



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**PRODUCCIÓN DE CHILE (*CAPSICUM ANNUM*) COMO RESPUESTA A DOS
TIPOS DE PODA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

DAVID GARCÍA VÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.C. GUILLERMO JESUITA PÉREZ MARROQUÍN

San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo 2022



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**PRODUCCIÓN DE CHILE (*CAPSICUM ANNUM*) COMO RESPUESTA A DOS
TIPOS DE PODA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

PRESENTA

DAVID GARCÍA VÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.C. GUILLERMO JESUITA PÉREZ MARROQUÍN

ASESORES

DR. SIGFRIDO DAVID MORALES FERNÁNDEZ

DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

San Juan, Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo de 2022

La presente tesis titulada: **producción de chile (*Capsicum Annuum*) como respuesta a dos tipos de poda** y realizada por **David García Vázquez** ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO(A) EN INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

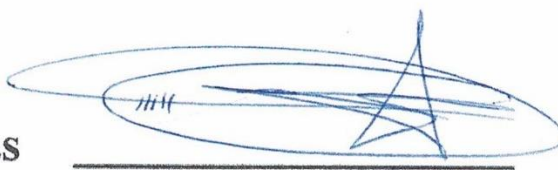
Consejo Particular integrado por:

Firma

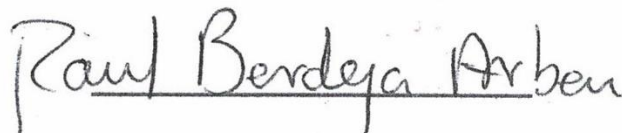
Director: **M.C. GULLERMO JESUITA
PÉREZ MARROQUÍN**



Asesor: **DR. SIGFRIDO DAVID MORALES
FERNÁNDEZ**



Asesor: **DR. RAÚL BERDEJA ARBEU**



San Juan Acateno, Teziutlán, Puebla, México. Mayo 2022.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico (Grupo de Investigación) denominado: **BUAP CA-231- Manejo de Recursos Fitogenéticos** y de la Línea de Investigación: **Manejo y Conservación de Recursos Fitogenéticos**. Dicho trabajo, fue financiado por recursos propios.

DEDICATORIAS

Quiero dedicarles este trabajo a esas personas que me apoyaron para concluir esta carrera, en especial mis padres.

A mi papá

Porque siempre estuviste apoyándome en todo momento, buscaste lo mejor para mí y gracias a ti junto con tus consejos y la gran admiración que te tengo pude llegar hasta el final de esta carrera. ¡Te amo!

A mi madre

Siempre me enseñaste a no rendirme, siempre tener fe para todo, te agradezco por todo el apoyo que me diste desde que inicie esta carrera hasta que la pude culminar. ¡Te amo!

A mis hermanos

Para todos mis hermanos Oscar, Francisco, Jorge, Ignacio, Lizbeth ya que cada uno aportó un granito para que no me rindiera, en especial a Brenda, que estuviste apoyándome en todo momento, gracias por escucharme cuando lo necesite. ¡Los quiero!

A mi esposa

Por el gran apoyo que me brindaste desde que estamos juntos, estuviste en las buenas, en malas y hasta en los peores momentos, gracias por no dejarme caer y desertar de la carrera. ¡Te amo!

A mi hijo

Fuiste el gran impulso para que yo pudiera seguir con la carrera, hiciste que no me rindiera, estuviste en cada paso que di, hasta ahora que estoy terminando. ¡Te amo hijo!

AGRADECIMIENTOS

A:

La facultad donde cimenté los conocimientos en Agrohidraulica “Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la casa máxima de estudios de Puebla la BUAP, por permitir darme una segunda opción y dar la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mi consejo particular:

M.C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín. Por su motivación desde antes de ser mi director de tesis y por su gran apoyo al brindarme su tiempo y por ser un gran amigo.

Dr. Sigfrido David Morales Fernández. Por su apoyo, sus consejos, sus conocimientos y tiempo otorgado para la realización de esta investigación.

Dr. Raúl Berdeja Arbeu. Por su tiempo que siempre me brindo, sus conocimientos, por sus consejos y su motivación brindado en el proceso de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. HIPÓTESIS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Origen	4
4.2. Taxonomía del cultivo	4
4.3. Variedades de <i>Capsicum annum L.</i>	5
4.5. El cultivo de chile y Importancia económica y social	7
4.6. Producción mundial en el cultivo de chile	8
4.7. Producción de chile en el País	9
4.9. Requerimientos de Agroecológicos	12
4.9.1. Clima	12
4.9.2. Suelo	13
4.9.3. Riego	13
4.9.4. Fertilización	13
4.10. Plagas y enfermedades	14
4.10.1. Plagas	14
4.10.2. Enfermedades	15
4.12. Poda	18
4.12.1. Antecedentes de podas	19
4.12.2. Efecto de la poda sobre el rendimiento de (<i>Capsicum annum L.</i>)	19
4.12.3 Principios fitopatológicos de las podas	20
V. MATERIALES Y MÉTODOS	21
5.1. Area experimental	21
5.2. Material vegetal	21

5.4. Diseño experimental.....	22
5.5. Manejo agronómico del experimento.....	23
5.8. Fertilización.....	23
5.9. Análisis de variables.....	24
5.9.1. Altura de planta	25
5.9.2. Número de frutos por planta.....	26
5.9.3. Peso de fruto.....	26
5.9.4. Peso promedio de fruto	26
5.9.5. Longitud y diámetro del fruto	26
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
6.1. Temperatura	27
6.2. Crecimiento y desarrollo del cultivo	27
6.3. Interacción del rendimiento y sus componentes.....	28
6.5. Efecto de poda.....	33
VIII. CONCLUSIONES	34
IX. LITERATURA CITADA	35

