. Taxonomía del cultivo de pimentón.....	7
3.6. Descripción Botánica	8
3.7. Valor nutritivo	10
3.8. Usos.....	11
3.9. Variedades del cultivo de pimentón.....	12
3.9.1. California Wonder.....	12
3.9.2. Mercury	12
3.9.3. Yolo Wonder	12
3.10. Manejo del cultivo de pimentón	13
3.10.1. Trasplante	13
3.10.2. Deshierbe.....	13
3.10.3. Aporques	14

3.10.4. Podas	14
3.10.5. Tutorado	15
3.10.6. Cosecha	16
3.11. Plagas y Enfermedades	17
3.11.1. Plagas	17
3.11.2. Enfermedades	18
3.11.3. Fisiopatías	19
3.12. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de pimentón	21
3.12.1. Altitud	21
3.12.2. Temperatura.....	21
3.12.3. Humedad relativa	22
3.12.4. Luz	23
3.12.5. Suelo	23
3.12.6. Textura	24
3.12.7. pH	24
3.12.8. Riego.....	24
3.13. Invernadero.....	25
3.14. Campo abierto	26
3.15. Incidencia.....	26
3.16. Costos parciales	26
3.17. Rendimiento.....	27
3.18. Beneficio bruto	27
3.19. Beneficio neto (BN)	27
3.20. Relación beneficio/costo (B/C)	27

3.21. Comportamiento agronómico	27
4. LOCALIZACIÓN	28
4.1. Ubicación	28
4.2. Clima.....	29
4.3. Geografía.....	29
4.4. Fisiografía	29
4.5. Recursos hídricos	29
4.6. Suelo.....	30
5. MATERIALES Y MÉTODOS	30
5.1. Materiales	30
5.1.1. Material biológico.....	30
5.1.2. Material de campo	30
5.1.3. Material de escritorio	30
5.1.4. Abonos	30
5.2. Métodos	31
5.2.1. Procedimiento experimental	31
5.2.2. Diseño de estudio	33
5.2.2.1. Modelo estadístico	34
5.2.2.2. Factores de estudio.....	34
5.2.2.3. Número de tratamientos	35
5.2.2.4. Croquis del experimento	35
5.2.3. Variables de respuesta	36
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
6.1. Fluctuación de la temperatura.....	38

6.1.1. Descripción de las temperaturas registradas en el invernadero durante el desarrollo del cultivo	38
6.1.2. Descripción de las temperaturas registradas en el campo abierto durante el desarrollo del cultivo	39
6.1.3. Descripción de análisis físico químico del análisis de suelo	40
6.2. Porcentaje de prendimiento	41
6.3. Altura de planta.....	45
6.4. Número de flores por planta.....	48
6.5. Diámetro de fruto	53
6.6. Longitud de fruto.....	56
6.7. Número de frutos por planta.....	57
6.8. Peso del fruto por planta.	61
6.9. Rendimiento (Kg/ha)	62
6.10. Análisis de costos parciales de producción	64
7. CONCLUSIONES.....	67
8. RECOMENDACIONES	68
9. BIBLIOGRAFÍA	69
10. ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción del Cultivo de Pimentón en el Mundo.....	6
Tabla 2 Producción del Cultivo en Bolivia.....	7
Tabla 3 Valor nutritivo en 100 gr de pimentón	11
Tabla 4 Descripción de tratamientos	35
Tabla 5 Análisis de Varianza Para Porcentaje de Prendimiento	42
Tabla 6 Prueba Duncan Para Ambientes en Porcentaje de Prendimiento	43
Tabla 7 Prueba Duncan Para Variedades en Porcentaje de Prendimiento	43
Tabla 8 Prueba de efectos simples, para la variable porcentaje de prendimiento	44
Tabla 9 Análisis de varianza para altura de planta	46
Tabla 10 Prueba Duncan Para ambientes en la altura de planta	46
Tabla 11 Prueba Duncan para variedades en altura de planta	47
Tabla 12 Análisis de varianza para número de flores	49
Tabla 13 Prueba Duncan para ambientes en número de flores	50
Tabla 14 Prueba Duncan para Variedades en número de flores	51
Tabla 15 Prueba de efectos simples, para la variable número de flores	52
Tabla 16 Análisis de varianza para diámetro de fruto	54
Tabla 17 Prueba Duncan para ambientes en diámetro de frutos	54
Tabla 18 Prueba Duncan para variedades para diámetro de fruto	55
Tabla 19 Análisis de varianza para la longitud de fruto.....	56
Tabla 20 Análisis de varianza para número de frutos	57
Tabla 21 Prueba Duncan del factor tipos de ambientes, para la variable número de frutos	58
Tabla 22 Prueba Duncan para variedades	59

Tabla 23 Prueba de efectos simples, para la variable número de frutos.....	60
Tabla 24 Análisis de Varianza Para la Variable Peso de Fruto	61
Tabla 25 Prueba Duncan para ambientes	62
Tabla 26 Análisis de varianza de rendimientos en kg/ha	63
Tabla 27 Duncan para ambiente	63
Tabla 28 Presupuesto parcial de un ensayo sobre ambientes y variedades.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Hogar Santa Aquilina Comunidad Papa Juan XXIII, Bajo Lipari Municipio Mecipaca, La Paz Bolivia	28
Figura 2 Croquis de las Unidades Experimentales por Tratamientos	36
Figura 3 Comportamiento de temperaturas Máximas, Medias y Mínimas durante la etapa de investigación.....	39
Figura 4 Comportamiento de temperaturas Máximas, Medias y Mínimas durante la etapa de investigación.....	40
Figura 5 Efecto de la Interacción Entre Ambientes y Variedades en el Porcentaje de Prendimiento	45
Figura 6 Efecto de la interacción entre ambientes y variedades en relación a número de flores	53
Figura 7 Efecto de la Combinación de Ambientes y Variedades en Relación a número de frutos.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

10.1 Análisis físico químico de suelos en invernadero.....	78
10.2 Análisis físico químico de suelos en campo abierto.....	79
10.3 Niveles críticos para interpretación de la fertilidad del suelo en base a análisis de laboratorio.....	80
10.4 Datos del SENAMHI del municipio de Mecapaca del año 2018.....	83
10.5 Datos de campo en función a variables de respuesta.....	84
10.6 Costos de producción en el invernadero del cultivo de pimentón para una ha	88
10.7 Costos de producción en campo abierto del cultivo de pimentón para una ha	89
10.8 Memoria fotografía	90

1. INTRODUCCIÓN

El morrón o pimiento (*Capsicum annuum* L.) es originario de la zona central de América de Sur, de la región de Bolivia, donde era cultivado por civilizaciones precolombinas. Es un típico cultivo de verano, aunque si se lo protege de las heladas puede volver a dar frutos al año siguiente. Principalmente se destaca su aporte de vitamina A en forma de carotenos (pigmentos) (Zoppolo *et al.*, 2008).

Silva (2017), indica que las hortalizas son una fuente muy rica en nutrientes, vitaminas y otros, los cuales aportan al cuerpo muchos beneficios como ser: reconstrucción de tejidos (proteínas), producir energías (carbohidratos), regular funciones corporales (vitaminas), tener buena digestión (fibras).

A nivel local el semanario, El Fulgor (2019), indica que la producción de hortalizas de fruto: tomate, pimentón y otros en el departamento de La Paz, se circunscribe en los valles interandinos como: Rio Abajo, Zongo, y las poblaciones a las faldas del nevado del Illimani.

Los sistemas de producción para el cultivo de pimentón en los valles interandinos son a campo abierto, con acceso a riego por inundación, en superficies pequeñas, en lechos de los ríos, donde el agricultor va ganando espacios al río para poder cultivar hortalizas en general. Según INTA (2011), los rendimientos del cultivo de pimentón en huertas familiares son de 2 a 2,5 kilogramos/m².

En los últimos años con el objeto de incrementar producción de hortalizas fuera de época se diversifica su cultivo incluso empleando ambientes protegidos como: invernaderos, carpas solares y otros. Tal como refleja INTA (2000), indica que “el objetivo básico de la utilización de invernaderos es lograr una producción de hortalizas de buena calidad fuera de la época normal de cultivo, aprovechando la radicación solar durante los meses más fríos”.

1.1. Planteamiento de problema

De acuerdo a la FAO (2020), el área cosechada del cultivo del pimentón en Bolivia para la gestión 2019 fue de 4101 ha, alcanzando una producción de 12554 t. Por otro lado, las estadísticas del censo agropecuario (2013), menciona que la superficie de cultivo de pimentón en invierno para el departamento de La Paz, durante la campaña 2012 fue de 9,7 ha.

El mercado de los pequeños productores, se concentra en los departamentos de eje troncal, en los últimos años éstos, se ven afectados por los productos que ingresan de contrabando de los países vecinos de Perú, Chile y Argentina. Estas se constituyen en una problemática debido a la falta de competitividad de nuestros productos por la poca producción o mala calidad, y los altos costos de producción, lo cual repercuten en los precios.

La superficie de producción del cultivo de pimentón en el departamento de La Paz, se limita a espacios muy reducidos en laderas o lechos de los ríos en los valles interandinos con riego por inundación, aprovechando la pendiente del río.

A esa problemática se suma, la escasa prácticamente o nula información técnica documentada en nuestro medio, acerca del cultivo de pimentón, zonas de cultivo, su manejo, variedades locales, comerciales, épocas de plantación, incidencia de plagas y enfermedades, cosecha, postcosecha, rendimientos locales, tipos o canales de comercialización, etc.

Todas estas problemáticas, repercute en los bajos índices de producción, bajos rendimientos por superficie, y la escasa motivación de los horticultores de producir el cultivo del pimentón como una alternativa para el incremento de ingresos económicos para las familias.

1.2. Justificación

La distribución de la población experimento cambios significativos en los últimos sesenta años en Bolivia. El Censo Agropecuario realizado el año 1950 mostró que el 73% de la población boliviana vivía en el campo. En cambio, el censo del año

2001 mostro que el 63% de la población es urbana, cifra que probablemente aumento el presente. Uno de los problemas que ocasiona la urbanización de las poblaciones es la inseguridad alimentaria. Las poblaciones urbanas no pueden producir su alimento y dependen casi exclusivamente del mercado. Una alternativa para atenuar este problema es el incentivo de la agricultura urbana y periurbana, más específicamente la horticultura urbana y periurbana, debido a la importancia nutricional de las hortalizas. En efecto, en Bolivia, el consumo promedio de hortalizas es de 30,5 kg/persona/año, muy lejos del promedio mundial, que es de 67,6 kg/persona/año y de algunos países vecinos como Argentina, donde se consume 102 kg/persona/año (INIAF, 2012).

Al respecto el Ministerio de Educación del Estado Plurinacional de Bolivia (2018), menciona que la producción de hortalizas se justifica, por ser la base de la alimentación humana, considerando que en nuestro país uno de cada cuatro niños sufre hambre, el lamentable resultado es que el 32% de menores de cinco años de edad, presenta un cuadro de desnutrición crónica, esta realidad es más crítica en el área rural y en pueblos indígenas.

Por estas razones se ve necesaria la implementación de este cultivo, para incentivar, y así fortalecer la seguridad alimentaria de la población en general, en especial de área rural, que es una alternativa para generar ingresos económicos para las familias.

En tal situación, el presente estudio, pretende evaluar el comportamiento agronómico y los costos parciales de producción del cultivo del pimentón (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones a campo abierto e invernadero en la comunidad bajo Lipari, municipio de Mecapaca del departamento de La Paz en los predios del Hogar Santa Aquilina perteneciente a la Comunidad Papa Juan XXIII.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de tres variedades del cultivo del pimentón (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero y a campo abierto, Lipari – La Paz.

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la variedad con mayor rendimiento del cultivo del pimentón en condiciones de invernadero y campo abierto.
- ✓ Realizar los costos parciales de producción del cultivo del pimentón, bajo condiciones de invernadero y en comparación a una producción a campo abierto.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Origen

Unterladstatter (2000), indica que como muchas solanáceas, el pimentón o morrón es originario de América del sur y central. Especies silvestres crecen desde el sur de los EE.UU. hasta el centro de Chile. Dentro del género *Capsicum*, es la hortaliza más cultivada ya que tiene gran variación.

Según Pinto (2018), pertenece a la familia de las Solanáceas, y a un género que es casi en su totalidad originario de América (con excepción de *C. anomalun*). El centro de origen es la región Sud-Central de Bolivia, en los alrededores del lago Titicaca, y las zonas principales de domesticación fueron los Andes peruanos bolivianos, la región del río Amazonas, y América central, hasta México. El pimiento fue uno de los primeros cultivos domesticados en la historia del hombre, que fue consumido, valorado, venerado y ofrendado a dioses por sus múltiples valores culinarios y medicinales desde tiempos remotos.

Mc Leod *et al.*, (1982) citado por García *et al.*, (2015), sugieren que el género *Capsicum* se originó en Bolivia sud-central desde donde emigró a los Andes y a la

Amazonia y, en esta primera emigración, fueron definiéndose diversas especies, fruto de la adaptación a hábitats diversos.

Los procesos de domesticación parecen que ocurrieron independientemente en varias áreas, tomando de partida diferentes especies silvestres. Así *C. pubescens* y *C. baccatum* fueron domesticadas en Bolivia y *C. annuum* en México y en la Amazonia. Parece que, a partir de variedades primitivas de *C. annuum* evolucionaron *C. chinense*, en la Amazonia, y *C. frutescens* en México (García *et al.*, 2015).

3.2. Importancia

Pacheco (2001), expresa que muestra excelentes resultados y existe gran interés por los agricultores, debido a su fácil manejo y buena comercialización, para los mercados como fruto verde o como fruto maduro. El aumento en la calidad de pimientos producidos en el mundo ha sido el resultado del incremento en productividad de esta hortaliza y de la mayor superficie destinada al cultivo de la misma, y es un indicador de que el pimiento tiene cada vez mayor aceptación entre los consumidores de este producto y sus derivados (Sancho y Navarro, 1990) citado por (Vela, 2009).

3.3. Cultivo de pimentón en el mundo

En la siguiente tabla se observa los principales 10 países que lideran la producción de pimiento a nivel mundial, ocupando China el primer lugar con 19007248 t, para el año 2020.

Tabla 1*Producción del cultivo de pimentón en el mundo*

	País	Producción (t)
1	China	19007248
2	México	3238245
3	Turquía	2625669
4	Indonesia	2588633
5	España	1402380
6	Nigeria	753116
7	Argelia	675168
8	Estados Unidos	624982
9	Túnez	443632
10	Republica de corea	271839

Fuente: FAO (2020).

3.4. Cultivo de pimentón en Bolivia

En el 2010, el área cultivada con ajíes representó el 2.7% de la superficie sembrada con hortalizas en Bolivia, FAOSTAT (2012) Citado por (Mendoza, 2018).

La FAO (2020), presentó los siguientes datos en el año 2019 para en la producción y el área cosechada del cultivo de pimentón en Bolivia.

Tabla 2*Producción del cultivo de pimentón en Bolivia*

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Área cosechada (ha)	5473	4053	4098	4053	4079	4101
Producción (t)	12988	11212	11332	11695	11755	12554

Fuente: FAO (2020).

Mendoza (2018), menciona que el departamento de Chuquisaca es el principal productor de ajíes en Bolivia, representando cerca del 90% de la producción total nacional (3.600 t/año). En este departamento, las provincias de Tomina (Padilla), Villa Serrano, Hernando Siles y Luis Calvo, presentan los más altos niveles de producción, debido a que el suelo y el clima favorecen el desarrollo de las diversas especies cultivadas.

3.5. Taxonomía del cultivo de pimentón

La clasificación taxonómica del pimentón (*Capsicum annuum* L.) de acuerdo (Rojas, 2009).

TAXONOMÍA

DIVISIÓN:	Angiospermas
CLADO:	Gunneridas – Eudicotiledonidas
CLADO:	Asteridas – Campanulidas
ORDEN:	Solanales
FAMILIA:	Solanaceae
GÉNERO:	<i>Capsicum</i>
ESPECIE:	<i>Capsicum annuum</i>

3.6. Descripción Botánica

a) Planta

La planta de pimentón es herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable que puede ser de 0,5 m (en variedades de crecimiento determinado cultivadas a libre exposición), hasta 2 m y más en híbridos cultivados bajo condiciones protegidas (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2014)

Es una planta herbácea anual en zonas templadas y perenne en las áreas tropicales, ya que es sensible a las heladas. Su porte es erguido, varía en la altura y desarrollo en relación al cultivar. Si toma gran desarrollo de la parte aérea, se torna decumbente, ya que cae por su peso (Pinto, 2018).

Unterladstatter (2000), manifiesta que el pimentón es un arbusto semi-leñoso que puede llegar a una altura de 80 cm, en condiciones ideales, alcanza hasta 1 m de altura.

b) Raíz

Reche (2010), señala que “posee una raíz pivotante que puede llegar hasta 1,2 m y provisto de un gran número de raíces secundarias ramificadas. Horizontalmente puede desarrollar hasta unos 50 cm de distancia del eje principal”. Con siembras directas y sin perturbaciones puede alcanzar una profundidad de 3 m.

El sistema de raíces pivotante llega a profundidades de 0,7 a 1,2 m, y lentamente hasta 1,2 m, pero la mayoría de las raíces a una profundidad de 5 a 40 cm. Esta provisto y reforzado con un número elevado de raíces adventicias (Guenko, *et, al.* 1983 citado por Casilimas, 2012).

c) Tallo

El tallo tiene un tipo de crecimiento simpodial, donde el pequeño tallo o simpodio formado por nudos, entrenudos, hojas, remata en flor y ramifica en dos tallos

secundarios, los cuales a su vez ramifican nuevamente en forma dicotómica. Este patrón de crecimiento se mantiene mientras las condiciones ambientales lo permitan. El tallo es circular en la base y anguloso en las partes más altas, con costillas en los ángulos. Es glabro y adquiere consistencia semileñosa en la base, que le otorga un porte erecto o semierecto (Pinto, 2018).

Reche (2010), argumenta que el tallo sostiene todos los órganos vegetales: hojas, flores, brotes y frutos y es el responsable de conducir la savia de la raíz a las hojas. En él se encuentran los nudos en donde se insertan las hojas, los frutos y las ramificaciones.

d) Hojas

La hoja es entera, glabra y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado), un pecíolo largo y poco aparente. El haz es liso, suave al tacto de color verde brillante que varía de intensidad con la variedad. La nervadura principal parte de la base de la hoja, proyectándose desde el pecíolo, las nervaduras secundarias son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. Las hojas se insertan en el tallo de forma alternada y su tamaño varía según la variedad. Se presenta alguna relación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2014).

e) Flor

Unterladstatter (2000), menciona que las flores son solitarias que nacen de las axilas de las hojas, con pétalos blancos. Si esta hortaliza es plantada cerca de otras especies del mismo género, pueden resultar fácilmente cruzamientos con características inesperadas.

Reche (2010), señala que las flores del pimiento son completas por tener pedúnculo, pétalos, sépalos, estambres y pistilo; pendulares al curvarse hacia abajo el pedúnculo durante la antesis o apertura de la flor, no obstante, dependiendo de su situación en la planta, a menudo se sustenta sobre un pecíolo o se sujeta entre dos brotes y permanece vertical o inclinada. Las flores de pimiento se desarrollan

a partir de botones florales o ápices terminales y normalmente aparece una flor en la cruz del tallo que origina frutos gruesos. También se sitúan en el ápice de las ramificaciones, en la base de las axilas de las hojas, principalmente en las del tallo principal y en las bifurcaciones de las dicotomías, incluso en el mismo pecíolo de la hoja, cerca de la unión con el tallo.

Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es 5 autógena, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10 % (Morales y Pachacama, 2011).

f) Fruto

Los frutos tienen colores variados desde amarillos hasta rojos intensos siempre brillantes y vistosos, la forma de los frutos tiene diversas formas desde redondos, alargados, cónicos y hasta en forma cuadrada. Ninguno de estos frutos es picante debido a la ausencia de la capsicina (Unterladstatter, 2000).

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (2014), menciona que el fruto del pimentón es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color que varía entre verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco. La variación en color se da incluso a través de la maduración pasando del verde al amarillo, anaranjado o rojo, a medida que van madurando. El tamaño de fruto es variable, entre pocos gramos hasta más de 500.

3.7. Valor nutritivo

El cultivo de pimiento se constituye en un alimento funcional bajo en calorías y con propiedades beneficiosas para la salud. posee gran cantidad de contenido en vitamina A, vitamina C, potasio, fósforo, contenido de agua entre otros, las diferencias varían en el valor nutritivo de un pimiento verde a rojo que posee valores superiores que el pimentón verde que son esenciales para el consumo de los seres humanos, comparando con el cultivo de tomate el cultivo de pimentón supera los valores en el contenido nutritivo.

Tabla 3*Valor nutritivo en 100 gr de pimentón*

Por 100 g de porción	Pimiento rojo fresco	Pimiento rojo salteado	Pimiento verde fresco	Pimiento verde salteado
Valor energético (Kcal)	39	51	28	38
Proteínas (g)	1,2	1,2	0,9	1,1
Hidratos de carbono (g)	8,2	9,9	5,6	6,8
Azúcares totales (g)	7,6	8,7	3,8	4,6
Ácidos grasos (g)	0,1	0,3	0,1	0,3
Saturados (g)	<0,1	0,1	<0,1	0,1
Monoinsaturados (g)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Poliinsaturados (g)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trans (g)	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sal (g)	0,09	0,12	0,13	0,09
Contenido de agua (g)	89,9	87,6	92,9	90,8
Fosforo (mg)	29,1	30,7	20,5	27,4
Calcio (mg)	9,9	7,4	7,9	7,0
Potasio (mg)	300,1	189,8	267,6	254,0
Vitamina A(IU)	884	191	85	<10
VITAMINA C (mg)	128,9	120,0	68,8	10,2

Fuente: Acosta *et al.*, (2018).

3.8. Usos

Se consumen fresco, cocido, o “espera” en comidas típicas de diversos países, además de fuente de betacarotenos, constituyen un espléndido reservorio de vitamina C, necesaria para la conservación del tejido conjuntivo, la curación de heridas y la prevención de infecciones víricas (Morales y Pachacama, 2011).

El pimiento se usa en multitud de platos. En especialidades regionales como la paella valenciana da un toque colorista. Es un ingrediente básico de la samfaina catalana, el pisto vasco o el gazpacho andaluz. Y a las lentejas castellanas el pimentón de la Vera les otorga su característico sabor. En la cocina internacional no es menos habitual. En verano combina y da un contraste de color a las ensaladas de hoja, en las que puede mezclarse pimiento rojo y verde. Refresca, alcaliniza y facilita la digestión (Acosta *et al.*, 2018).

3.9. Variedades del cultivo de pimentón

3.9.1. California Wonder

Los frutos son dulces no muy largos de color verde oscuro a rojo brillante la planta es no muy alta y de regular frondosidad, con tolerancia al virus de Y de la Patata (PVY) y resistencia al virus del Mosaico del Tabaco (Reche, 2010).

Florensa (2014), indica que la Variedad California Wonder posee alto rendimiento y calidad de frutos. Son plantas medianas a grandes, muy prolíferas si se cosechan los frutos en la madurez verde. Frutos erectos, gruesos, casi cuadrados, comúnmente de 4 cascos (o lóculos). Color verde oscuro, brillante, que pasa al rojo escarlata al madurar. Pulpa gruesa, firme, buena calidad, dulce y suave. Muy buena resistencia al transporte.

3.9.2. Mercury

Es un Pimiento dulce tiene una forma cuadrangular su característica es que tiene una pared gruesa su color va de verde a rojo la maduración de los frutos es uniforme su tamaño es de 45 a 60 cm de altura además es vigoroso presenta resistencia a alternaría y virus del Mozaico (Duran, 2009).

3.9.3. Yolo Wonder

Esta variedad fue mejorada con fines comerciales su origen es norteamericano tiene características ideales para el comercio además presenta resistencia al virus

del mosaico del Tabaco esta variedad se obtuvo a través de la cruce de California Wonder (susceptible) con variedad italiana resistente (Casseres, 1980).

Ministerio de Agricultura (s/f), indica que la planta es de porte medio, fruto de sabor dulce con paredes de gran consistencia y un peso aproximado de 150 gramos; longitud del fruto de 8 a 9 centímetros, grueso de carne de 5 a 7 milímetros y calibre muy uniforme. Apto para relleno de aceitunas y para congelación en «*tiras*», en «*rodajas*» o en «*dados*».

3.10. Manejo del cultivo de pimentón

3.10.1. Trasplante

Unterladstatter (2000), afirma que el trasplante se realiza cuando las plantitas alcanzan una altura de 5 a 6 hojas verdaderas, ya sea a raíz desnuda o en plantas desarrolladas en bandejas.

INIA (2013), señala que las plantas se retiran de las almacigueras 40 a 55 días posterior a la siembra, dependiendo si la siembra es para cultivo temprano o tardío, con una altura de entre 15-20 cm. Se deben colocar en el suelo en el hoyo previamente realizado, tapando con tierra sobre el “pan de raíces” y bajo los cotiledones.

Pacheco (2001), indica que se realiza en el momento que las raíces se asoman a la base de la bandeja germinadora, para evitar daño de estas.

3.10.2. Deshierbe

Como a cualquier planta, al pimiento le afecta mucho la competencia de las malas hierbas. Esto sucede mientras las plantas son pequeñas. Lo que consumen las malezas se lo van quitando a nuestras plantas. Cuando las malezas crecen mucho pueden competir también por la luz (Cedepas, 2013).

Para el control de malezas por lo general se realiza de manera manual teniendo mucho en cuenta de no dañar la parte radicular y los tallos (Unterladstatter, 2000).

3.10.3. Aporques

Práctica que consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular. En terrenos enarenados debe retrasarse el mayor tiempo posible para evitar el riesgo de quemaduras por sobrecalentamiento de la arena (Curi, 2007).

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f), consiste en depositar suelo alrededor del cuello de la planta, en forma mecánica o manual. El objetivo es proporcionar aireación y mayor anclaje al sistema radicular. Esta labor se recomienda hacerla en terrenos de poca pendiente, ya que involucra la remoción de una importante cantidad de suelo. El momento aconsejable para hacerlo es después de la fertilización al suelo, pues ayuda a incorporar el fertilizante al mismo.

3.10.4. Podas

López *et al.* (2017), indica que en la poda sólo se suprimen los brotes axilares surgidos debajo de la primera cruz, para impedir que la planta adquiera forma redondeada, evitando la profusión foliar que favorecería los problemas fúngicos, a la vez que dificultaría el cuaje de las primeras flores y mermaría la calidad de los frutos.

El mismo autor menciona que la poda holandesa, consiste en elegir de los tres brotes que emergen de la cruz, dos opuestos, suprimiendo el tercero, por encima de una hoja que hará función de tira-savias. Estos dos brotes se llevan en forma de V hacia el emparrado superior guiado por sendos hilos.

El pimiento que sale de la cruz se suprime, al igual que los que se producen en el primer y tercer piso floral. Si el trasplante se efectúa a partir de últimos de diciembre, este tercer piso floral se puede dejar con el objeto de lograr precocidad. Todos los demás se dejan fructificar. Si la planta es vigorosa, lo cual ocurre habitualmente en pimiento con calefacción, tendremos que dejar fructificar los frutos laterales que nacen de los pisos respetados, dejando una hoja por encima de éste. Tras el cuaje del fruto axilar, se procede a la supresión del mismo; de no hacer esta operación,

se corre el riesgo de que por exceso de savia se expulse la flor de los dos brazos de formación (López *et al.* 2017).

Curi (2007) y Condes, Rodríguez (2017), menciona que la poda es una práctica cultural frecuente en el pimiento que ayuda a la obtención de mayor calidad comercial, porque favorece el desarrollo de plantas vigorosas, pero en forma equilibrada y favoreciendo el aireamiento en la planta. Con esta práctica se busca evitar que los frutos queden ocultos entre el follaje, pero a la vez busca que queden protegidos de exceso de radiación que puede provocar Golpes de Sol. La poda, también ayuda al aumento de la ventilación en las partes bajas de la planta, evitando así el exceso de humedad que puede favorecer la incidencia de enfermedades.

Casilimas *et al.*, (2012), indica que 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.

Otro tipo de poda se conoce como poda o raleo de frutos, la cual se debe realizar independientemente del sistema de manejo que se emplee. Esta consiste en retirar de las horquetas que se forman en cada tallo productivo de los frutos que presentan deformaciones, quemaduras de sol o tamaños muy pequeños. Esta poda ayuda a mejorar la calidad de los frutos al disminuir la competencia por fotoasimilados que se dirigen hacia frutos sin ningún valor comercial (Casilimas *et al.*, 2012).

3.10.5. Tutorado

Los tallos del pimiento se parten con mucha facilidad, ya sea por el peso de los frutos o por prácticas culturales. Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por lo tanto, también son más sensibles. Por ello, es indispensable el uso de tutores en las plantas para evitar el rompimiento de tallos,

facilitar las labores de cultivo y aumentar la ventilación. El tutorado consiste en mantener la verticalidad de la planta a lo largo del cultivo, mediante guías verticales o dependiendo del método seleccionado por el agricultor (Alvares y Pino, 2010).

El tutorado tradicional consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas que sujetan a las plantas entre ellos. Estos hilos se apoyan en otros verticales que a su vez están atados al emparrillado a una distancia de 1,5 a 2 m (Giacconi & Escaff 1993, Urrestarazu *et al.*, 2002.) citado por (Alvares y Pinto, 2010).

El tutorado holandés consiste en que cada uno de los tallos seleccionados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical que se va liando a la planta conforme va creciendo. Esta variante requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al tutorado tradicional, pero supone una mejora de la aireación general de la planta y favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.), lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Giacconi & Escaff 1993, Urrestarazu *et al.*, 2002) citado por (Alvares y Pinto, 2010).

3.10.6. Cosecha

Unterladstatter (2000), señala que de acuerdo a las variedades y las exigencias del mercado se pueden cosechar pimentones o “morrones” de color rojo, amarillo y verde. Por lo general, la cosecha comienza a los 100 días después de la siembra, y puede prolongarse por más de tres meses, dependiendo de las condiciones del clima y del cuidado que se le dé al cultivo.

Se lo realiza cuando el fruto madura o en estado verde, manteniendo en la sombra para evitar las quemaduras, varía de acuerdo a la ubicación del mercado; lo cual ocurre de 100 a 120 días después del trasplante (Pacheco, 2001).

3.11. Plagas y Enfermedades

El cultivo de pimiento es atacado por muchas plagas y enfermedades que afectan sus etapas fisiológicas. A continuación, se hace referencia de manera genérica a las plagas y enfermedades más relevantes (INIA, 2016).

3.11.1. Plagas

a) Pulgón verde (*Aphis gossypii*)

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2013), menciona que el pulgón es la plaga más importante del cultivo del chile, comienza su daño al inicio de la floración, al formarse los frutos los adultos los ovipositan y nacen las larvas, los frutos recién formados caen, la base del pedúnculo del fruto presenta coloración amarillenta irregular. El daño primario es causado por las larvas en frutos inmaduros; los primeros síntomas de un fruto infestado son pedúnculos amarillos y cenizos, los cuales llegan a marchitarse en el punto de unión con la planta, lo que ocasiona la caída de la fruta. Los adultos también ocasionan un daño al picar los botones y frutos para su alimentación.

b) Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los huevecillos son ovalados de color blanco crema, miden 0.25 mm de longitud, las larvas no tienen patas y son de color amarillo, miden de 2 a 4 mm de longitud y 0.5 mm de ancho cuando están completamente desarrolladas, la pupa es de color amarillo anaranjado, tornándose a café amarillento al final y distintamente segmentada, el adulto es una mosca pequeña de unos 2 mm de longitud, de color negro con manchas amarillas en el escutelo y en la parte de las patas y abdomen.

En infestaciones fuertes, la planta presenta una coloración blanquizca y detiene su desarrollo normal, estas infestaciones pueden ocasionar la defoliación de las plantas, con la consecuente reducción en el rendimiento y el tamaño de los frutos y finalmente quemaduras de la fruta por el sol. Los adultos también pueden ocasionar daño al ovipositar y alimentarse, lo que se manifiesta en diminutas picaduras sobre

la superficie de la hoja, que sirven de entrada a bacterias y hongos (Garza *et. al.*, 2007).

Las patas se hallan provistas de unos órganos especiales al final de los tarsos con forma redonda y con la que salen para adherirse a la superficie de los tejidos vegetales (Gimeno, 2013).

3.11.2. Enfermedades

a) Marchitamiento bacteriano (*Erwinia*)

Obregón (2016), indica que las hojas de las plantas afectadas por la bacteria se mantienen de color verde, pero con pérdida de turgencia durante las horas de mayor insolación. Luego la marchitez es permanente y la planta no se recupera. En el interior del tallo el sistema vascular toma una coloración marrón oscura. Cabe aclarar que se encontró un solo caso de esta bacteria en el cultivo de pimiento en la provincia de Misiones en condiciones de producción diferentes a las de la provincia de Corrientes. La aparición de esta enfermedad no es común en plantas de pimiento.

La bacteria sobrevive en el suelo en ausencia de plantas huéspedes. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecida por temperaturas altas (óptima 30-35°C) y suelos húmedos.

b) Pudrición del cuello (*Phytophthora capsici*)

El síntoma inicial consiste en una lesión acuosa y oscura en la parte baja del tallo, al poco tiempo sobre la lesión se forma un micelio blanco muy tupido que puede extenderse sobre el suelo circundante. Incrustado en el micelio aparecen los esclerocios redondos, pequeños que al principio son de color claro y luego se vuelven oscuros y duros. La planta manifiesta amarillamiento y marchitamiento en la parte aérea. En algunas ocasiones las frutas pueden presentar síntomas por estar en contacto con el suelo infectado, sufren una podredumbre blanda con formación de micelio y esclerocios.