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Clasificación taxonómica (<i>Capsicum annuum</i>).....	4
Cuadro 2. Rangos mínimos y máximos de aniones y cationes en la solución nutritiva.....	14
Cuadro 3. Especificaciones de tamaño para el chile poblano.	18
Cuadro 4. Especificaciones de tamaño para el chile serrano.....	18
Cuadro 5. Especificaciones de tamaño para el chile tampiqueño	18
Cuadro 6. Especificaciones de tamaño para el chile jalapeño.....	18
Cuadro 7. Programación en cultivos de chile en el año 2021	23
Cuadro 8. Solución nutritiva para cuatro variedades de chile (Steiner 1984).....	24
Cuadro 9. Comparación de medias de grados días para cada genotipo de <i>Capsicum annuum</i>	28
Cuadro 10. Interacción del rendimiento y sus componentes del efecto variedad y el efecto podas para rendimiento en el cultivo de <i>Capsicum annuum</i>	29
Cuadro 11. Comparación de medias de la interacción biomasa del efecto genotipos y el efecto podas en las variables fenológicas para rendimiento en el cultivo de <i>Capsicum annuum</i>	30
Cuadro 12. Comparación de medias de la interacción biomasa del efecto genotipos y el efecto podas en las variables fenológicas para rendimiento de <i>Capsicum annuum</i>	31
Cuadro 13. Comparación de medias del efecto de genotipos para el rendimiento de <i>Capsicum annuum</i>	32
Cuadro 14. Comparación de medias del efecto de podas para rendimiento en el cultivo de <i>Capsicum annuum</i>	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Evolución de la superficie y producción del cultivo de chile en México en los últimos 15 años. (SIAP, 2020).	10
Figura 2. Localización del experimento	21
Figura 3. Distribución de los tratamientos	22
Figura 4. Comportamiento de las temperaturas del aire al interior de invernadero en el ciclo del cultivo <i>Capsicum annuum</i>	27

RESUMEN

La importancia del cultivo de chile (*Capsicum annuum L.*) en México, por el alto valor de su producción. Se tiene conocimientos que se encuentra en todos los estados del país. Hasta el momento se conocen dos tipos de podas existentes en el mundo, la poda tipo holandés y la poda española. El problema para este cultivo en la región se centra en el alto contenido de humedad ambiental debido a características climáticas; por lo que es necesario realizar este tipo de prácticas y así evitar enfermedades fungosas en la planta. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la fenología y el rendimiento de cuatro variedades de chile en dos tipos de podas bajo invernadero, el diseño utilizado fue de bloques completamente al azar utilizando un arreglo factorial de 4 x 3 con 5 repeticiones, el objetivo fue determinar el número de días y grados días en cada etapa fenológica en el primer y segundo corte, teniendo como variable a medir altura de planta, número de flores finales, número de fruto por planta, peso de fruto por planta, peso de fruto promedio, rendimiento por m², largo de fruto y diámetro de fruto. El chile Poblano tuvo el ciclo biológico más precoz, con mayor peso de fruto por planta (333 g·planta⁻¹) de las variedades estudiadas. Para el efecto de los tipos de podas el peso de fruto por planta más alto lo obtuvo el tratamiento sin poda (360 g·planta⁻¹) con respecto a las otras podas.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, peso de fruto por planta, rendimiento.

ABSTRAC

The importance of the cultivation of chili (*Capsicum annuum* L.) in Mexico, due to the high value of its production. There is knowledge that is focused on all the states of the country. So far two types of pruning existing in the world are known, the Dutch type pruning and the Spanish pruning. The problem for this crop in the region focuses on the high content of environmental humidity due to climatic characteristics; so it is necessary to carry out this type of practice and thus avoid fungal diseases in the plant. The present research aimed to determine the phenology and yield of four varieties of chili in two types of pruning under greenhouse, the design used was completely random blocks using a factorial arrangement of 4 x 3 with 5 repetitions, the objective was to determine the number of days and degrees days in each phenological stage in the first and second cut, having as a variable to measure plant height, number of final flowers, number of fruit per plant, weight of fruit per plant, weight of average fruit, yield per m², length of fruit and diameter of fruit. The Poblano chile had the earliest biological cycle, with the highest weight of fruit per plant (333 g·planta⁻¹) of the varieties studied. For the effect of the types of pruning, the highest weight of fruit per plant was obtained by the treatment without pruning (360 g·planta⁻¹) with respect to the other pruning.

Keywords: *Capsicum annuum*, fruit weight per plant, yield.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de *Capsicum Annuum* es de importancia económica en el país por su consumo percapita y su alto valor de producción. Se tiene conocimientos que se encuentra en todos los estados de la República Mexicana, desde el nivel del mar, hasta los 2500 m de altura; ya que es el centro de origen, existe una gran diversidad de tipos, por lo que compone un recurso valioso para el mejoramiento genético. Arroyo-Vargas (2012) describe que la importancia de este cultivo habita en el hecho que, al ser un cultivo intensivo, requiere una elevada cantidad de mano de obra, de 120 a 200 jornales por hectárea cosechada, aproximadamente.

A nivel nacional los tipos de chile más importantes son el ancho, jalapeño, serrano, mirasol (conocido en seco como guajillo) y dulce o pimiento morrón que representan de 70 a 80 % de la producción nacional (Reddy et al., 2014).

Para aumentar la producción se han utilizados un sin número de estrategias con el fin de obtener rendimientos de buena calidad y cantidad. La poda, es la última tecnología aplicada en los cultivos hortícolas, esto para aumentar la calidad de las frutas y los cultivos en vida. La reducción del número de ramas proporciona el máximo aprovechamiento de los elementos nutritivos de la planta, que apoya la producción de frutas de calidad y vigorosas. Para producir más frutos de calidad, las ramas en exceso deben ser eliminados (Musatye, 2014). Hasta el momento se conocen dos tipos de podas existentes en el mundo, la poda tipo holandés y la poda española, el cual se implementaron en las variedades de chile, poblano, jalapeño, serrano y tampiqueño.

El problema para este cultivo en la región se centra en el alto contenido de humedad ambiental debido a características climáticas; por lo que es necesario realizar este tipo de prácticas y así evitar enfermedades fungosas en la planta, para ello la mayoría de productores realizan esta actividad a libre criterio, por ello los rendimientos se ven disminuidos. Con el fin de generar un buen programa de podas en el cultivo de chile, se propone esta investigación con un programa de poda y remoción de tallos viejos, utilizando los dos tipos de podas.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar fenología y rendimiento de cuatro variedades de chile en dos tipos de podas bajo invernadero.

2.2. Objetivos específicos

Determinar la duración de las etapas fenológicas en los tipos de poda de cuatro variedades de chile en invernadero.

Evaluar a cuatro variedades de chile en los dos tipos de poda bajo invernadero.

Evaluar el efecto de las podas en rendimiento y calidad de fruto.

III. HIPÓTESIS

La fenología y el rendimiento de fruto de chile se modificarán por el tipo de poda y variedad

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen

La producción de *Capsicum Annuum* es de importancia económica en el país por su consumo percapita y su alto valor de producción. Se tiene conocimientos que se encuentra en todos los estados de la República Mexicana, desde el nivel del mar, hasta los 2500 m de altura; ya que es el centro de origen, existe una gran diversidad de tipos, por lo que compone un recurso valioso para el mejoramiento genético. Arroyo-Vargas (2012) describe que la importancia de este cultivo habita en el hecho que, al ser un cultivo intensivo, requiere una elevada cantidad de mano de obra, de 120 a 200 jornales por hectárea cosechada, aproximadamente.

4.2. Taxonómica del cultivo

El taxónomo botánico José Pitton antes del año 1700. Describió por primera vez al cultivo *Capsicum*. Guzmán (2007) menciona el termino chile proviene del latín *Capsicum* que significa capsula, debido a que en pequeñas cajas se pueden ver las semillas guardadas.

En el Cuadro 1 se observan todas las formas de chile *Capsicum* y el género al que pertenecen, además se describe que son de la familia de las solanáceas, en donde están incluidas el cultivo de tomate, tabaco y la papa, entre otras. El nombre científico del género deriva del griego: según unos autores de Kapso (picar), según otros Kapsakes (cápsula) (Nuez *et al.*, 1996; Bosland y Votava, 2000).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica (*Capsicum annuum*)

Reino	Plantae
Dominio	Magnoliphyta
Clase	Magnolipsida
Orden	Solanales
Familia	Solaneceae
Genero	Capsicum
Especie	Annuum

4.3. Variedades de *Capsicum annum L.*

Chile Jalapeño

Muy conocido por su aceptación en cualquier mercado, ya sea, nacional e internacional cuando está maduro se somete a un proceso de secado y ahumado con lo que se obtiene el chile que conocemos como chipotle (Pozo, 1981).

Chile Ancho

Evidencias mencionan que fue encontrada en el valle de Puebla, con el paso del tiempo llegó a al bajío hasta llegar a Zacatecas. Es muy utilizado para preparar diferentes moles y algunos de colorantes, el chile ancho en su forma verde o fresco es conocido como chile poblano. Ceballos (2001), menciona que existe una variabilidad en cuanto a características de altura y hábito de crecimiento de la planta, el tamaño y color de las hojas, tamaño, forma, y número de lóculos y color del fruto. Pero aún no se han realizado trabajos de caracterización en su morfología para describir cual es la ubicación adecuada para cada zona, pero si es posible identificar varios fenotipos (Ceballos, 2001).

Chile Serrano

El chile serrano nombrado también como chile verde, por que se consume exclusivamente verde en salsas o encurtidos. La variabilidad de este chile depende de su morfología de la planta; por lo que siempre se encuentran y se observan sus hábitos en cuanto a su crecimiento de manera compacta, postrado y erecto, con todas sus variantes, las ramas primarias principalmente con un número no mayor a dos que salen del tallo principal. Su altura promedio se encuentra entre los 0.40 a 1.50 metros. Presentan diferentes tonalidades en la planta por los grados de pubescencia, la cual dentro de ellas podemos diferenciar los de color verde a la planta (Ceballos, 2001).