El hongo sobrevive en el suelo y en restos de cultivo de un año a otro en forma de esclerocios. Los suelos ácidos, temperaturas cálidas y alta humedad relativa favorecen el desarrollo de la enfermedad (Obregón, 2016).

c) Moho gris (*Botryotinia fuckeliana*)

El hongo afecta cualquier parte de la planta, flores, tallos y hojas a manudo sobre tejidos senescentes o dañados. Hojas y Flores: sobre los tejidos senescentes se produce un moho de color marrón de aspecto espinoso, signo característico de la enfermedad (moho gris). Peciolos y/o tallos: lesiones en anillos concéntricos, rodeados de la esporulación del hongo de color marrón. Frutos: podredumbre blanda de color grisáceo, que comienza en el cáliz o en el centro del fruto, formando un moho gris oscuro que se observa a simple vista. En plantas maduras, la infección en frutos, hojas y tallos es común que se cubran de una masa densa de color marrón grisáceo, de aspecto aterciopelado, que corresponde a la esporulación del hongo; por esto la enfermedad es fácil de reconocer en el campo.

Temperaturas entre 18-23° y humedad relativa alrededor de 90-95% son ideales para el crecimiento, esporulación, liberación de esporas y germinación de conidios. La principal vía de diseminación es el viento (Obregón, 2016).

3.11.3. Fisiopatías

a) Podredumbre apical

En la zona inferior del fruto aparece una mancha negra con una posterior podredumbre. Se produce como consecuencia de una deficiente traslocación del calcio a través del fruto, debido a las altas temperaturas y baja humedad relativa, que en condiciones de cierta salinidad y déficit hídrico puede acentuar la presencia de esta fisiopatía. en la zona central de la alteración un micelio oscuro característico de hongos saprofitos (*Rhizopus*, etc.). Al estar subalimentada la membrana celular con calcio, el protoplasma aflora al exterior y sirve como líquido nutritivo para la incorporación de este tipo de hongos (Obregón, 2016).

b) Golpe de sol

Condéz (s/f), ratifica que se observa una mancha blanca, producida por la evaporación excesiva y quemadura consecuente por elevación de temperaturas sobre la pared del fruto. Vulgarmente esta alteración se conoce con el nombre de «planchado». El incremento de la humedad relativa puede resolver el problema.

c) Cracking

Se forman unas grietas longitudinales en la superficie del fruto. Los cambios repentinos en el índice de crecimiento de la fruta hacen que la piel no resista el empuje de la carne, produciéndose unas hendiduras verticales. Alteraciones bruscas en los índices de humedad relativa, así como de la conductividad eléctrica en la solución de riego, favorecen la situación. Una proporción descompensada a favor del numerador en la relación K^+/Ca^{2+} , también favorecen esta fisiopatía. Las pequeñas «rajas», en la sección convexa del fruto que es la que se ve afectada por el crecimiento de la pulpa (Condéz, s/f).

d) Frutos deformes

Casilimas *et.al.*, (2012), afirma que la aparición de frutos deformes está asociada a temperaturas durante las horas de la noche. Las temperaturas promedias nocturnas ideales se encuentran alrededor de 17 a 15 °C, las cuales aseguran una correcta formación de semillas y una forma regular de los frutos. En zonas donde las temperaturas nocturnas son bajas menores a 15° C también presentan una disminución considerable en la viabilidad de polen; debida a la anterior, una práctica recomendada es la utilización de abejorros para favorecer el proceso de polinización, con lo cual se mejora tanto el porcentaje de frutos cuajados como su forma.

3.12. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de pimentón

El manejo adecuado de los factores edafoclimáticos es fundamental para el desarrollo óptimo del cultivo de pimentón, cada uno de los cuales se encuentran estrechamente relacionados.

Para su óptimo desarrollo se requiere seleccionar un adecuado sitio para la siembra y así mismo, se debe contar con las condiciones agroecológicas requeridas por el mismo, para que este exprese su máximo potencial en crecimiento, desarrollo y producción (Rodríguez, 2010).

3.12.1. Altitud

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f), argumenta que el cultivo de pimentón se desarrolla bien en alturas de 0 a 2300 msnm.

3.12.2. Temperatura

La planta del pimentón requiere temperaturas elevadas para tener un buen desarrollo que comprende entre los 20 y 28 °C. esta especie no tolera temperaturas bajas, aunque en la etapa de floración las temperaturas templadas que comprenden entre (18 y 20 °C) favorecen al cuaje de los frutos (Unterladstatter, 2000).

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f), menciona que el chile dulce se desarrolla bien con temperaturas de 15 a 30 °C; a temperaturas mayores la formación de frutos es mínima. La temperatura óptima del suelo para germinación es de 18 – 30 °C.

Victorino, *et al.*, (2010), indican que la temperatura influye sobre la menor y mayor aceleración de los procesos bioquímicos en la nutrición de la planta. Es decir, influye sobre: la germinación, crecimiento, floración, fructificación, transpiración, respiración y fotosíntesis. Las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están entre 0 a 70 °C, fuera de los cuales los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente.

Si la temperatura no es óptima pueden presentarse los siguientes inconvenientes:

La polinización aumenta cuando la temperatura diaria baja de 20 °C, siendo esta la temperatura óptima para el cuaje.

Las altas temperaturas, mayores de 32 °C y con baja humedad relativa provocan caída de los botones florales, flores y reducción de la capacidad del polen para la fecundación.

Los saltos térmicos que se producen entre el día y la noche (diferencias de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos.

Por debajo de 15 °C el crecimiento es malo y con 10 °C el desarrollo del cultivo se paraliza y temperaturas superiores a los 35 °C la fructificación es muy débil o nula.

Temperaturas nocturnas mayores a 30 °C pueden causar el aborto de todas las flores y botones florales.

Si la temperatura está por debajo del rango óptimo, se puede presentar la formación de múltiples frutos de menor tamaño alrededor del principal y frutos deformes durante la formación del botón floral (Corpoica, 2014).

3.12.3. Humedad relativa

Unterladstatter (2000), menciona que la humedad relativa ambiente alta, superior al 80%, durante la época de floración dificulta el saltado de polen, lo que origina la caída de las flores.

También es exigente en alta luminosidad y baja humedad relativa, la óptima es de 50 a 70 %, menor humedad relativa puede provocar caída de flores por exceso de transpiración y mayor Humedad Relativa, mayor susceptibilidad a la proliferación de enfermedades de suelo (Pino, 2018).

3.12.4. Luz

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, (s/f). El chile dulce necesita de una buena iluminación. En caso de baja luminosidad, el ciclo vegetativo tiende a alargarse; en caso contrario, a acortarse. Esto indica que las épocas de siembra y la densidad deben ser congruentes con el balance de la luz.

Es poco afectada por el fotoperiodo, dentro de un rango de 7 -15 horas luz. Sin embargo, con 24 horas luz, la floración se atrasa de 5 a 9 días. La luminosidad mínima requerida para la floración normal es de 3000 luxes (Pino, 2018).

La exposición a radiación alta durante la etapa de madurez puede producir partiduras del fruto y coloración irregular en la madurez. (Corpoica, 2014 y Condes, 2017).

3.12.5. Suelo

Unterladstatter (2000), menciona que el pimentón se desarrolla bien en la mayoría de los suelos, siempre y cuando no sean susceptibles al encharcamiento, y contengan una buena proporción de materia orgánica. El pimentón es muy exigente en calcio, su carencia puede causar un estancamiento del crecimiento de las plantas. La fertilización con dolomita, da resultados muy satisfactorios.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f), indica que el suelo debe satisfacer una lámina de agua total entre 900 y 1,200 mm para el ciclo del cultivo desde el trasplante hasta el último corte comercial.

En general, las plantas absorben el agua por las raíces junto con los nutrientes minerales disueltos que ella contiene; utilizan el agua en la fabricación de carbohidratos durante la fotosíntesis y para el transporte interno de los nutrientes, las fitohormonas y los productos de la fotosíntesis, que son usados en la formación de nuevos tejidos y en el llenado de los frutos.

Cuando la planta se acerca a su marchitez, hay una reducción o cese de su crecimiento y desarrollo, con resultados potencialmente negativos para la producción de flores, y por ende los frutos. Aunque el chile dulce puede tolerar el

estrés hídrico, si éste era mucho tiempo, puede resultar en daños irreversibles, tales como la caída de las hojas, flores y, por último, de los frutos.

3.12.6. Textura

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f), indica que los suelos ideales para el cultivo de pimentón son suelos franco arenosos, francos, profundos, con adecuada capacidad de retención de agua y buen drenaje; deben evitarse los suelos demasiados arcillosos. El encharcamiento por períodos cortos, ocasionan la caída de las hojas por la falta de oxígeno en el suelo y favorece el desarrollo de enfermedades fungosas.

3.12.7. pH

Los valores de pH óptimos para el cultivo de pimentón oscilan entre 6.5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez hasta en pH de 5.5 (Molina, 2012).

De acuerdo con Pino (2018), el cultivo de pimentón puede resistir ciertas condiciones de acidez como pH 5,5.

3.12.8. Riego

Guía del cultivo de pimiento (2013), señala que la absorción de agua por el pimiento se realiza fundamentalmente en los primeros 50 cm de profundidad del suelo al 100%, ya que, en condiciones de riego, sus raíces se concentran en los primeros 30 cm del suelo.

FAO (2018), indica que los requisitos totales de agua en el pimiento (ET_m) fluctúan entre 600 a 900 mm y hasta 1.250 mm para variedades con largos períodos de crecimiento y cosecha escalonada.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f), indica que el cultivo requiere precipitaciones pluviales de 600 a 1200 mm bien distribuidos durante el ciclo vegetativo. Lluvias intensas, durante la floración, ocasionan la caída de flor por el golpe del agua y mal desarrollo de frutos, y durante el período de maduración

ocasionan daños físicos que inducen a la pudrición de éstos. Una sobredosis de agua puede inducir al desarrollo de enfermedades fungosas en los tejidos de la planta.

3.13. Invernadero

Cooman (2002) citado por Casilimas (2012), menciona que las características de los invernaderos empleados para la producción de hortalizas son similares a los que tienen aquellos que se emplean para la producción de plantas ornamentales. Para la construcción de estos invernaderos se requiere inversiones bajas comparadas con las que se emplean en otras regiones del mundo. Esto se debe a que la mayoría de los invernaderos empleados no disponen de sistemas de control activo de clima. Esta limitación para controlar factores climáticos contrasta con los objetivos de la agricultura protegida, en la cual, uno de los principios es aumentar el grado de control sobre los procesos biológicos. uno de los principales problemas en algunas zonas productoras de hortalizas bajo invernadero son las temperaturas durante la noche. Estas se deben, en primer lugar, a las condiciones climáticas externas que se presentan durante la noche. En segundo lugar, a la limitada capacidad que tienen los invernaderos para almacenar el calor capturado durante el día, y lo que se presenta es una rápida pérdida de él hacia la atmosfera. Finalmente, el mismo autor menciona que las bajas temperaturas limitan la producción potencial del cultivo que se ve afectado por esta variable.

Miserendino y Astorquizaga (2014), invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas y fuera de temporada. Es el sistema más simple y económico, para captar energía solar en favor de los cultivos.

Según Estrada (2012), las condiciones climáticas adversas como las granizadas heladas, temperaturas extremadamente bajas y la alta radiación solar, presentes en las regiones no permiten cultivar hortalizas a campo abierto, reduciendo la disponibilidad de dichos alimentos. Al controlar la temperatura y humedad, aceleran

el crecimiento de los cultivos incrementando los rendimientos y permitiendo que la cosecha se realice a su tiempo a diferencia que en campo abierto los rendimientos son menores.

3.14. Campo abierto

Las plantas cultivadas a campo abierto están expuestas a una serie de riesgos al afrontar estrés calórico por altas o bajas temperaturas y factores meteorológicos, entre ellos lluvia, granizo y heladas. Estas condiciones adversas son especialmente perjudiciales en cultivos de alto valor como flores y hortalizas y en aquellos que en condiciones climáticas adversas se ven sometidas a daños, retrasos de crecimiento, disminuciones de su producción, ataque de plagas y enfermedades, desórdenes fisiológicos y mortandad de plantas. Estos riesgos hacen de los cultivos un negocio con alto grado de incertidumbre, que pueden no permitir la rentabilidad esperada, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 2014)

3.15. Incidencia

Es la relación porcentual de plantas enfermas sobre el total de plantas asimismo indica que es una manera sencilla y rápida de cuantificar el problema ocasionado por las enfermedades (Smith, 1992).

Barea (2013), menciona que es una proporción de individuos u órganos enfermos del hospedero con relación a los sanos.

$$\%I = (\text{Numero de plantas enfermas}) / (\text{total de plantas}) * 100$$

3.16. Costos parciales

Método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Los costos que varían son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria que varían de un tratamiento a otro (CIMMYT, 1998).

3.17. Rendimiento

El concepto de rendimiento se refiere a la producción o la cantidad que se ha obtenido en el tiempo y espacio, él es expresado generalmente en volumen obtenido por unidad de superficie, como toneladas por hectárea (Ortiz, 1992 citado por Choque, 2005).

3.18. Beneficio bruto

Álvarez y Chang (1990) citado por Choque (2005), señala que el ingreso o beneficio de la producción resulta de la multiplicación de la cantidad producida de un bien por su precio de venta, el resultado obtenido de esta manera se denomina beneficio bruto (BB) o ingreso bruto.

3.19. Beneficio neto (BN)

El beneficio neto o ingreso neto, el cual es la ganancia obtenida de la actividad o proyecto realizado y está dado por el beneficio bruto (BB) menos los costos totales variables (CT) de producción; que son los capitales que varían cada gestión agrícola, (Mokate, 1998 citado por Choque, 2005).

3.20. Relación beneficio/costo (B/C)

Mokate (1998) citado por Choque (2005), menciona que la relación beneficio/costo (B/C) muestra la cantidad de dinero actualizado que recibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida. Se estima dividiendo el beneficio bruto (BB) entre el costo total (CT).

3.21. Comportamiento agronómico

De acuerdo a Significados.com (2021), el concepto de la palabra comportamiento: lo define como: Todas aquellas reacciones que tienen los seres vivos (plantas) en relación con el medio en el que se encuentran (suelos, agua, ambiente, temperatura, otros). Por otro lado, Rivera (2015), indica que las labores culturales

son todas las actividades que se deben realizar en el huerto, desde la siembra hasta la cosecha, para que se desarrollen sin ningún problema las plantas y se optimice la producción.

4. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo en el Hogar Santa Aquilina, perteneciente a la Comunidad Papa Juan XXIII, que está ubicado en la Comunidad Bajo Lipari del Municipio de Mecapaca de la Provincia Murillo del Departamento de La Paz, que se encuentra a una altitud de 3032 msnm, geográficamente a 16°37'00,0" latitud sur y 68°04'00.0" latitud oeste.

Figura 1

Hogar Santa Aquilina Comunidad Papa Juan XXIII, Bajo Lipari Municipio Mecapaca, La Paz-Bolivia



4.2. Clima

La zona presenta temperaturas medias entre los 15 °C y 22 °C, las temperaturas durante la noche se reducen hasta los 5 °C y durante el día alcanzan una máxima de 38 °C, esto debido a la radiación, evaporación de río y transpiración de las plantas.

La comunidad Bajo Lipari tiene poca frecuencia de heladas, debido a la región montañosa, que favorece al viento en dirección las precipitaciones. Por otro lado, al encontrarse a las orillas del río, la evaporación del agua, evita el descenso brusco de la temperatura (Castro, 2020).

4.3. Geografía

Es un valle con pendiente moderada, mesetas, quebradas profundas, grado de erosión alta y ríos inestables. El ancho del valle comprende entre 5 a 15 km de longitud, alberga la mayor área en forestación de la zona, las zonas agrícolas equivalen a al 40% de las tierras (Castro. 2020).

4.4. Fisiografía

Está formado principalmente por montañas, serranías y colinas, con presencia de valles angostos y encajonados, comprende tres pisos ecológicos, valles, cabecera de valles y altiplano, topografía accidental, que comprende los valles de Río Abajo, encerrada entre dos montañas constituidas por ambientes frágiles que presenta altos índices de degradación de suelos y escasa cobertura vegetal caracterizado por arbustos, plantas herbáceas, bosque semideciduo y deciduo (Castro, 2020).

4.5. Recursos hídricos

La principal fuente de agua es el Río La Paz, que cruza de extremo a extremo, favoreciendo en su recorrido a la mayor parte de las comunidades que captan el agua para el riego de las actividades productivas, el cual es utilizado durante todo

el año. También existen fuentes de agua subterránea que es utilizado para riego complementario en áreas de mediana producción (Castro, 2020).