Chile Tampiqueño 74

Datos del INIFAP (2003) describen su rendimiento aproximado de 10 a 12 t · ha¹ durante 4 hasta 5 cortes con el uso de la tecnificación en riego específicamente riego por goteo, por lo general las tonalidades de las plantas de esta variedad las podemos encontrar en color verde claro brillante, esto por su nula pubescencia o vellosidad, tanto en hojas como en tallos; las mayoría de los tallos son flexibles, por lo que presentan una resistencia cuando suceden vientos fuertes o bien en el manejo del mismo su altura promedio llega hasta 80 a 90 cm. Su etapa floral da inicio aproximadamente a los 90 días después de siembra, mientras que la etapa de la cosecha comienza de los 120 a 125 días después del trasplante o siembra. Con frutos firmes, largos, lisos, sin punta, de un color verde brillante, con un peso promedio que varía entre los 5 y 9 gramos cada uno, una longitud de fruto aproximada entre 6 y 8 cm, su diámetro fluctúa de 1.4 a 1.6 cm.

4.4. Características botánicas de *Capsicum annuum*

Aun en la actualidad la clasificación botánica de los *Capsicum* ha sido difícil según (Casali y Couto, 1984), hace mención que según el número de variedades y poca información existente de caracterización que definen y a que hasta el momento aún no hay ninguna regla que prohíba crear productos híbridos. Derivado de lo anterior los criterios para clasificar *Capsicum* teniendo algunos cambios y han ido variando, ya que en textos anteriores mencionan la existencia de 20 a 30 especies, no omitiendo a una actual que sostiene que existe sólo una.

Pozo (1981) describe a las semillas, y expresa que tiene una longitud de 3 a 5 mm y que están se encuentran localizadas en una placenta cónica de disposición central, la mayoría de ellas tiene una forma redonda, ligeramente desuniformes, con un color característico siendo este amarillo pálido, con una longitud que va desde 3 y 5 mm, sin embargo, se pueden encontrar algunos otros de color pardo-amarillento, de forma comprimida de 2.5 mm de largo.

El cultivo tiene una raíz ramificada con peños vellos, con una longitud corta y ramificada. Su tallo es erecto y dependiendo de la etapa el tallo tiende a lignificarse ligeramente de dos formas cilíndricas o prismáticas y angulares. Cuando da inicio a su ramificación para se

divide en dos o tres ramas, las cuales, a su vez, se bifurcan en una determinada longitud, en forma sucesiva, unas cuatro o cinco veces; toda ramificación varía de acuerdo al genotipo (SARH, 1994).

Las descripciones de las flores son solitarias, terminales y axilares. Son flores tienen 5 pétalos con un color blanco opaco. Sus pedicelos alcanzan una dimensión de más de 1.5 cm de longitud, mientras que el cáliz presenta una forma acampanada, con una forma dentada, que mide 2 mm de longitud aproximado, es alargado, y por lo general siempre cubre la base del fruto. Cuenta con una corola dividida en 5 o 6 partes, con color blanco también se puede encontrar de forma verdusca, con un número de 5 a 6 estambres y las anteras son angulosas, el ovario es bilocular, y casi siempre multicelular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o púrpura (SARH, 1994).

Para mayor duración del producto los frutos se cosechan sin madurar y pocas veces maduro. Tiene una forma cónica, alargada en la punta un poco estrecha que termina de forma redonda; su color es verde oscuro, su sabor característico a verduras, este fruto cambia de acuerdo a su estado de maduración con tonalidades rojas y su sabor es dulce, su carne gruesa aromática y lustrosa. Se tiene conocimiento que picante está en las venas y semillas. La mayoría de los productores cosechan el fruto sin madurar por la mayoría de la población la consume verde, sin embargo, se puede cosechar maduro esto para comercializarlo en seco con el nombre de chile chipotle o bien procesarlo e industrialización. El chile poblano tiene como características un fruto en forma de baya hueca, no tiene un color definido por lo que va desde (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); con un peso y tamaño aproximado según la variable de algunas variedades pocos gramos hasta más de 500 gramos (SADER, 2012).

4.5. El cultivo de chile e importancia económica y social

Se tiene registro en el mundo para el año 2009 de que alrededor de 1, 250,000 hectáreas, para el cultivo de *Capsicum annuum L*, con un rendimiento de 2, 826,125 miles de toneladas. La FAOSTAT en el 2020, menciona a la India como el único país que alcanza rendimientos de 1,202, 940 miles de toneladas, para ese año, el país en segundo lugar fue

China y Pakistán con una producción de 260,000 y 186,700 miles toneladas respectivamente, México figura en el lugar onceavo sitio con una producción de 50,988 miles de toneladas.

El cultivo del chile en México es importante debido a los ingresos económicos que se obtienen de su comercialización, el alto consumo del producto a nivel nacional y el ingreso de divisas a nuestro país debido a la exportación de algunas variedades que se demandan en el extranjero. El cultivo del chile en nuestro país es muy importante debido a la gran riqueza natural y diversidad genética ya que existen gran variedad de chiles, catálogos como variedades, tipos y subtipos adaptados a diferentes condiciones de clima y suelo (Huerta, 2007).

Según Reddy *et al* (2004) la mayoría de chiles dulces es producto de exportación y entre ellos entran el chile pimienta y chile poblano, los demás son producto para el consumo nacional, por su alto contenido en capsaicina, la lista de chiles en orden de importancia en primera instancia está el jalapeño, serrano, mirasol (conocido en seco como guajillo) y dulce o pimienta morrón con una representación de que va de 70 a 80 %.

Por la variedad de climas en México se pueden encontrar varias especies de este cultivo, cinco de ellas han sido domesticadas de las 22 especies descritas del género *Capsicum* y son *C. annum*, (chile “común”, verde o serrano, jalapeño, negro, de árbol, pasilla, ancho) *C. baccatum*, *C. chinense*, (Habanero) *C. frutescens* y *C. pubescens* (manzano o perón) (Tucuch-Haas *et al.*, 2012).

4.6. Producción mundial en el cultivo de chile

Registros de (FAOSTAT, 2020) mencionan que a nivel mundial es una de las hortalizas más importantes que se cultivan, teniendo una producción que alcanza valores de 36,771,482 toneladas y que va aumentando en la actualidad en el 2017 con 2.17 %. El incremento de la superficie cosechada también tuvo un incremento de 1.4 % en ese mismo año. Por lo que se puede decir que actualmente sigue el mismo comportamiento o tendencia que se tiene con este cultivo desde hace 11 años. De igual manera, el rendimiento promedio mundial pasó de 15.5 t·ha⁻¹ en 2008 a 18.5 t·ha⁻¹ en 2018.

Para el año 2018 los países que más producen este cultivo presentaron diferencias y cambios entre ellos por ejemplo China se reportó como el principal productor a nivel mundial con el 49.45 % de la producción, en segunda posición México con un (9.19 %), Turquía (6.95 %), Indonesia (6.91 %) y España (3.47 %). En total los 5 países reunieron el 67.67 % de la superficie cosechada que es poco más del 75 % de la producción mundial de chile, mientras que para el 2018 tuvo un valor de 67.67 % de la superficie cosechada. Los valores más altos obtenidos por m^2 en el 2018 fueron obtenidos por España con su singular producción reportó $6.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, seguido de Turquía ($2.77\text{kg}\cdot\text{m}^2$), China ($2.36 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$), México ($2.15 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$) e Indonesia ($0.82\text{kg}\cdot\text{m}^2$). Pero los datos de rendimientos más altos obtenidos en ese año fue en los países de Reino Unido con un rendimiento a nivel global y que superan los $20 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ($31.85 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$), Bélgica ($28 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$) y Países bajos ($27 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$); sepuede concluir que esto se debe a inversión de la tecnología en la agricultura que estos países tienen para alcanzar valores de esa magnitud en la producción bajo invernadero (FAOSTAT, 2020).

4.7. Producción de chile en el País

Datos del SIAP (2020), señala el aporte de un 20.2 % en la producción de hortalizas a en México. Y en el año 2019, registró una producción nacional de 3, 238,244.81 toneladas del cultivo de chile. Por ello en la actualidad la producción de chile se dice que se ha mantenido en estos s últimos 15 años ya que la superficie registrada para producir chile se ha mantenido con un promedio de 147 mil hectáreas; según los datos y debido al crecimiento poblacional es necesario un aumento de este cultivo cosa que se tienen en los registros con un aumento en la producción de poco más de un millón de toneladas (Figura 1). Una de las razones para ver este incremento está relacionada con el aumento del rendimiento promedio por hectárea, que pasó de $13.86 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en 2005 a $21.65 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ en 2019. Esto significa que la producción e inversión tecnológica en el país ha ido en aumento y esto se ve reflejado en los altos rendimientos obtenidos reportados.

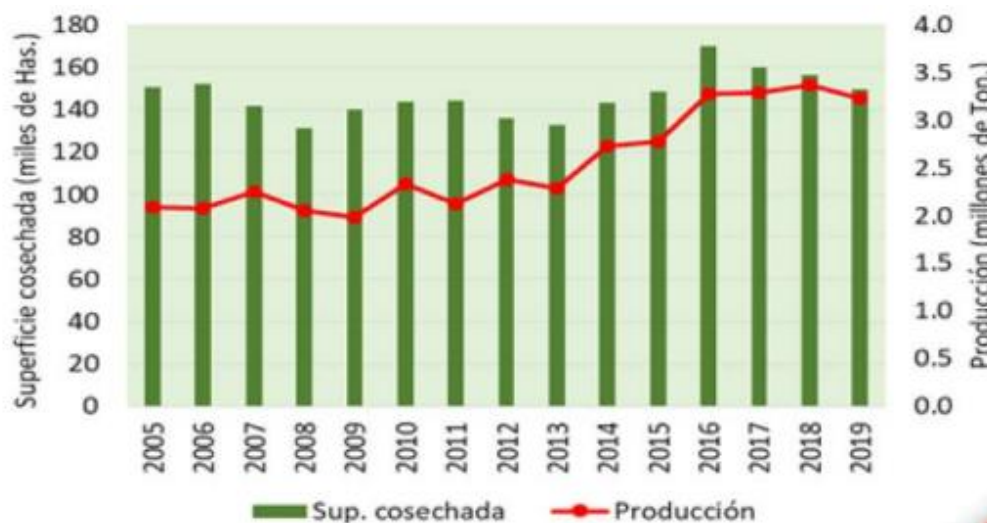


Figura 1. Evolución de la superficie y producción del cultivo de chile en México en los últimos 15 años. (SIAP, 2020).

4.8. Fenología de *Capsicum annuum*

Trabajos realizados por Mundarain *et al.* (2015), describen la importancia de que tiene la fenología en el estudio de todos los fenómenos biológicos que se tienen relación con las diferentes fases o etapas del cultivo y la relación en donde se desarrolla. Además, menciona que, durante el ciclo de desarrollo, el cultivo está en constante cambio que se pueden identificar o no, esto puede derivarse por el parecido que tienen entre genotipos, medio en el cual estas se desarrollan y la interacción entre sí; al momento de realizar combinaciones entre variedades puede obtenerse como resultado varias respuestas en su desarrollo fenológico.