4.6. Suelo

Está formado por erosión que viene desde la cuenca de las amazonas, suelo con contenido de un anticlinal de lutitas y en menor cantidad de cuarcita por lo que en época de lluvia son característicos las mazamoras. La zona se encuentra totalmente parcelada por ser una región productora de hortalizas y acceso al agua del riego (Castro, 2020).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material biológico

El material vegetal que se utilizó son semillas de tres variedades de pimentón (*California wonder*, *Mercury* y *Yolo wonder*).

5.1.2. Material de campo

Picota, pala, rastrillo, cordel para delimitar, estacas de madera, letreros de identificación, alambre para tutorar, cinta métrica, vernier, bolsas de cosecha, cordel de tutoraje.

5.1.3. Material de escritorio

Cámara fotográfica, cuaderno de campo, hojas bond, calculadora, computadora, bibliografía consultada, bolígrafos, lápices.

5.1.4. Abonos

Humus de lombriz, estiércol ovino y turba.

5.2. Métodos

5.2.1. Procedimiento experimental

a) Preparación del almacigo

Primeramente, se realizó la mezcla del sustrato (estiércol de ovino, tierra del lugar, turba, humus de lombriz), seguidamente la desinfección con agua de canela para luego cubrir con nylon y dejar por 48 horas.

b) Muestreo de suelo

Las muestras fueron tomadas en forma de zigzag del área experimental, con la ayuda de una pala, se tomó seis muestras, las mismas que fueron mezcladas, para luego cuartear obteniendo una muestra de un kg el cual se embolsó, etiquetó y se llevó a laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas (LAFASA).

c) Control de temperatura

Se realizó con un termómetro tanto en invernadero como en campo abierto, generando datos de temperatura.

d) Siembra

La siembra se efectuó en bandejas con alveolos en la cual se incorporó sustrato, consiguiendo la semilla a una profundidad del doble de su tamaño normal y finalmente se tapó las semillas para inducir a la germinación dando condiciones ideales tanto temperatura como humedad.

e) Preparación del terreno

Primeramente, se realizó una remoción profunda, con el propósito de eliminar malas hierbas, que fue un gran problema en el área experimental, para luego comenzar a desterronar el suelo e incorporar el estiércol de ovino, que es aprovechado por el cultivo, por otro lado Iglesias (s/f), el nitrógeno mineralizable al primer año es del

60% que está disponible para los cultivos y el 40% se pierde por percolación, posteriormente se procedió nivelar el suelo tanto en invernadero como en campo abierto.

f) Formación de surcos

Se formaron los surcos con un distanciamiento de 0,50 m entre hileras y 0,40 m entre plantas con un pasillo en el centro de 1 m.

g) Trasplante

A los 55 días posterior de la siembra, se seleccionó los mejores platines de las variedades correspondiente a cada tratamiento se puso una planta por perforación y se cubrió con el mismo sustrato.

h) Riego

Antes del trasplante se realizó el riego a capacidad de campo, para evitar el estrés de los plantines y asegurar el prendimiento,

Se realizó riego por inundación con frecuencia de una vez por semana en invernadero, a diferencia del campo abierto que se realizó dos veces a la semana tomando en cuenta criterios técnicos según la necesidad del cultivo.

i) Control de malezas

El control de malezas se realizó constantemente de forma manual, extrayendo las malas hierbas desde la raíz, para evitar la competencia de nutrientes, agua y luz asimismo las malezas son hospederos de plagas y enfermedades que dañan el cultivo.

j) Aporcado

Se efectuó después de un mes del trasplante para poder facilitar la aireación del suelo e infiltración del agua, mejorando el desarrollo de las raíces.

k) Poda

Se llevo a cabo la poda holandesa que consiste en quitar las hojas del tallo principal quedando solo una hoja antes de la cruz para favorecer el crecimiento del cultivo tanto para el invernadero como en campo abierto.

l) Tutorado

Se realizó el tutorado con cordeles individuales para evitar el quiebre de las ramas de las plantas.

m) Control de plagas y enfermedades

Se realizó control fitosanitario monitoreando constantemente los daños causados por plagas y enfermedades.

En el transcurso de la investigación se idéntico problemas de ataque de enfermedades como ser *Botryotinia fuckeliana* que causó daños en dos órganos de la planta frutos, tallos en invernadero y en campo abierto se presentó la podredumbre apical que causo daño en los frutos. El control que se realizó para reducir el ataque de ambas enfermedades fue de manera mecánica que consistió en la eliminación de plantas, ramas y frutos infestados.

n) Cosecha

La cosecha se realizó aproximadamente a los 120 días después del trasplante la cual consistió en cosechar los frutos maduros tomando en cuenta criterios técnicos de maduración se cortó con 2 cm de pedúnculo los frutos.

5.2.2. Diseño de estudio

Se empleo un diseño completamente al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones.

5.2.2.1. Modelo estadístico

Modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\beta\alpha)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Una observación

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del i-esimo factor A (Ambientes)

β_j = Efecto del j-esimo factor B (variedades)

$(\beta + \alpha)_{ij}$ = Interacción (Ambientes*Variedades)

ε_{ij} = Error experimental

5.2.2.2. Factores de estudio

Factor A: Ambiente

a_1 = Invernadero

a_2 = Campo abierto

Factor B: variedades

b_1 = *California wonder*

b_2 = *Yolo wonder*

b_3 = *Mercury*

5.2.2.3. Número de tratamientos

Tabla 4

Descripción de tratamientos

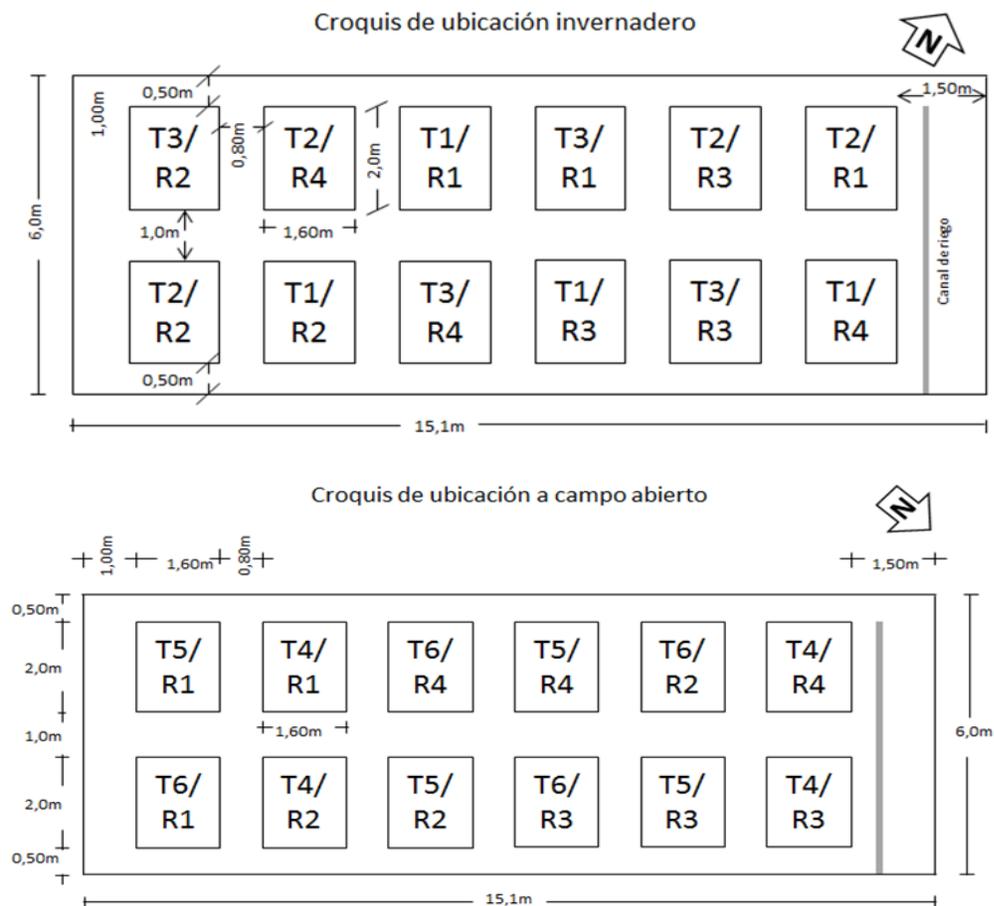
Tratamiento	Combinación	Descripción
T1	a1 x b1	Invernadero California wonder
T2	a1 x b2	Invernadero Yolo wonder
T3	a1 x b3	Invernadero Mercury
T4	a2 x b1	Campo abierto California wonder
T5	a2 x b2	Campo abierto Yolo wonder
T6	a2 x b3	Campo abierto Mercury

5.2.2.4. Croquis del experimento

En el experimento se evaluó seis tratamientos con cuatro repeticiones, mismas que fueron dispuestos de manera aleatoria como se observa en la figura 2, Cada unidad experimental compuesto de 20 plantas.

Figura 2

Croquis de las unidades experimentales por tratamientos



5.2.3. Variables de respuesta

a) Porcentaje de prendimiento

Para esta variable, los datos se tomaron a los 15 días después del trasplante, contabilizando las plantas que lograron sobrevivir en el campo definitivo.

b) Altura de planta

Para la altura de planta se registraron los datos cada 15 días, con la ayuda de una cinta métrica desde el cuello de la planta hasta el ápice vegetativo.

c) Número de flores por planta

Se registró una vez por semana todas las flores que lograron florecer completamente.

d) Número de frutos por planta

Para esta variable se cuantifico el número de frutos que llegaron a la madurez comercial y fueron recolectados con el uso de una tijera, como número de muestras se tuvo cuatro plantas por unidad experimental.

e) Longitud de fruto

Esta variable se evaluó en el momento de la cosecha, la medición se realizó con una escala de Vernier, desde la base del receptáculo hasta el ápice del fruto.

f) Diámetro de fruto

Se evaluó en el momento de la cosecha, esta medición se realizó con un calibrador vernier, la parte más ancha del fruto como referencia.

g) Peso de fruto por planta (gr)

Se realizó con la sumatoria de cada cosecha, definidas por unidad experimental, estas fueron pesadas de forma individual en una balanza analítica.

h) Rendimiento en (kg/ha)

Se efectuó la sumatoria de peso de los frutos por tratamiento en función a la superficie de cultivo.

i) Costos parciales

Se realiza el rendimiento total ajustando al 10% de decremento seguidamente se multiplica por el precio de venta, tomando en cuenta la época donde los precios varían, seguidamente sacar el beneficio neto que es el beneficio bruto menos que el total de gastos realizados.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Fluctuación de la temperatura

El comportamiento de la temperatura durante toda la etapa de investigación fue registrado con ayuda de un termómetro de máximas y mínimas, para determinar el efecto de la temperatura en el comportamiento y desarrollo del cultivo.

En la figura 3 se observa los registros de temperaturas, que fueron obtenidos a partir del día de la siembra hasta la tercera cosecha, que corresponden a los 140 días para el invernadero, y los 154 días en el campo abierto, partiendo del mes de octubre a marzo.

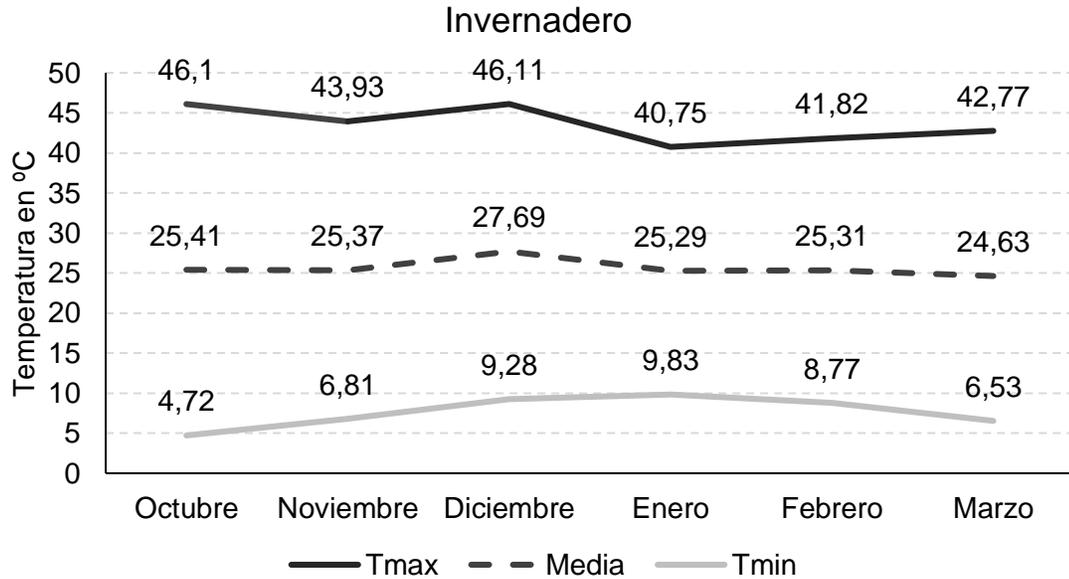
6.1.1. Descripción de las temperaturas registradas en el invernadero durante el desarrollo del cultivo

En la figura 3, se puede apreciar que existieron ciertas fluctuaciones en los meses de octubre y diciembre, puesto que la amplitud térmica tuvo una cierta elevación, a diferencia del mes de enero donde existió una ligera disminución; por otra parte, las temperaturas más altas registradas fueron de 46,1 °C en los meses de octubre y diciembre y la temperatura más baja registrada fue de 4,7 °C, del mes de octubre, durante la etapa de investigación.

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (s/f). menciona que el cultivo de pimentón se desarrolla bien con temperaturas de 15 a 30 °C; a temperaturas mayores la formación de frutos es mínima.

Figura 3

Comportamiento de temperaturas máximas, medias y mínimas durante la etapa de investigación en Invernadero



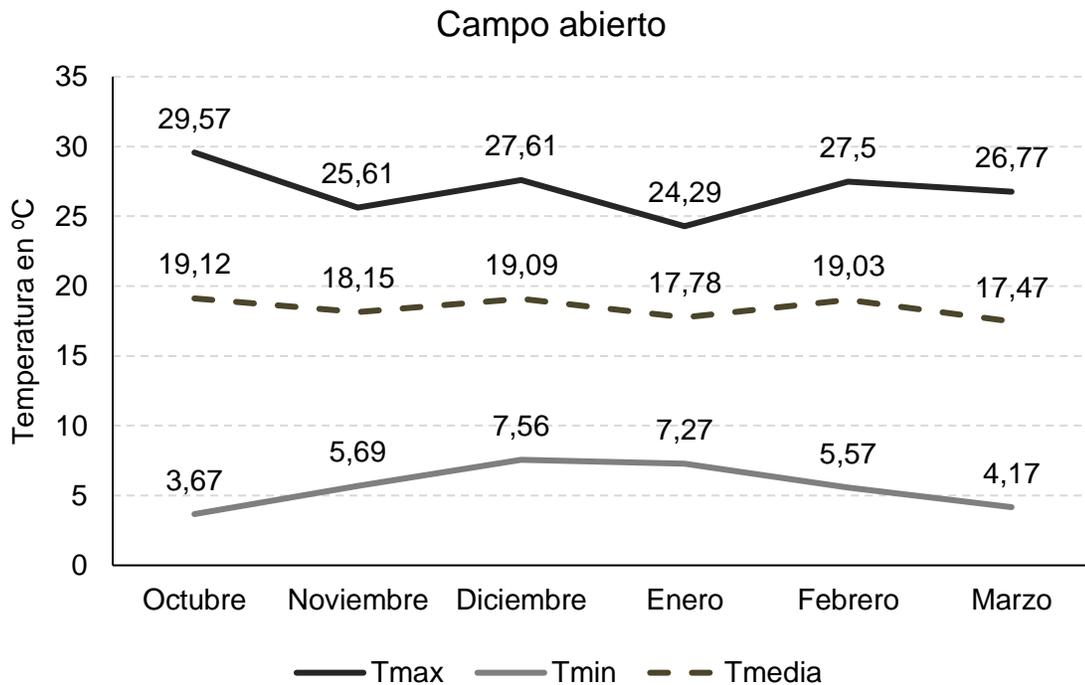
6.1.2. Descripción de las temperaturas registradas en el campo abierto durante el desarrollo del cultivo

Los registros de temperaturas fueron obtenidos a partir del día de la siembra hasta el último día de la cosecha, que corresponden a los 154 días de octubre a marzo.

En la figura 4, se puede apreciar las fluctuaciones temperaturas máximas, medias y mínimas durante los seis meses de la etapa de investigación, la temperatura más alta registrada fue de 29,57 °C, en el mes de octubre y la temperatura más baja registrada fue de 3,67 °C, del mismo mes.

Figura 4.

Comportamiento de temperaturas máximas, medias y mínimas durante la etapa de investigación a campo abierto



6.1.3. Descripción de análisis físico químico del análisis de suelo

Los resultados del análisis de suelos muestran tanto en campo abierto como en invernadero un ph de 6,9 y 7,16 respectivamente. Suelo apto para la producción del cultivo de pimentón donde la planta tiene la facilidad de asimilar los nutrientes disponibles del suelo. Corroborando con Molina (2012), donde indica que el cultivo del pimentón requiere un ph de 6,5 a 7.