De acuerdo con USDA (2003) menciona que el tiempo que duran etapas de desarrollo están basados según el periodo que pasa por cada etapa específica, y esta depende del lugar de donde se obtiene cada una de las plantas, esta puede estar dada del origen de la siembra o si es trasplantada; ellos definen tres etapas: la primera es el cincuenta por ciento y se puede observar durante la siembra y cuando se presenta el primer aclareo, el segundo, es el setenta y cinco por ciento y va desde el aclareo o trasplante hasta cuando se observe un amarre de fruto y por último se observa desde el amarre de fruto hasta los últimos días de cosecha.

4.8.1. Germinación y emergencia.

La germinación es el momento en que se observa la raíz, este es el momento descrito como germinación y va desde los doce días hasta los quince días después de siembra; los fenómenos más importantes para que se dé este momento son: la presencia de luz, agua, temperatura, y oxígeno estos factores son los responsables de influir en el proceso de germinación y dan la pauta para que esta germine o no; y desde el periodo desde la emergencia la etapa de alargamiento del hipocótilo hasta la caída de los cotiledones, se le denomina el estado de plántula (Mundarain *et al.*, 2005).

4.8.2. Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo según Orellana *et al.*, (2014) se presenta cuando se puedan identificar las hojas verdaderas aquí se observa un alto crecimiento de hojas cotiledóneas, según el desarrollo se puede observar que cuando llegue a seis y ocho hojas, el crecimiento del sistema radicular tiende a reducirse progresivamente; mientras que el follaje presenta incrementos considerables, también él se puede ver como el tallo va aumentando de tamaño. Cuando el tallo presenta una bifurcación en las hojas se puede observar que ha llegado a alcanzar el tamaño máximo considerable, según el tiempo transcurrido la planta sigue creciendo hasta que los dos tallos se vuelvan a ramificar.

4.8.3. Etapa de desarrollo de flor y fruto

Según Fernades *et al.* (2004) durante los 70 días se observa la aparición de las primeras flores al llegar a los 93 días se presenta una mayor aparición de flores, seguida de este proceso se da el amarre de fruto conocida también como etapa de maduración de frutos, ésta se presenta a partir de los 85 días después de siembra vista en algunas variedades precoces y hasta los 107 días en variedades criollas o tardías.

4.8.4. Crecimiento en Unidades calor

Las unidades calor en la actualidad son muy importantes, estudios realizados por Montes *et al.* (2004) muestran en cada etapa de desarrollo la acumulación de unidades calor en cultivo de *Capsicum* spp. Además, su investigación entre diferentes tipos de chile,

encontró diferencias significativas según el grado de domesticación. Esto originó sus resultados describiendo que en un inicio la etapa de crecimiento se da más lenta hasta la etapa de desarrollo determinado específicamente para el cultivo de piquín que es una variante silvestre. En su estudio no encontró diferencias entre variedades domesticados. Torres (1995) muestras que las fases concretas del cultivo de chile son el inicio de la floración, maduración y senescencia de frutos en estas etapas de desarrollo se pueden usar las unidades calor únicamente cuando estén definidas para lograr un alto grado de precisión, esto porque es poco práctico manejar muchas fases fenológicas también afirma que depende del lugar en que se produce el cultivo para su evaluación.

Una de las técnicas más eficientes para la modelación y predicción de las etapas del desarrollo de los cultivos, en particular el cultivo de chile, son los métodos de acumulación de unidades calor. En el método días después de siembra existe una variación en cuanto a las estaciones y las diferentes localidades establecidas por ello es mejor la utilización de la estimación de los grados unidades calor (Soto-Ortiz *et al.*, 2006).

4.9. Requerimientos de Agroecológicos

4.9.1. Clima

Temperatura

Anteriormente descrito, el desarrollo fenológico de esta planta en sus etapas de desarrollo tendrá su dependencia directamente de la temperatura en el cual se desarrolle (las etapas de germinación floración y desarrollo), las variedades a utilizar, la intensidad luminosa y la duración del día. La temperatura media diaria para este cultivo es de 24 °C., temperaturas por debajo de 15 °C se observarán deterioros en el crecimiento y si en determinados momentos alcanzan 10 °C existe el riesgo y la posibilidad de que el desarrollo del cultivo se paralice. Cuando existan temperaturas que alcancen valores de 35 °C es posible que no exista la formación de frutos y en caso de existir será muy débil más si se encuentra en un ambiente seco.

4.9.2. Suelo

El cultivo del chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos, de 30 a 60 centímetros de profundidad, de ser posible, francos arenosos, francos limosos o francos arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y que sean bien drenados (Cazares-Sanchez *et al.*, 2005).

El chile se adapta y desarrolla en suelos con pH desde 6.5 a 7.0 aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 hay necesidad de hacer enmiendas. Por abajo o arriba de los valores indicados no es recomendable su siembra porque afecta la disponibilidad de los nutrientes (Musatye, 2014)

4.9.3. Riego

Las necesidades totales de agua son de 600 a 900 mm y hasta 1,250 mm para períodos vegetativos largos con varias cosechas. Para obtener rendimientos elevados, se necesita un suministro adecuado de agua y suelos relativamente húmedos durante todo el período vegetativo. Antes de la floración y al inicio de los primeros brotes florales de la plantación, el cultivo es más sensible a la falta o exceso de agua. La deficiencia de agua en el suelo reduce el crecimiento y desarrollo de la planta; en cambio el exceso reduce la tasa de absorción (Álvarez, 2018).