Con respecto a la textura del suelo es franco en ambos ambientes idóneo para el cultivo de pimentón. Por otro lado, la conductividad eléctrica en campo abierto fue de 0,22 y 0,49 mmho/cm en invernadero suelos (no salino). En tanto el análisis químico en campo abierto y en invernadero la relación Ca/Mg fue de 2,38 y 2,23 respectivamente, lo que significa que existe equilibrio de ambos nutrientes.

El contenido de materia orgánica es de 2,90% y 3,22%, tanto en campo abierto como en invernadero respectivamente. Que está dentro de los parámetros de contenido medio. En nitrógeno total tanto en campo abierto como en invernadero es de 0,32%, existe un alto contenido de nitrógeno en el suelo. El fósforo disponible en campo abierto fue de 80,8 ppm y 93,2 ppm en invernadero, según los parámetros cuando el fósforo disponible es mayor a 14 ppm (Alto) existe alto contenido de fósforo.

Cuando la planta está saturada de fósforo bloquea otros elementos como el calcio, magnesio entre otros, por lo tanto, se obstruye la absorción de nutrientes y existe un desequilibrio fisiológico en la planta, como consecuencia se desencadena la presencia de enfermedades.

6.2. Porcentaje de prendimiento

En la tabla 5, el análisis de varianza muestra que existen diferencias altamente significativas entre ambientes, lo que indica que existe variación en el porcentaje de prendimiento.

El porcentaje de prendimiento tuvo incidencia en la adaptación de las plántulas por el estrés de las bajas temperaturas durante la noche y altas temperaturas durante el día que se presentó por el mes de octubre y una elevada radiación solar.

Tabla 5

Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento

Fuente de Variación	Gl	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha=5\%$)
Factor A (Ambientes)	1	176,04	176,04	8,31	0,0099 **
Factor B (Variedades)	2	277,08	138,54	6,54	0,0073 **
Interacción A*B	2	214,58	107,29	5,07	0,0180 *
Error	18	381,25	21,18		
Total	23	1048,96			

C.V. = 4,90%

Para las variedades del cultivo de pimentón se identificó que existe diferencias altamente significativas, lo que indica que las variedades influyen en el porcentaje de prendimiento, tanto para el invernadero como para campo abierto, las diferencias son significativas entre las variedades del cultivo.

Para la interacción entre factor ambiente y factor variedad del cultivo, presentó diferencias significativas, lo que indica que existe interacción entre factores, cada factor es dependiente una de la otra en cuanto a la aceptación de las plántulas a terreno definitivo.

El coeficiente de variación 4,90%, indica que hubo un buen manejo de unidades experimentales, y los datos son confiables.

Tabla 6

Prueba Duncan para ambientes en porcentaje de prendimiento

Ambientes	Medias (%)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	96,67	A
C. abierto	91,25	B

En la tabla 6, el resultado dado en la prueba Duncan a un nivel de significancia (5%), muestra que existe diferencias en el porcentaje de prendimiento, en este sentido, se registró una media de 96,67% al interior del invernadero y un 91,25% de porcentaje de prendimiento a campo abierto.

En invernadero se tuvo mayor eficiencia en el porcentaje de prendimiento debido a que las plántulas fueron almacenadas en dicho ambiente, la cual favoreció al momento del trasplante al campo definitivo. Por otro lado, en campo abierto las plántulas sufren estrés por la radiación solar directa, los fuertes vientos que provocan una mayor evaporación. Alegría (2016), manifiesta que la planta invierte más en la raíz para poder obtener más agua y minimizar la pérdida.

Tabla 7

Prueba Duncan para variedades en porcentaje de prendimiento

Variedades	Medias (%)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Mercury	97,50	A
Yolo Wonder	95,00	A
California wonder	89,38	B

En la tabla 7, se observa la prueba de Duncan a un nivel de significancia del (5%), se evidencia claramente que existe dos grupos que se diferencian, las variedades *Mercury* y *Yolo wonder* son estadísticamente iguales con una media que alcanzaron

del 97,50% y 95% respectivamente, por otra parte, la variedad *California wonder* con una media de 89,38%.

Nuez, *et al.* (2003), señala que la variedad *California wonder* es una variedad de origen norteamericano, muy vigorosa apta para el cultivo en invernadero.

Tabla 8

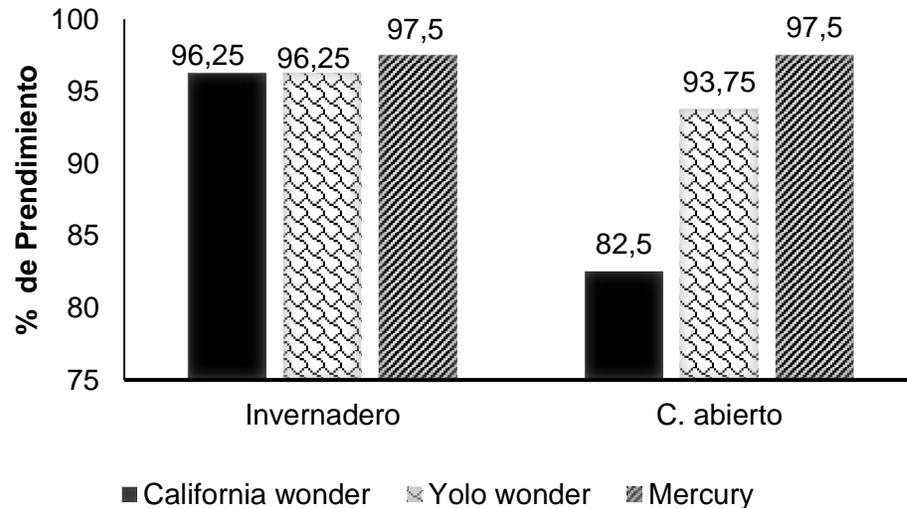
Prueba de efectos simples para la variable porcentaje de prendimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Variedad (Invernadero)	1	4,17	4,17	0,20	4,42	8,28	NS
Variedad (C. abierto)	1	487,5	487,5	23,02	4,42	8,28	**
Error	18	381,25	21,18				

De acuerdo a la prueba de efectos simples el factor variedad en el invernadero no registro significancia alguna, eso indica que los efectos son independientes entre sí, mientras que para el factor variedad a campo abierto, si se encontró diferencias altamente significativo, los que indica q los efectos no son independientes, así como se observa en la tabla 8.

Figura 5

Efecto de la interacción entre ambientes y variedades en el porcentaje de prendimiento



En consecuencia los valores encontrados del porcentaje de prendimiento de las plantas de pimentón fueron influenciados por las bajas y altas temperaturas en lo que se refiere a la amplitud térmica, como efecto la retardación en las células de los tejidos, esto es apoyado por Gordon y Barden, citado por Pujro (2002), quien menciona que la temperatura es un factor ambiental que afecta a la fisiología de las plantas; considerando que las temperaturas altas y bajas llegan a acelerar o retardar el crecimiento de las plantas.

6.3. Altura de planta

De acuerdo a la tabla 9, el análisis de varianza para la variable altura de planta, indica que existen diferencias altamente significativas para el factor tipos de ambiente; es decir, que existió variación entre Invernadero y campo abierto, sobre la altura de planta, por lo tanto, es pertinente realizar la prueba de significancia Duncan.

Tabla 9*Análisis de varianza para altura de planta*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha= 5\%$)
Factor A (Ambientes)	1	8764,04	8764,04	306,43	0,0001 **
Factor B (Variedades)	2	195,52	97,76	3,42	0,0552 **
Interacción A*B	2	166,29	83,15	2,91	0,0805 NS
Error	18	514,81	28,60		
Total	23	9640,66			

C.V. = 12,38%

Por otro lado, se reportan diferencias altamente significativas en la altura de planta para el factor variedades (*California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury*).

La interacción tipos de ambientes y variedades de pimentón, no presentaron diferencias significativas, es decir que los dos factores son independientes en la variable altura de planta.

El coeficiente de variación fue de 12,38 %, que indica que los datos obtenidos son confiables y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 10*Prueba Duncan para ambientes en la altura de planta*

Factor A (Ambientes)	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	62,29	A
C. abierto	24,07	B

En la tabla 10, se observa la prueba de Duncan a un nivel de significancia del (5%), donde se llegó a determinar que en invernadero alcanzó una media de 62,29 cm, en relación a una media de 24,07 cm, de altura de planta a campo abierto.

Ludvik, B.; Giardina, E.; Di Benedetto, A. (2017), menciona que el crecimiento es influenciado por la temperatura del aire, la cual afectan a la producción de fotoasimilados. Una menor temperatura durante el ciclo de crecimiento vegetativo reduce el rendimiento final. Sus exigencias térmicas hacen que su ciclo de cultivo óptimo a campo sea primavera-estival, mientras que bajo cubierta es factible anticiparlo y retrasarlo, logrando producciones gran parte del año. Las condiciones óptimas para el crecimiento del pimiento requieren temperaturas diurnas de 24 °C a 26 °C y nocturnas de 16 °C a 18 °C.

Según Reche (2010), es importante conocer dicho ambiente al objeto de proporcionar los parámetros climáticos adecuados que favorezcan el crecimiento y el desarrollo de la planta, la luminosidad y la temperatura son los factores que afectan al cultivo del pimentón, tomando en cuenta la calidad del agua y la fertilidad del suelo son factores que afectan la productividad.

Tabla 11

Prueba Duncan para variedades en altura de planta

Factor B (Variedades)	Altura de planta (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Mercury	47,22	A
California wonder	41,17	B
Yolo wonder	41,16	B

En la tabla 11, se observa la prueba de Duncan ($p < 0,05$), donde se llegó a determinar que existen dos grupos que se diferencian, el primero formado por la variedad *Mercury*, el segundo formado por las variedades *California wonder* y *Yolo Wonder*.

Asimismo, se evidencia que la variedad *Mercury* alcanzo una altura de planta final de 47,22 cm, en promedio, por otra parte, se reportó que las variedades *California wonder* y *Yolo wonder* nos muestra que son estadísticamente iguales que alcanzaron una media de 41,17 cm y 41,16 cm, respectivamente en altura de planta.

La altura de planta de las variedades está dentro de los valores encontrados en el departamento de La Paz, corroborando con Pérez (1997), en una tesis realizada en la provincia Loayza del departamento de La Paz-Bolivia reporta que la variedad *Mercury* alcanzo un promedio de 38,6 cm y la variedad *California wonder* 37,8 cm de. Por otro lado, Alejo (2016), reporta una altura media de planta para la variedad *Mercury* igual a 51,73 cm y para la variedad *California wonder* con un valor promedio de 51,33 cm, esto evaluado en la provincia Omasuyus del departamento de La Paz-Bolivia. Finalmente, Laura (2016), en una investigación en la Estación Experimental de Cota Cota de la Facultad de Agronomía del departamento de La Paz, reporta que la variedad *Yolo wonder* obtuvo una altura de planta de 59,68 cm, seguido de la variedad *Mercury* con 58,78 cm y la variedad *California wonder* 54,27 cm.

Los factores que afectan al crecimiento de las plantas se clasifican factores internos (genotipo) y externos (clima, agentes bióticos tipos de suelos y la intervención de la mano del hombre) (Laura, 2016).

6.4. Número de flores por planta

En el análisis de varianza para la variable número de flores (tabla 12), indica que existen diferencias altamente significativas para el factor tipos de ambientes lo cual indica que hay variación en invernadero y campo abierto, sobre el número de flores, por lo que es conveniente realizar la prueba de significancia Duncan.

Tabla 12*Análisis de varianza para número de flores*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha= 5\%$)
Factor A (Ambientes)	1	869,17	869,17	1081,88	0,0001 **
Factor B (Variedades)	2	43,40	21,70	27,01	0,0001 **
Interacción A*B	2	17,73	8,86	11,03	0,0007 **
Error	18	14,46	0,80		
Total	23	944,76			

C.V. = 9,37%

En cuanto al factor variedades existen diferencias altamente significativas entre variedades *California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury* respecto a número de flores, por lo tanto, es pertinente realizar la prueba de significancia Duncan.

La interacción tipos de ambientes y variedades del pimentón, fue altamente significativa; es decir, que los dos factores no son independientes en la variable altura de planta, a lo que se procedió a realizar la prueba de efectos simples para ver si hubo efecto directo de todas las combinaciones de ambos factores en la variable número de flores.

El coeficiente de variación fue de 10,53 %, que indica que hubo un buen manejo de unidades experimentales.

Tabla 13

Prueba Duncan para ambientes en número de flores

Factor A (Ambientes)	Promedio (Nº)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	15,58	A
C. abierto	3,54	B

En la tabla 13, se observa la prueba de Duncan ($p < 0,05$), se llegó a determinar la diferencia entre el invernadero con una media de 15,58 flores, y campo abierto alcanzando un promedio de 3,54 flores.

Durante la etapa de floración se registró temperaturas máximas de 40-41 °C en invernadero y 24-27 °C a campo abierto y mínimas de 8-9 °C en invernadero y 5-7 °C en campo abierto, valores que no favorecen en su pleno desarrollo floral por la diferencia térmica que existe entre el día y la noche. Pino (2018), menciona las temperaturas óptimas para la floración del cultivo de pimentón diurna son de 20-25 °C y nocturnas de 16-18 °C y por encima de los 35 °C pueden provocar la caída de las flores.

Pino (2018), considera que la temperatura nocturna es el factor más importante para la inducción a la floración. La sensibilidad a temperaturas bajas nocturnas está relacionadas a la edad de la planta (si es más joven sufre más la caída de flores por bajas temperaturas). También es exigente en alta luminosidad. La floración de las primeras ramificaciones son las que brindan las mayores diferencias de rendimiento total, las diferencias en producción de frutos de las ramificaciones superiores son de menor importancia relativa.

Reche (2010), indica que para una eficaz fecundación se necesitan temperaturas diurnas entre 24 y 26 °C y de 18 a 20 °C por la noche. Si dichas temperaturas nocturnas son inferiores disminuye la viabilidad del polen y se producen frutos de menor tamaño y sin apenas semillas. Cuando, los pimientos se plantan temprano, hacia los meses de mayo y junio, y coincide el cuajado con temperaturas superiores

a los 35-38 °C puede haber problemas en la fecundación. A temperaturas superiores a las mencionadas el cuajado se reduce por disminuir los niveles de producción de auxina por los meristemas terminales incrementándose, al mismo tiempo, la caída de flores y de numerosos frutos en los que se observa el pedúnculo amarillento. Si dichas temperaturas no se prolongan durante varios días y no se ha caído la flor y se ha iniciado el cuajado, es probable que el ovario comienza a engrosar y se forme el fruto.

Reche (2010), en cuanto, a la floración y polinización, la temperatura óptima del ambiente ha de estar comprendida entre los 26 y 28 °C durante el día y 18 a 20 °C por la noche. Con temperaturas diurnas mayores de 30-35 °C se produce reducción de la polinización debido al exceso de transpiración, principalmente y, por consiguiente, del cuajado.

Tabla 14

Prueba Duncan para variedades en número de flores

Factor B (Variedades)	Medias (Nº)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Mercury	11,45	A
California wonder	8,84	B
Yolo Wonder	8,40	B

En la tabla 14 se observa la prueba de Duncan ($p < 0,05$), evidenciándose que la variedad *Mercury* fue la que presento mayor cantidad de flores por planta, llegando a alcanzar una media de 11 flores en relación a las otras dos variedades: *California wonder* y *Yolo wonder* que son estadísticamente similares con una media de 9 y 8 flores por planta respectivamente.

Las variedades como *Mercury*, *California wonder* y *Yolo wonder* fueron afectados por los ambientes, el invernadero tuvo mayor número de flores a diferencia del campo abierto donde se obtuvo menor número de flores, cuyo efecto se observó

directamente en el promedio general de las variedades. Teniendo en cuenta a Villagrán (1994), sostiene que la iniciación floral depende de las condiciones del medio ambiente (fotoperiodo y temperatura) y el vigor de las plantas.

Reche (2010), menciona que la temperatura óptima para la germinación del polen esta entre 20 y 25 °C en dicha temperatura el polen permanece viable durante un par de días. La maduración del polen se da por la absorción de agua por su protoplasma y rompe por alguno de sus poros las capas externas del grano de polen (exina). En la intina se produce una tensión violenta de sus tejidos y el contenido de polen hace hernia por dicha abertura y a continuación el polen penetra por medio del tubo polínico hasta llegar al óvulo produciéndose la fecundación.