4.9.4. Fertilización

Epstein y Bloom (2005) señalan dos criterios de esencialidad de un nutriente. Estos criterios son:

- 1) el nutriente es parte de una molécula que es un componente intrínseco de la estructura o metabolismo de la planta.
- 2) las plantas muestran anormalidad en su crecimiento y desarrollo cuando el nutriente en cuestion es omitido de un medio de crecimiento comparado con una planta que no está privada del nutriente.

Locascio (2005) menciona que los nutrientes requeridos por la planta pueden ser aplicados en cada riego o basados en un programa de curva de crecimiento que consiste en aplicar después del trasplante, fracciones de nutrientes de acuerdo al desarrollo del cultivo, las

cantidades se incrementan progresivamente hasta alcanzar un punto máximo de aplicación de nutrientes, y posterior a este punto disminuye (etapa de senescencia), por otro lado, recomienda una fertilización de pre siembra entre 30 y 40 % de la dosis total recomendada y el restante se aplica de acuerdo a la curva de crecimiento del cultivo.

En el Cuadro 2. se puede observar los rangos mínimos y máximos que presentan los aniones y cationes en una solución Steiner realizada en la investigación presentada Tucuch-Haas *et al.* (2012). A partir de la investigación realizada por (Steiner, 1984), Hass modificó la concentración y la estableció para etapa fenológica del cultivo, con la finalidad de disminuir costos, una vez reduciendo la fertilización, además evita una seria contaminación del suelo y de los mantos acuíferos.

Cuadro 2. Rangos mínimos y máximos de aniones y cationes en la solución nutritiva

Rango	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
Mínimo	20	1.25	10	10	22.5	0.5	0
Máximo	80	10	70	65	62.5	40	15

4.10. Plagas y enfermedades

En México, la producción del cultivo de chile es afectada por diversos organismos patógenos causantes de siniestros parciales o totales (Ruiz, 1994). Dentro de éstos, se encuentran hongos, bacterias, virus y nematodos, cuyos daños pueden variar de acuerdo a la región en que se ubiquen (Hernández *et al.*, 1991). Como consecuencia, algunas regiones productoras importantes han disminuido su superficie de siembra o la producción se ha desplazado a nuevas áreas (Garzón, 1995).

4.10.1. Plagas

Moscas blancas

Síntomas y daño al cultivo: Las plantas infectadas presentan menos vigor y las hojas están cubiertas con mielecilla. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. Las hojas se vuelven amarillentas y se

caen en las plantas infectadas. Se desarrolla un hongo semejante a hollín en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca (Meister, 2004).

Manejo: El manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención y se base en la integración del control biológico cuando éste sea posible. Algunos ejemplos de manejo integrado son la colocación de mallas en las bandas de los invernaderos; limpieza de malas hierbas y tejidos de cultivos muertos, y la colocación de placas adhesivas / trampas amarillas (Meister, 2004).

Minador de la hoja

Síntomas y daño al cultivo: El minador de la hoja efectúa en las hojas horadaciones de ondulaciones irregulares. Las galerías tienen generalmente la forma de una “S” y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podría reducir el rendimiento y el tamaño del fruto y exponer éste a la quemadura del sol. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas (Meister, 2004).

Manejo: A pequeña escala, el retirar las hojas infestadas ayuda a mantener un nivel manejable de minadores de la hoja, aunque el empleo de insecticidas es un método de control más confiable. No aplicar el tratamiento a menos que estén presentes las pupas (Meister, 2004)

4.10.2. Enfermedades

Mancha bacteriana

Daños: la mancha bacteriana se muestra en la planta a partir de los primeros 5 a 15 días después del inóculo, y según la temperatura aumentan con más rapidez cuando las temperaturas son superiores a 20 ° C. la característica de estos daños se pueden observar en el envés de las hojas con manchas pequeñas, angulares y húmedas, después de un tiempo tienden a hacerse con formas circular y son irregulares, sus márgenes son amarillos, un poco translúcidos y con los centros pardos posteriormente apergaminados. En las hojas se puede

observar una afectación de manchas que tienden a amarillear y caerse. En el tallo se observarán pústulas negras o bien pardas y un poco abultadas (Meister, 2004).

Manejo: para tener un cultivo sano y sin problemas de mancha bacteriana se recomienda el uso de semillas que estén libre de patógenos, o bien que los trasplantes estén sanos, además de una buena programación en la rotación de cultivos, en caso de sospechar evidencia de ello se recomienda la aplicación de compuestos con cobre; en caso de tener una infestación estos productos tendrán poca efectividad. Para prevenir esta enfermedad se sugieren las siguientes actividades: eliminar toda la maleza posible, quitar restos de cultivo y toda planta infectada en el área; evitar tener humedades elevadas y con manejo adecuado de los riegos ya sea por aspersión o por gravedad, y evitar la aspersión en caso de ataque en semilleros (Meister, 2004).

Moho gris / moho blanco

Síntomas: Los síntomas incluyen pequeñas lesiones y a medida que va incrementando en la zona del tallo también en las plántulas a nivel del suelo o por debajo. La infección no tiene limitación por lo que se extienden desde flores a frutos y hacia el tallo; el color característico de enfermedad es de marrón a blancuzco y se puede observar una llaga. Los colores en el fruto inmaduro toman un color como marrón a blanco. Después, se observa en forma de pelusa fungosa y que puede formar en la superficie una esclerocia negra o debajo de ella. En forma de anillo de color negro y un interior ligero compuesto de una densa masa de hiladas de hongos (Meister, 2004).