Tabla 15

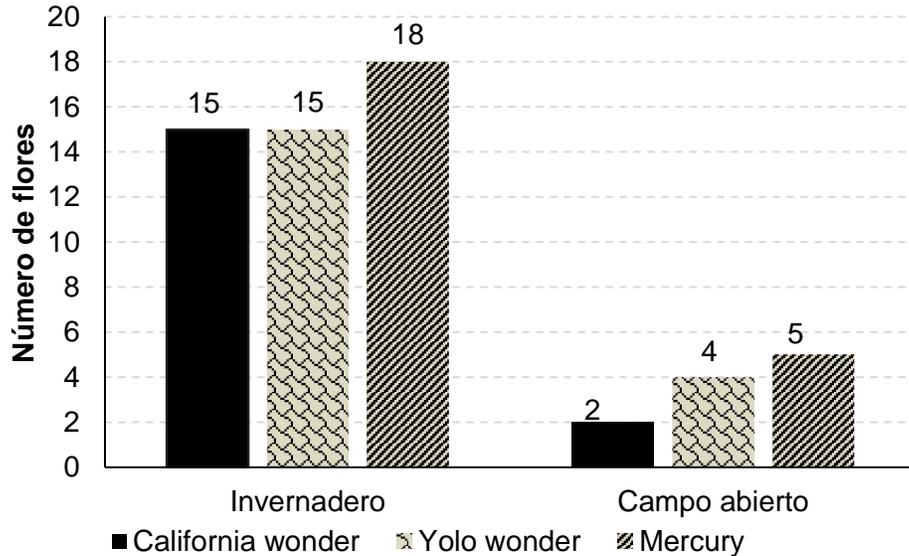
Prueba de efectos simples, para la variable número de flores

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Variedad (Invernadero)	1	45,85	45,85	2,16	4,42	8,28	NS
Variedad (C. abierto)	1	15,29	15,29	0,72	4,42	8,28	NS
Error	18	381,25	21,18				

En la tabla 15, de la prueba de efectos simples se mostró no significativo, eso indica que los factores son independientes tanto en las variedades en el invernadero como variedades en el campo abierto.

Figura 6

Efecto de la interacción entre ambientes y variedades en relación a número de flores



Se considera que las temperaturas mayores a los 30 °C son las más dañinas para el cultivo del pimentón, las mismas provocan aborto (caída) de botones florales y flores; sin embargo, las bajas temperaturas durante la noche pueden compensar parcialmente las altas temperaturas del día, y los altos niveles de luz durante el día permiten que la planta tolere mayores temperaturas (Berríos, *et al.* 2007).

6.5. Diámetro de fruto

En el análisis de varianza para la variable diámetro de fruto (tabla 16), indica que existen diferencias altamente significativas para el factor tipos de ambientes, lo cual indica que el efecto entre invernadero y campo abierto, influye sobre el diámetro de fruto, por lo que es conveniente realizar la prueba Duncan.

Tabla 16*Análisis de varianza para diámetro de fruto*

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha= 5\%$)
Factor A (Ambientes)	1	8	8,64	57,92	0,0001 **
Factor B (Variedades)	2	1	0,85	5,72	0,0120 *
Interacción A*B	2	0	0,31	2,10	0,1509 NS
Error	18	2	0,15		
Total	23	13			

C.V. = 5,37%

Para el factor variedades de pimentón existen diferencias significativas por lo que se evidencia que hay variación entre las variedades *California Wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury*, en cuanto a diámetro de fruto por lo tanto es pertinente realizar la prueba de significancia.

Para la interacción ente ambiente y variedad no existe significancia por lo que cada factor actúa de manera independiente.

El coeficiente de variación es de 5,37%, indica que se encuentra en el rango aceptable, hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 17*Prueba Duncan para ambientes en diámetro de frutos*

Ambientes	Medias (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	7,79	A
C. abierto	6,59	B

En la tabla 17, se observa la prueba de Duncan ($p < 0,05$), donde se llegó a determinar que existen diferencias entre el invernadero que obtuvo valores superiores en diámetro de fruto con una media que alcanzo de 7,79 cm, y en campo abierto con un valor inferior de 6,59 cm, de diámetro de fruto.

Por otro lado, Falcon (2014), expresa que el diámetro de fruto influye en el rendimiento final, los frutos de mayor diámetro dan mayor peso, por lo tanto, origina mayor producción por unidad de superficie y que el diámetro y peso del fruto están asociados positivamente con el rendimiento del fruto, también asevera que el peso unitario por fruto es determinante en la obtención de alto rendimiento.

Tabla 18

Prueba Duncan para variedades para diámetro de fruto

Variedades	Medias (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
California Wonder	7,44	A
Yolo wonder	7,31	A
Mercury	6,82	B

Como se puede apreciar en la tabla 18, la prueba Duncan ($p < 0,05$) para el factor variedades, existen dos grupos que se diferencian entre sí, la variedad *California wonder* y *Yolo wonder* son estadísticamente similares con una media de 7,44 y 7,31 cm respectivamente, es decir que trabajar con las variedades *California wonder* y *Yolo wonder* nos permiten obtener en promedio de diámetro de fruto de 7,37 cm, por otra parte, se determinó que la variedad *Mercury* tuvo un menor diámetro de fruto, habiendo alcanzado en promedio 6,82 cm. El diámetro de fruto de la investigación está dentro de los parámetros de acuerdo con INIA (2013), con valores de 6-10 cm.

Por otra parte, las diferencias en diámetro de fruto se deben a las características morfológicas propias de cada variedad de forma esférica, ovalada o en forma cuadrangular.

Durán (2009), describe que el diámetro de los frutos está influenciado principalmente por la heredabilidad de las variables, las características de la variedad *California wonder 300* presenta un diámetro de 10 cm y la variedad *Mercury* 10 cm de diámetro. A si mismo Alejo (2016), menciona que la variedad *California wonder* alcanzó una media de 8,57 cm de diámetro de fruto, seguido por la variedad *Mercury* con una media igual a 6.41 cm.

6.6. Longitud de fruto

En el análisis de varianza en la tabla 19, muestra que no existen diferencias significativas para la longitud de frutos, así como en para el ambiente, las variedades y la interacción.

Tabla 19

Análisis de varianza para la longitud de fruto

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha= 5\%$)
Factor A (Ambientes)	1	1,76	1,76	3,75	0,0687 ns
Factor B (Variedades)	2	1,31	0,65	1,39	0,2742 ns
Interacción A*B	2	1,18	0,59	1,25	0,3099 ns
Error	18	8,45	0,47		
Total	23	12,70			

C.V. = 11,73%

El coeficiente de variación fue de 11,73 %, que indica que está en el rango establecido, los datos obtenidos son confiables y que hubo un buen manejo en las unidades experimentales.

6.7. Número de frutos por planta

En el análisis de varianza para la variable número de frutos, en la tabla 20, muestra diferencias altamente significativas para el factor tipos de ambientes lo cual indica que existe variación tanto en invernadero y campo abierto.

En cuanto al factor variedades del pimentón existen diferencias altamente significativas donde se observa que cada variedad tiene un comportamiento distinto en el número de frutos por planta.

Tabla 20

Análisis de varianza para número de frutos

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft ($\alpha= 5\%$)
Factor A (Ambientes)	1	452,66	452,66	443,04	0,0001 **
Factor B (Variedades)	2	23,31	11,66	11,41	0,0006 **
Interacción A*B	2	6,91	3,45	3,38	0,05 *
Error	18	18,39	1,02		
Total	23	501,28			

C.V. = 13,13%

Existen diferencias significativas en la interacción tipos de ambientes y variedades de pimentón, es decir que los dos factores son dependientes en la variable número de frutos, por lo tanto, el factor tipos de ambiente, influye en el factor variedad y viceversa.

Debido a los factores ambientales, principalmente la luz y temperatura diurna y nocturna, en el invernadero se tiene mejores condiciones por lo tanto hubo un incremento en el número de las ramificaciones y bifurcaciones que posee la planta donde están insertados los frutos a diferencia del campo abierto donde el crecimiento de la planta fue menor.

El coeficiente de variación fue de 13,13%, que indica que los datos obtenidos son confiables y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 21

Prueba Duncan del factor tipos de ambientes para la variable número de frutos

Ambientes	Medias	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	12,04	A
C. abierto	3,35	B

Como se puede apreciar en la tabla 21, la prueba Duncan ($p < 0,05$), el factor ambiente influencia en el número de frutos, por lo que en invernadero se tiene un promedio de 12,04 frutos y en campo abierto con valor en promedio de 3,35 frutos, donde las condiciones edafoclimáticas varían, de ambiente en ambiente.

En campo abierto las plantas estuvieron expuestas a las intensas lluvias y temperaturas bajas lo que provocó la caída de los botones florales y por ende la reducción del número de frutos, en cambio en invernadero la diferencia de temperaturas máximas y mínimas durante el día y la noche fue lo que provoco el aborto de frutos cuajados. así como menciona, Reche (2010), con frutos ya en desarrollo es preferible que la oscilación de temperatura entre el día y la noche no superen de 8 a 10 °C y así evitar la caída de los frutos pequeños o recién cuajados. En este periodo la planta pasa frio los frutos aparecen muy delgados puntiagudo y a veces se deforman.

De acuerdo con Castillo (2011), la temperatura es el factor ambiental más importante en la fructificación del pimentón, al igual que la humedad elevada dificulta la fecundación de frutos y lluvias intensas durante la floración ocasionan la caída de flores por el golpe de agua. Así mismo Núñez (2013), menciona que temperaturas sobre 32 °C en el día y 13 °C durante la noche, afectan el cuaje de las flores.

Tabla 22

Prueba Duncan para variedades

Variedades	Medias	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Mercury	8,84	A
Yolo wonder	7,81	A
California wonder	6,44	B

Se observa la prueba Duncan ($p < 0,05$), donde se llegó a determinar que las variedades difieren entre sí, el primero formado por las variedades *Mercury* y *Yolo wonder* donde estadísticamente son iguales con una media de 8,84 y 7,81 frutos respectivamente, y el segundo formado por la variedad *California wonder* que alcanzó un valor inferior de 6 frutos.

Jara, (2016), menciona en una investigación bajo invernadero en Ecuador que en el primer rango se muestran la variedad *Larga* con 5,75 frutos por planta y en el segundo rango comparten las variedades *Yolo wonder* y *California wonder* con 4,42 y 3,93 frutos por planta respectivamente. Finalmente, Alejo (2016), indica que la variedad *California wonder* obtuvo mayor número de frutos una media que alcanzo de 10 frutos por planta, seguido por la variedad *Mercury* que alcanzó un valor inferior de 8 frutos por planta.

Pino (2018), el cuaje indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto. El pimiento emite una gran cantidad de flores, de las cuales una mínima proporción cuaja, puesto que, en esta especie, la caída de flores es un fenómeno frecuente.

Tabla 23

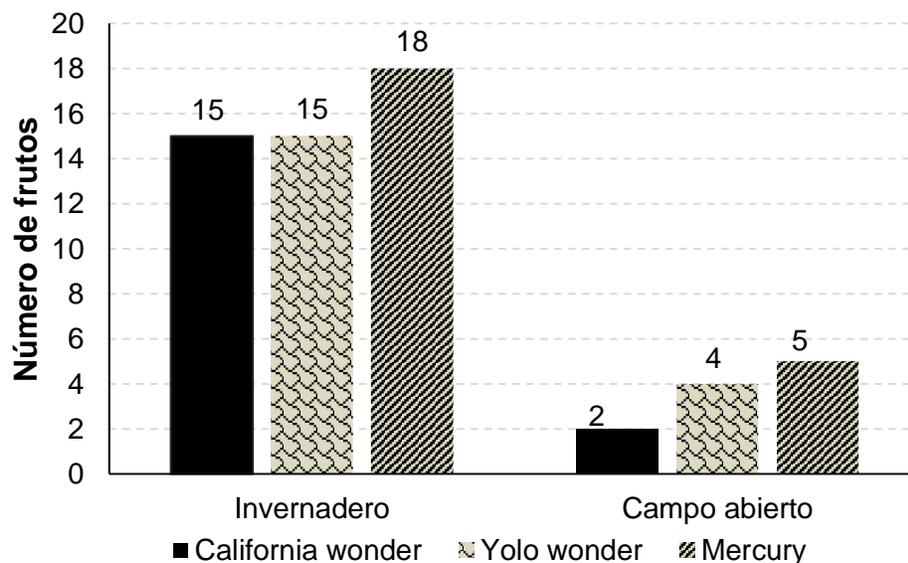
Prueba de efectos simples para la variable número de frutos

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Variedad (Invernadero)	1	1751,9	1751,9	82,71	4,42	8,28	**
Variedad (C. abierto)	1	5,82	5,82	0,27	4,42	8,28	NS
Error	18	381,25	21,18				

En la tabla 23, en la prueba de efectos simples la variedad en el invernadero es altamente significativo, eso indica que los efectos no son independientes, en cuanto a la variedad en el campo abierto indica que el efecto es independiente.

Figura 7

Efecto de la interacción entre ambientes y variedades en relación a número de frutos



En la figura se observa claramente que las variedades dentro del invernadero tienen mayor número de frutos: *California wonder* con 10 frutos, *Yolo wonder* 12 frutos y *Mercury* con un valor de 14 frutos por planta y en campo abierto la variedad *California wonder* con 2 frutos, *Yolo wonder* y *Mercury* con valores iguales de 4 frutos por planta. Nina (2019), indica que la variedad *California wonder* fue superior con 6 frutos en relación a la variedad *Mercury* con 5 frutos, la significancia se atribuye a las características propias del cultivo en respuesta a diferentes factores ambientales, de acuerdo a su genotipo y al medio ambiente donde se encuentren.

6.8. Peso del fruto por planta.

Según el análisis de varianza en la tabla 24, para el factor ambientes existe una diferencia significativa, lo que indica que se tiene variación tanto en invernadero como en campo abierto en el peso de fruto, por lo que es necesario realizar la prueba Duncan. Por otra parte, no existe diferencia significativa en el factor variedades ni en la interacción entre ambos factores, lo cual el peso de fruto se manifiesta de manera independiente.

Tabla 24

Análisis de varianza para la variable peso de fruto

FV	GL	SC	CM	F	P-Valor
Ambientes	1	4747706,26	4747706,26	138,20	0,0001 *
Variedad	2	84272,52	42136,26	1,23	0,3167 NS
Ambientes* Variedad	2	63939,65	31969,82	0,93	0,4125 NS
Error	18	618383,06	34354,61		
Total	23	5514301,49			

CV: 25,19

El coeficiente de variación fue de 25,19 %, que indica que los datos obtenidos no son confiables.

En la tabla 25, se observa la prueba Duncan ($p < 0,05$), donde se llegó a determinar que existen diferencias, entre el invernadero donde se obtuvo una media que alcanzo el 1180,63 g en el peso de fruto por planta y el segundo formado por el ambiente a campo abierto donde se obtuvo una media de 291,08 g de peso de fruto por planta.

Tabla 25

Prueba Duncan para ambientes

Ambientes	Medias (g)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	1180,63	A
C. abierto	291,08	B

El peso del fruto por planta varia en cuanto al ambiente en el que se encuentra La producción.

Sin embargo, cabe resaltar que las variedades en cierto modo manifiestan su potencial productivo en un determinado ambiente, el cual no es el mismo cuando son establecidos en un ambiente distinto, en donde las condiciones edafoclimáticas varían, de lugar a lugar. Tomando en cuenta que se trate de un invernadero, donde la luminosidad, la concentración de CO₂, la temperatura y la humedad difieren de un ambiente establecido a campo abierto, los cuales intervienen directamente en la formación de tejidos vegetales.

6.9. Rendimiento (Kg/ha)

En la tabla 26, el análisis de varianza, indica que existen diferencias significativas para el factor tipos de ambientes, lo cual indica que el efecto entre el invernadero y a campo abierto sobre la variable peso total es significativa, por lo tanto, es pertinente realizar la prueba de significancia Duncan. En cuanto al factor variedades

del pimentón existen diferencias no significativas entre los pesos totales de las variedades *California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury*.

Para la interacción entre ambos factores no hay significancia, quiere decir que cada factor actúa de manera independiente en la variable peso de fruto.

Tabla 26

Análisis de varianza de rendimientos en kg/ha

FV	GL	SC	CM	F	P-Valor
Ambientes	1	3366980582,81	3366980582,81	137,46	<0,0001 *
Variedad	2	57854815,41	28927407,70	1,18	0,3297 NS
Ambientes* Variedad	2	47934820,30	23967410,15	0,98	0,3950 NS
Error	18	440888549,78	24493808,32		
Total	23	3913658768,30			

CV: 25,22 %

El coeficiente de variabilidad es de 25,22 %.

La prueba de Duncan para el rendimiento entre el invernadero y el campo abierto, se muestra en la tabla 27, a un nivel de significancia del 5%.

Tabla 27

Duncan para ambiente

Ambientes	Medias (kg/ha)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
Invernadero	31466,66	A
C. abierto	7777,78	B

Realizada la discriminación de medias, se obtuvo un mayor rendimiento de pimentón en el invernadero con un valor promedio de 31466,66 (kg/ha), debido

fundamentalmente a la temperatura favorable que permitió lograr un mayor crecimiento y vegetativo en comparación con campo abierto presentando un rendimiento mucho más bajo, con un promedio de 7777,78 (kg/ha).

La oscilación diurna de temperatura tiene mucho que ver con la asimilación de CO₂, las altas temperaturas hacen que la respiración aumente y la fotosíntesis disminuya y por lo tanto la asimilación de CO₂ es menor, la producción de carbohidratos se da mediante la fotosíntesis. El proceso de respiración en las plantas consiste en usar los azúcares producidos en la fotosíntesis, además del oxígeno para producir energía que es utilizada para el crecimiento y desarrollo de las plantas favoreciendo la formación de los frutos incrementando el rendimiento (Ferrerías, s/f).

Matias, (2016), menciona que el peso medio de los frutos tiene un comportamiento diferente. Si bien el fruto rojo pesa más que el fruto cosechado en verde, la diferencia alcanza un 20% en el mejor de los casos, con diferencias mínimas del 5%, que se deba por las condiciones ambientales (Temperatura bajas o muy altas).

6.10. Análisis de costos parciales de producción

Para obtener el presupuesto parcial se calculó el beneficio bruto, el beneficio neto, costos de producción variables de los tratamientos, todos los cálculos fueron analizados por tratamientos, así como lo recomienda el método de análisis económico propuesto por (CIMMYT, 1998).

Tabla 28*Presupuesto parcial de un ensayo sobre ambientes y variedades*

Especificaciones	Invernadero			Campo abierto		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rdto. medio (kg/ha)	23660,7	25267,7	26337,3	3404,3	5828	6364
Rdto. ajustado (kg/ha) -10%	21294,6	22740,9	23703,6	3063,9	5245,2	5727,6
Precio (Bs/kg)	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75
Beneficio bruto (Bs./ha)	122.443,95	130.760,18	136.295,70	17.617,43	30.159,90	32.933,70
Total de costos que varían (Bs./ha)	112761,7	112761,7	112761,7	46767,87	47212,31	47212,31
Beneficios netos (Bs./ha)	9682,25	17998,48	23534	-29150,45	-17052,41	-14278,61
Relación B/C	1,09	1,16	1,21	0,38	0,64	0,70

El análisis de costos parciales fue efectuado en base a las prácticas agronómicas realizadas en el transcurso de toda la evaluación, que duro cinco meses a partir del trasplante hasta la tercera cosecha para cada uno de los tratamientos de las tres variedades del cultivo de pimentón (*California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury*), bajo dos ambientes (invernadero y campo abierto).

CIMMYT (1998), menciona que las condiciones de los productores son distintas a los experimentales, por lo tanto, los rendimientos experimentales a menudo son

mayor a diferencia del productor. Para que los datos obtenidos sean precisos para el agricultor se realizó el ajuste del rendimiento total promedio en todos los tratamientos aun 10% de decremento, con el fin de eliminar la sobre estimación del ensayo y reflejar lo que realmente el agricultor obtendría con esta investigación.

El beneficio bruto de cada uno de los tratamientos, fueron obtenidos a partir de los rendimientos ajustados por el precio de venta por kilogramo de pimentón, esto varía de acuerdo a quien, y en qué condiciones se realice la venta (tales como los descuentos por calidad). Dado que los precios varían a menudo durante el año, para este dato se tomó de referencia el precio del mercado de Villa Dolores de la ciudad del Alto en el mes de febrero y marzo, lugar donde los productores de las zonas de Achocalla, Palca, Rio Abajo y Sapahaqui comercializan su producto.

Para el beneficio neto por tratamiento donde se muestra que la mayor rentabilidad se obtuvo con el tratamiento 3 con un valor de 23534 Bs/ha el cual fue el mejor y se recomienda para una producción del cultivo de pimentón en invernadero.

Se muestra el beneficio/costo de los 6 tratamientos donde se obtuvo por encima de 1 Bs de rentabilidad, es decir que, por cada boliviano invertido, no solo se recupera el boliviano, sino que también se tiene una ganancia adicional que varía en cada uno de los tratamientos.

Sin embargo, el tratamiento tres del invernadero con la variedad *Mercury* es el que presenta el mayor Beneficio/costo, con una ganancia 0,21 Bs, por cada boliviano invertido. Mientras que el tratamiento T4 con la variedad *California wonder*, fue el que obtuvo un menor Beneficio/costo, con una pérdida de 0,62 Bs por cada boliviano invertido.

7. CONCLUSIONES

Respecto al comportamiento agrometeorológico, la oscilación de temperatura, se desarrolló dentro de lo esperado, registrados ocasionalmente temperaturas altas en los meses de diciembre con una máxima de 46,11 °C y una mínima en el mes de octubre de 4,7 °C al interior del invernadero.

En el trabajo de investigación las variedades *Mercury* y *Yolo wonder* alcanzaron un porcentaje de prendimiento del 97,50 % y 95 % y estadísticamente resultaron ser iguales. Y la variedad *California wonder* alcanzó una media de 89,38 %.

Respecto a la altura de planta, la variedad *Mercury* registro 69,93 cm, seguida de la variedad *Yolo wonder* que alcanzó una altura de 59 cm, ambos al interior de invernadero. En relación al cultivo a campo abierto se registraron alturas similares de: 24,65, 23,06 y 24,05 cm, para las variedades de: *California wonder*, *Yolo wonder* y *Mercury* respectivamente.

La variable: número de flores en el invernadero, registro una media de 16 flores, y campo abierto un promedio de 4 flores. La variedad *Mercury* obtuvo una media de 11 flores, seguida por la variedad *California wonder* con 9 flores en promedio y *Yolo wonder* con una media de 8 flores.

Respecto a número de frutos por planta, las variedades: *Mercury* y *Yolo wonder* alcanzaron una media de 9 y 8 frutos respectivamente, siendo estadísticamente similares y la variedad *California wonder* registro un comportamiento distinto a ambas variedades con una media de 6 frutos por planta.

Para el rendimiento se encontraron diferencias significativas entre ambientes, con 26337,3 kg/ha en la variedad *Mercury*, 25267,7 kg/ha para la variedad *Yolo wonder* ambos dentro del invernadero, y 6364 kg/ha de para la variedad *Mercury* a campo abierto.

Para el análisis de costos parciales de producción, la variedad *Mercury* en el invernadero presento un beneficio neto de 23534 Bs/ha, y una relación de B/C de 1,21, seguido por la variedad *Yolo wonder* con un beneficio neto de 17998,49 Bs y

una relación de B/C de 1,16 a diferencia del mayor índice a campo abierto con una relación de B/C de 0,70 para la variedad *Mercury*.

8. RECOMENDACIONES

La variedad *Mercury* en invernadero es la variedad más recomendable por los parámetros climatológicos que presenta la región, donde se obtuvo un mayor rendimiento y por lo tanto mayor beneficio económico. También tomar en cuenta la sensibilidad que tiene la variedad *Mercury* a la presencia de *Botryotinia fuckeliana*.

Promover la producción del cultivo de pimentón con el uso de bioinsumos para evitar tratamientos curativos y diversificar los cultivos y así evitar el ataque de plagas y enfermedades.

No es recomendable la producción de cultivo de pimentón a campo abierto en cabeceras de valles por las bajas temperaturas registradas durante la noche y más aún en época de invierno.

Realizar investigaciones en el cultivo pimentón en otros invernaderos con paredes de ladrillo o adobe y de menor altura. Cabe recalcar que las mejores épocas de producción en este cultivo son de octubre-abril, finalmente comparar la variedad *Mercury* con otras variedades presentes en el mercado.

Considerar los espacios geográficos con baja intensidad de vientos para reducir la evapotranspiración.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta (2018). Alimentos de la región de Murcia: pimiento. Disponible en: https://www.ucam.edu/sites/default/files/catedras/agro-santander/informe_pimiento_web.pdf
- Alegría (2016). Texto básico para profesional en ingeniería forestal. en el área de fisiología vegetal. Disponible en: [FISIO-TEXTO.pdf](#)
- Alejo, M. P. (2016). “Evaluación del comportamiento agronómico de dos variedades de pimentón (*Capsicum annuum* L.), en tres densidades de siembra bajo ambientes atemperados en el E.S.F.M. Warisata – La Paz”, Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. 38 p.
- Alvares, F. y Pino, M. (2010). Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile. [El cultivo de pimientos en invernadero y al aire libre.pdf](#)
- Barea, G. (2006). Patometría. <https://es.slideshare.net/jesusmamani961/patometria-incidencia-y-severidad>
- Berríos U. E., Arredondo B. C. y Holwerda T. H., (2007). Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento. CropKit. Noruega. 104 p.
- Bidwell, (1993). Fisiología vegetal. Mexico. Disponible en: [fisiologiavegeta.pdf](#)
- Casilimas et, al. (2012). Manual de Producción de Pimentón Bajo Invernadero. Bogotá-Colombia. Editorial Gente Nueva. 189p. disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=lang_en|lang_es&id=BSajDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=cultivo+de+piment%C3%B3n&ots=orqXnKFZCR&sig=s06vulnk7PrN3pqsAYLWvVkkIEw#v=onepage&q=cultivo%20de%20piment%C3%B3n&f=false
- Casseres, E. (1980). Producción de hortalizas, IICA. Costa Rica. 107 – 118 p.
- Castillo (2011). Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus), con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el recinto San Pablo de Maldonado, Cantón la Maná, provincia de Cotopaxi. 145 p.

Castro, (2020). Evaluación de tres densidades de siembra del cultivo de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.) bajo ambiente protegido y en condiciones de campo abierto Mecapaca - La Paz – Bolivia.

Cedepas, (2013). Cultivo de pimientos y ajíes. Curso Audiovisual. 78 p.

Centro Nacional de Tecnología Agropecuarias y Forestal (s/f). cultivo de chile dulce. Disponible en: [Guia-Tecnica-para-el-Cutivo-del-Chile-Dulce-CENTA-El-Salvador.pdf](#)

Chilon, C. (1997). Fertilidad de suelos y nutrición de plantas. Serie de libros UNIR – UMSA. Ediciones CIDAT. La Paz, Bolivia. 38 – 46 p.

CIMMYT (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT.

Condes y Rodrigues, L. (2017). Cultivos hortícolas al aire libre. Disponible en <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/cultivos-horticolos-al-aire-libre>

Condéz, (s/f). Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de la Región de Murcia. Recuperado en: <file:///D:/ARCHIVO%20TESIS/MORRON/Cuadernillo-PIMIENTO-Consejeria-de-Agua-Agricultura-y-Medio-Ambiente-Murcia.pdf>

Corpoica, (2014). Modelo productivo del pimentón bajo condiciones protegidas en el oriente antioqueño. <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/pimentón%20BPA.pdf>

Curi M. (2007). Efecto de cuatro dosis de abonadura en el rendimiento de tres híbridos de pimiento. Quevedo, Ecuador. 94 p.

Duran, F. (2009). Producción de pimentón, tomate y lechuga en hidropónico. Editores Grupo Latino. 9 – 22p.

- El Fulgor (2019). Productores bolivianos de hortaliza, frutas y tubérculos piden frenar el contrabando. Ed. Seminario.
- Estrada, (2012). Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos. Disponible en: <http://www.fao.org/3/as968s/as968s.pdf>
- Falcon, B. (2014). Comportamiento agronómico y valor nutricional de las hortalizas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y pimiento (*Capsicum annuum*) con dos tipos de fertilizantes orgánicos en el centro experimental “La Playita”. Tesis de grado. Universidad Técnica de Cotopaxi Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. La Mana - Ecuador.
- Ferreras, C. (s/f). Agroclimatología. Región de Murcia Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. 53 p.
- FAO (2018). Land & Water: Pepper. <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/pepper/en/>
- FAO, (2020). Consultado el 05 de mayo. 2021.
- FAO. (2005). Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Reino del Belga.
- Florensa. S. (2014). Información sobre hortalizas Híbridas que produce y comercializa. Hibridación, disponible en: <http://www.florensa.com.ar/servicios/servicios.php>
- FOASTAT, (2012) Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estadísticas de países productores y comercializadores de productos agrícolas. Disponible en: <http://faostat.fao.org>.
- García, Martínez, & Otero, (2015). La historia del pimiento. 241 p. Disponible en: 2015_14.-Historias-de-plantas-II-La-historia-del-pimiento.pdf
- Garza, A.M., Molina, V.M. (2008). Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. Capítulo V. Manejo del cultivo. 27-104 p.

- Garza, et.al. (2007). Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en el Altiplano de San Luis Potosí. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Sitio Experimental Ébano. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, Mex. Folleto para Productores No. 9. 47 p.
- Gimeno, M. (2013). Patologías del cannabis: Los trips. Disponible en <https://www.lamarihuana.com/patologias-del-cannabis-los-trips/>
- Guía del cultivo de pimiento, 2013. Producción del cultivo de pimiento, Argentina. 10 p.
- Iglesias M. (s/f). El estiércol y las practicas agrarias respetuosas con el medio ambiente. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid.
- INE (2015) Censo Agropecuario 2013 Estado Plurinacional de Bolivia, Instituto Nacional Estadística. La paz Bolivia. 143 p.
- INIA (2013). Manejos del cultivo del Pimiento, en el valle de Azapa. Chile. 3 p. Disponible en: [morrón chile azapa.pdf](#)
- INIA (2016). Mosquita blanca. Disponible en: <http://www.inia.cl/sanidadvegetal/2016/11/07/mosquita-blanca-trialeurodes-vaporariorum/>
- INIAF (2012). Horticultura urbana y periurbana: EL INIAF desarrolla y difunde la tecnología de pre-cultivo de plantas hortícolas. Cochabamba- Bolivia. 2 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (2013). Producción de pimiento morrón en casa-malla para el sur de tamaulipas. Edición 2013. Disponible en: <file:///D:/ARCHIVO%20TESIS/MORRON/Produccion-del-Pimiento-Morrón-para-el-Sur-de-Tamaulipas-inifap-Mexico-2013.pdf>
- Jara (2016). Evaluación de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía con tres mezclas de sustrato. Tesis de grado. Guayaquil – Ecuador. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11586/1/Jara%20Delgado%20Douglas%20Jacinto.pdf>

Laura, (2016). Evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de pimentón (*Capsicum annuum* L.), aplicando abono líquido bajo invernadero en la estación experimental de cota cota – la paz.

López J., Angosto J. y Gonzáles A. (2017). El cultivo de pimientos en invernadero y al aire libre. Disponible en: <file:///D:/ARCHIVO%20TESIS/Nueva%20carpeta/EI%20cultivo%20de%20pimientos%20en%20invernadero%20y%20al%20aire%20libre.%20EI%20caso%20del%20Campo%20de%20Cartagena.%20LÓPEZ.%2020170606.pdf>

Ludvik, B.; Giardina, E.; Di Benedetto, A. (2017). Requerimientos fisiológicos y limitantes tecnológicas en el cultivo de pimiento dulce. Horticultura Argentina. 128 p.

Matías, R. (2016). Análisis de factores que influyen en el rendimiento del pimiento bajo invernadero a lo largo del año en la provincia de corrientes. INTA. 24 p.

Mendoza F. (2018). Efecto de soluciones nutritivas con fertirrigación, en variedades de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) En el centro experimental cota cota.

Ministerio de agricultura (s/f). Cultivo extensivo del pimiento para la industria. Madrid

Ministerio De Educación del Estado Plurinacional de Bolivia (2018). Planes y programas especialidad de: Productor de hortalizas – Horticultura. Educación técnica tecnológica alternativa, La Paz Bolivia. 22 p.

Miserendino y Astorquizaga (2014). Aspectos básicos sobre estructura, construcción y condiciones ambientales. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_agricultura23_invernadero.pdf

- Molina, J. (2012). Pimiento (*Capsicum annuum*) manejo integral de cultivos N° 2. 120-155. disponible en: <http://agrouniversidad.blogspot.com/2012/07/manejointegral-de-cultivo-n-2pimiento.html>
- Morales, E.; Pachacama, S. (2011). Evaluación agronómica de cinco híbridos de pimiento dulce (*Capsicum annuum*) con tres dosis de fertilización químicos, bajo invernadero en la parroquia de Pifo. Tesis ing. Amb. Guaranda, EC: Universidad estatal de bolívar, facultad de ciencias agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente. 67-86 p.
- Nina S. (2016). Efecto agronómico de dos variedades de pimentón (*Capsicum annuum L.*), con la interacción de dos densidades poblaciones de lombriz californiana (*Eisenia Foetica*), bajo ambiente atemperado de la ciudad de el Alto. (Tesis de grado) Universidad Mayor de San Andres Facultad de agronomía. La Paz-Bolivia. 106 p.
- Nuez, et al. (2003). El cultivo de pimentón chiles y ajís. Edición Mandi-prensa
- Núñez, M. (2013) Efecto de tres dosis de estiércol de bovino en tres especies de ají: tabasco (*Capsicum frutescens*), habanero (*Capsicum chinense*) y jalapeño (*Capsicum annuum*), bajo las condiciones agroclimáticas de la parroquia matriz del Cantón la Maná, Ecuador.
- Obregón, V.; Ibañez, M. (2016). Guía para la Identificación de las enfermedades de pimiento en invernadero. 1a ed – Bella Vista, Corrientes: Ediciones INTA, 2016. Libro digital, PDF. Disponible en: [file:///D:/ARCHIVO%20TESIS/whap/inta-guia identificacion de las enfermedades de pimiento en invernadero 0.pdf](file:///D:/ARCHIVO%20TESIS/whap/inta-guia%20identificacion%20de%20las%20enfermedades%20de%20pimiento%20en%20invernadero%200.pdf)
- Pacheco, E. (2001). Guía del manejo del cultivo del pimentón. Programa nacional de transferencia de tecnología agropecuaria. 6 p. disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/11691/45238_61610.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Perez, C. (1997). Evaluación comparativa de tres variedades y densidades de plantación en pimiento (*Capsicum annuum L.*), en la provincia Loayza, Tesis de grado presentada a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés La Paz-Bolivia. 52-98 p.
- Pino (2018). Guía didáctica: Cultivo y manejo del pimiento. 9 p. disponible en: [Guía-Didactica-Cultivo-y-Manejo-del-Pimiento-2017-FCAYF-UNP.pdf](#)
- Pinto, et al., (2018). Aspectos generales del manejo agronomico del pimiento en Chile [en línea]. Santiago: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Pujro, J. (2002). “Introducción de seis variedades de nabo (*Brassica napus*) en dos zonas agroecológicas del Departamento de La Paz”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. 7 – 20 p.
- Quiroz C. Y. (2013). “Comportamiento agronómico de dos variedades de pimentón (*Capsicum annuum L.*), con podas de desarrollo bajo un sistema hidropónico en el Centro Experimental de Cota Cota”. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. UMSA – Facultad de Agronomía. 48 p.
- Reche, J. (2010). Cultivo del pimiento dulce en invernadero. Editorial Signatura Ediciones de Andalucía, S.L. 293 p.
- Rivera (2015). Guía para mantener un huerto orgánico y saludable. Disponible en: [file:///C:/Users/windows%2010/Downloads/labores-culturales_web-1.pdf](#)
- Rodriguez, E. (2010). Efecto de la fertilización química, orgánica y biofertilización sobre la nutrición y rendimiento de *Capsicum spp.* En el valle del cauca. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaagronomica/article/view/14032/14936>
- Rojas (2009). Libro de botánica sistemática. La Paz- Bolivia.
- Significados.com. (2021).

- Silva V. (2017). El cultivo de las hortalizas. Proyecto Maneo integral de los recursos naturales en el trópico de Cochabamba y los yungas de la paz BOL/179. Impresiones AMster. La Paz Bolivia. 28 p.
- Smith J. (1992). Manual de enfermedades de las plantas. Lima - Perú
- Unterladstatter, R. (2000) La horticultura en el subtropico húmedo y subhúmedo de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Capitanio.
- Vela, E. (2009). Los chiles de México. Revista Arqueológica Mexicana. México. 35.
- Victorino F. et al (2010). Cultivo de hortalizas ecológicas en cajas organopónicas. Universidad Nacional San Antonio Abad De Cusco. 94 p.
- Villagrán, A. (1994). El cultivo de la frutilla. Ministerio de Agricultura de Chile. Rev. Ed. FIA. 90 P.
- Zoppolo R. (2008). Alimentos en la huerta. Guía para la producción y consumo saludable INIA – OPS – UDELAR. Montevideo Uruguay. 208 p.

10. ANEXOS

10.1 Análisis físico químico de suelos en invernadero

10.2 Análisis físico químico de suelos en campo abierto

10.3 Niveles críticos para interpretación de la fertilidad del suelo en base a análisis de laboratorio.

10.4 Datos del SENAMHI del municipio de Mecapaca en el año 2018

10.5 Datos de campo en función a variables de respuesta

10.6 Costos de producción en el invernadero del cultivo de pimentón para una ha

10.7 Costos de producción en el campo abierto del cultivo de pimentón para una ha

10.8 Memoria fotografía

10.1 Análisis físico químico de suelos en invernadero



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Joselin M. Chino Quiroga
 María M. Figueredo Fernández
 Rossy J. Condori Mamani

FACTURA: COMUNIDAD PAIPA JUAN XXII

SOLICITUD: LAF 82_21

FECHA DE ENTREGA: 03/05/2021

PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Municipio Mecapaca
 Provincia Murillo
 Comunidad Lipari
 Invernadero

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	42	Bouyoucos
	Limo	%	35	
	Arcilla	%	23	
	Clase Textural	-	Franco	
Densidad Aparente		g/cm ³	0.976	Probeta
pH en H₂O relación 1:5		-	7.16	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmho/cm	0.49	Potenciometría
Calcio intercambiable		meq/100g S.	9.96	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable		meq/100g S.	4.47	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Sodio intercambiable		meq/100g S.	1.32	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Potasio intercambiable		meq/100g S.	1.29	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total		%	0.32	Kjendahl
Materia orgánica		%	3.22	Walkley y Black
Fósforo disponible		ppm	93.2	Espectrofotometría UV-Visible



Ph.D. *Roberto Miranda Casas*
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

10.2 Análisis físico químico de suelos en campo abierto



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: Joselin M. Chino Quiroga
 María M. Figueredo Fernández
 Rossy J. Condori Mamani

FACTURA: COMUNIDAD PAPA JUAN XXII
FECHA DE ENTREGA: 03/05/2021

SOLICITUD: LAF 81_21

PROCEDENCIA: Departamento La Paz
 Municipio Mecapaca
 Provincia Murillo
 Comunidad Lipari
 Campo abierto

PARAMETRO		UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	47	Bouyoucos
	Limo	%	31	
	Arcilla	%	22	
	Clase Textural	-	Franco	
Densidad Aparente		g/cm ³	0.952	Probeta
pH en H₂O relación 1:5		-	6.9	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmho/cm	0.22	Potenciometría
Calcio intercambiable		meq/100g S.	8.00	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable		meq/100g S.	3.36	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Sodio intercambiable		meq/100g S.	0.49	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Potasio intercambiable		meq/100g S.	0.84	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total		%	0.32	Kjendahl
Materia orgánica		%	2.90	Walkley y Black
Fósforo disponible		ppm	80.8	Espectrofotometría UV-Visible



[Signature]
 Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Tel. IAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

10.3 Niveles críticos para interpretación de la fertilidad del suelo en base a análisis de laboratorio.

Resultados del análisis físico de campo abierto

Parámetro	Unidad	Resultado	Clase textural
Arena	%	47	
limo	%	31	Franco
arcilla	%	23	
Densidad aparente	g/cm ³	0,952	

Resultados del análisis físico dentro del invernadero

Parámetro	Unidad	Resultado	Clase textural
Arena	%	42	
limo	%	35	Franco
arcilla	%	23	
Densidad aparente	g/cm ³	0,976	

Escala de valores de PH

Escala de valores	Definición	A PH <
< 4,5	Extremadamente ácido	Deficiencia de P; pocas
4,6 - 5,0	Muy fuertemente ácido	bases. Quelatos
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido más disp.	
5,6 - 6,0	Medianamente ácido	
6,1 - 6,5	Ligeramente ácido	

Escala de valores	Definición	A PH <
6,6 - 7,3	Neutro	
7,4 - 7,8	Medianamente alcalino	
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino	
8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino	
> 9,0	Muy fuertemente alcalino	

B. Conductividad eléctrica (C.E.)

Escala de valores	Características
< 2 mMhos/cm ³	No hay problemas de sales
2 - 4 mMhos/cm ³	Ligeros problemas de sales
4 - 8 mMhos/cm ³	Medio problemas de sales
8 - 16 mMhos/cm ³	Fuerte
> 16 mMhos/cm ³	Muy fuerte salino

D. Materia orgánica

Escala de valores	Definición
< 2 %	Bajo
2 - 4 %	Medio
> 4%	Alto

E. Nitrógeno total

Niveles	Calificación
< 0,1 % N	Bajo
0,1 - 0,2% N	Medio
> 0,2% N	Alto

F. Fósforo

Niveles	Calificación	P (Kg/ha)
0 - 6 ppm	Bajo	0 – 12
7 - 14 ppm	Medio	14 - 28
> 14 ppm	Alto	> 28

Potasio intercambiable

Niveles	Calificación
< 0,32	Bajo
0,32 - 0,64	Medio
> 0,64	Alto

10.4 Datos del SENAMHI del municipio de Mecapaca del año 2018

Mes	ETo	PP	T °C	T °C	T °C	HR %
	(mm/mes)	(mm/mes)	max	Min	Media	Media
Junio	90,3	3,3	21,7	4,5	13,1	56,7
Julio	95,5	6,2	21,5	4,5	13	57,2
Agosto	110,6	8,2	22,3	5,1	13,7	55,4
Septiembre	119,8	19,3	22,3	6,9	14,6	55,1
Octubre	135,5	28,6	23	8,4	15,7	53,1
Noviembre	143,5	22,1	24	10,2	17,1	53,7
Diciembre	141,2	75,8	23,5	11,1	17,3	63,7
Enero	139,8	103	23,1	11,3	17,2	70,6
Febrero	119,6	84,1	22,5	11,2	16,8	73,7
Marzo	114,3	52,3	23	11,3	17,2	70,9
Abril	108,2	16,4	22,6	9,5	16	65,3
Marzo	99,8	8,3	22,1	6,6	14,3	57,5
TOTAL	1418,1	427,7	22,6	8,4	15,5	61,1

Castro (2020).

10.5 Datos de campo en función a variables de respuesta

a) Porcentaje de prendimiento

Ambientes	Variedades	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	100	90	95	100	96,25
Invernadero	Yolo Wonder	90	95	100	100	96,25
Invernadero	Mercury	90	100	100	100	97,5
C. Abierto	California wonder	85	85	80	80	82,5
C. Abierto	Yolo Wonder	100	95	90	90	93,75
C. Abierto	Mercury	100	100	100	90	97,5

b) Altura de planta

Ambientes	Variedades	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	57,5	50,5	60,5	62,25	57,6875
Invernadero	Yolo Wonder	59,25	61,5	55,5	60,75	59,25
Invernadero	Mercury	74,5	72,25	65,25	67,75	69,9375
C. abierto	California wonder	14,75	35,75	24,125	24	24,65625
C. abierto	Yolo Wonder	23,5	24,25	23,5	21	23,0625
C. abierto	Mercury	17,25	20,5	29,75	30,5	24,5

c) Número de flores

Ambiente	Variedades	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	14,5	14,5	16,75	13,5	14,8125
Invernadero	Yolo Wonder	12,5	13,25	14,5	14,4	13,6625
Invernadero	Mercury	20	17,8	18,25	17	18,2625
C. Abierto	California wonder	1,9	2,25	1,8	2	1,99
C. Abierto	Yolo Wonder	4,25	3,45	3,75	4,65	4,01
C. Abierto	Mercury	4,78	4,7	4,87	4,17	4,63

d) Número de frutos

Ambientes	Variedades	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	12,25	9,7	10,25	9,8	10,5
Invernadero	Yolo Wonder	10,23	12,25	10,5	13,75	11,6825
Invernadero	Mercury	15,25	13	14	13,5	13,9375
C. abierto	California wonder	3	2	2	2,5	2,375
C. abierto	Yolo Wonder	4,75	4	3,75	3,25	3,9375
C. abierto	Mercury	3,25	3,5	3,5	4,75	3,75

e) Longitud de fruto

Ambientes	Variedades	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	5,46	4,81	5,25	6,12	5,41
Invernadero	Yolo wonder	5,93	5,04	5,38	5,12	5,3675
Invernadero	Mercury	6,26	6,49	5,68	5,35	5,945
C. abierto	California wonder	6,22	6,75	5,29	4,27	5,6325
C. abierto	Yolo wonder	5,81	6,75	6,01	7,57	6,535
C. abierto	Mercury	6,26	5,47	6,67	6,32	6,18

f) Diámetro de fruto

Ambientes	Variedades	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	8,12	7,91	7,98	8,54	8,1375
Invernadero	Yolo wonder	8,16	8,01	7,63	7,9	7,925
Invernadero	Mercury	7,27	7,04	6,94	7,96	7,3025
C. abierto	California wonder	6,83	6,22	6,31	6,56	6,48
C. abierto	Yolo wonder	6,62	7,05	6,28	7,85	6,95
C. abierto	Mercury	6,24	6,19	6,44	6,47	6,335

g) Peso de fruto

Ambientes	Variedad	I	II	III	IV	Media
Invernadero	California wonder	1359,75	826,83	1045,25	1084,03	1078,965
Invernadero	Yolo wonder	894,4	1260	875,25	1452,55	1120,55
Invernadero	Mercury	1569,25	1463,25	1230,5	1101	1341
C. abierto	California wonder	344,16	320,66	168,99	230	265,9525
C. abierto	Yolo wonder	406	529,33	299,16	591,33	456,455
C. abierto	Mercury	313,58	307,24	490,49	592,5	425,9525

10.6 Costos de producción en el invernadero del cultivo de pimentón para una ha

Detalle	Unidad	Cantidad	Prec.unit.Bs.	Costo total (Bs)
semilla (Bs/ha)	Gr	833	0,80	666,67
Abono (Bs/ha)	Kg	16056	0,60	9.553,06
alquiler del ambiente protegido (Bs/ha)	Mes	5	7.158,02	35.790,12
alquiler de motobomba (Bs/ha)	Mes	5	343,70	1.718,52
alquiler de herramientas	Mes	5	724,54	3.622,69
cuerda para tutorado	Rollo	778	11,90	9.255,56
mano de obra labores culturales	Jornal	642	80,00	51.333,33
mano de obra cosecha	Jornal	56	80,00	4.444,44
gastos de comercialización	Jornal	67	80,00	5.333,33
Total				121.717,72

10.7 Costos de producción en campo abierto del cultivo de pimentón para una ha

Detalle	Unidad	Cantidad	Prec.unit.Bs.	Costo total (Bs)
Semilla	Gr	833	0,80	666,67
Abono	Kg	16056	0,60	9.553,06
alquiler del ambiente protegido (Bs/ha)	Mes	0	-	-
alquiler de motobomba (Bs/ha)	Mes	5	687,41	3.437,04
alquiler de herramientas	Mes	5	724,54	3.622,69
cuerda para tutorado	Rollo	0	11,90	-
mano de obra labores culturales	Jornal	408	80,00	32.666,67
mano de obra cosecha	Jornal	11	80,00	888,89
gastos de comercialización	Jornal	33	80,00	2.666,67
Total				53.501,67

10.8 Memoria fotografía

Memoria fotográfica durante la investigación durante en trabajo de campo de agosto 2020 a marzo de 2021.



Fotografía 1. Techado de invernadero



Fotografía 2. Invernadero con vista por fuera



Fotografía 3. Desinfección del sustrato para el almácigo.



Fotografía 4. Preparación de los almácigos para su respectiva siembra.



Fotografía 5. Desinfección del sustrato para el almacigo.



Fotografía 6. Desinfección del sustrato para el almacigo.



Fotografía 7. Mezcla del abono para la incorporación al suelo.



Fotografía 8. Mezcla del abono para la incorporación al suelo.



Fotografía 9. Desinfección del sustrato para el almacigo.



Fotografía 10. Desinfección del sustrato para el almacigo.



Fotografía 11. Riego por inundación.



Fotografía 12. Primera poda antes de la primera bifurcación.



Fotografía 13. Planta muestreada de campo abierto.



Fotografía 14. Medición de altura de planta en el invernadero.



Fotografía 15. Cultivo de pimentón dentro del invernadero



Fotografía 16. Cultivo de pimentón a campo abierto.



Fotografía 17. Cultivo del pimentón con maleza.



Fotografía 18. Cultivo de pimentón sin maleza en el invernadero.



Fotografía 19. Proceso de desarrollo del cultivo de pimiento en invernadero



Fotografía 20. Primer fruto de la primera bifurcación.



Fotografía 21. Tutorado de las plantas dentro del invernadero.



Fotografía 22. Presencia de flores y frutos en la planta.



Fotografía 23. Fruto en forma cónica.



Fotografía 24. Frutos en forma alargada.



Fotografía 25. Frutos en forma redonda.



Fotografía 26. Cultivo de pimiento en campo abierto.



Fotografía 27. Presencia de hongo botrytis



Fotografía 28. Presencia de hongo alternaria.



Fotografía 29. Presencia de larva en el tallo.



Fotografía 30. Aborto de botones florales.



Fotografía 31. Presencia de escarabeidae



Fotografía 32. Larva de lepidoptero.



Fotografía 33. Presencia de Botrytis en el tallo.



Fotografía 34. Pudrición del tallo.



Fotografía 35. Presencia de pájaros



Fotografía 36. Golpe de sol en campo abierto.



Fotografía 37. Cosecha de los frutos.



Fotografía 38. Aplicación de fungicida casero.



Fotografía 39. Primera cosecha del cultivo de pimentón en el invernadero.



Fotografía 40. Tercera cosecha del invernadero y en campo abierto.