Manejo: el manejo de la B. cinerea se logra con un control efectivo utilizando un espaciado y realizar una poda adecuada para crear una ventilación; sin embargo, el manejo debe ser cuidadoso con el fin de evitar lesiones, retirando las fuentes inoculantes para adoptar las medidas adecuadas de fitosanidad. Se recomienda la aplicación de fungicidas y/o biológicos antes de que la infección se establezca y mientras prevalecen condiciones de frío y humedad (Meister, 2004).

4.11. Calidad de fruto

La calidad del fruto define el trabajo efectuado a lo largo de las etapas fenológicas por lo que Bosland (1993), hace mención de la preferencia que tienen las personas al momento de consumirlas y hace mención de que existen factores importantes que definen la calidad del fruto.

La norma NMX-FF-025-SCFI-2007, establece las condiciones, características y especificaciones de calidad que deben cumplir los chiles enteros en estado fresco en todos los grados de calidad.

4.11.1. Características del chile *Capsicum annuum*

Presentar forma, color, sabor, picor o pungencia³ y olores característicos de la variedad.

Estar bien desarrollados, enteros, sanos, limpios, brillantes, de consistencia firme y textura propia de la variedad.

- a) Con o sin pedúnculo, estar cortados en el grado de madurez óptimo (punto sazón). • Sin humedad exterior anormal, dependiendo de la variedad.
- b) Estar libres de pudrición o descomposición.
- c) Estar libres de defectos de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético fisiológico.
- d) Estar libres de presencia de insectos, hongos y fragmentos de insectos, así como de materia extraña.

4.11.2. Especificaciones físicas de calidad

El tamaño de los diferentes genotipos de *Capsicum annuum* se determina en base a su largo, ancho y peso, conforme a lo establecido como se indica los cuadros 3, 4, 5 y 6.

Cuadro 3. Especificaciones de tamaño para el chile poblano.

Parámetro	Chico	Mediano	Grande	Extra grande
Largo (cm)	< 10.0	10.0 - 11.9	12.0 - 14.0	> 14
Ancho (cm)	< 6.0	6.0 - 6.9	7.0 - 8.0	> 8
Peso (g)	80.0 - 110.0	110.0 - 129.9	130 - 150	> 150

Cuadro 4. Especificaciones de tamaño para el chile serrano

Parámetro	Chico	Mediano	Grande	Extra grande
Largo (cm)	< 6	6-7.9	8.0 - 10.0	> 10
Ancho (cm)	0.7 -1.0	0.7 - 1.0	0.7 - 1.0	0.7 - 1.0
Peso (g)	4.0	5.0	6.0	7.0

Cuadro 5. Especificaciones de tamaño para el chile tampiqueño

Parámetro	Chico	Mediano	Grande	Extra grande
Largo (cm)	3.5 - 5.0	5.0 - 7.5	8.0 -10.0	No aplica
Ancho (cm)	1.3 - 1.5	1.5 - 2.0	1.5 - 2.2	
Peso (g)	5 - 7	6 - 9	8 - 14	

Cuadro 6. Especificaciones de tamaño para el chile jalapeño

Parámetro	Chico	Mediano	Grande	Extra grande
Largo (cm)	3.0 - 4.9	5.0 - 7.5	7.6 - 9.0	> 9.0
Ancho (cm)	2.5 - 2.9	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5	3.0 - 4.5
Peso (g)	< 15	15.1 - 24.9	25 - 35	< 35

4.12. Poda

Es muy importante realiza poda en el cultivo debido a que es la última tecnología aplicada con la finalidad de aumentar la calidad de las frutas y los cultivos. El aprovechamiento en la reducción del número de ramas proporciona más elementos nutritivos de la misma planta,

esto brinda apoyo para beneficiar a la producción de frutas de buena calidad y siempre vigorosas. Por otro lado, el exceso de ramas puede dañar a las plantas y genera una baja calidad de productos aunado una utilización de más nutrientes. Para producir más frutas de calidad, las ramas exceso debe ser eliminado (Musatyev, 2014).

4.12.1. Antecedentes de podas

Jovicich *et al.* (1999) mencionan que el tamaño de los frutos de pimiento en invernadero también se puede modificar mediante la poda de tallos, una práctica que mejora la interceptación de luz en el dosel, el cuaje de los frutos y su calidad.

Salisbury y Ross (1994) considera a la poda como una actividad muy importante dentro la producción ya que reduce la competencia entre órganos de la planta, esto hace que se regulen y exista un balance entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo.

Cruz-Huerta *et al.* (2009) señala que en el norte de Europa y de América la producción de pimiento en condiciones de invernadero generalmente se basa en la poda tipo ‘holandés’, la cual consiste en el uso de cultivares de ciclo indeterminado que se conducen a dos tallos hasta alcanzar 2 a 3 m de altura, con lo que se puede incrementar el rendimiento.

Macías *et al.* (2013) en la producción de chile habanero en invernadero, las plantas se podan a tres tallos durante todo el ciclo de cultivo.

Villegas *et al.* (2004) señalan que, en el cultivo de tomate de hábito de crecimiento indeterminado, las plantas se podan a dos tallos cuando inicia la primera inflorescencia y se dejan crecer libremente hasta llegar a los 2 m de altura, eliminando las hojas inferiores y los brotes laterales.

4.12.2. Efecto de la poda sobre el rendimiento de (*Capsicum annuum L.*)

En Chile dulce se han establecido dos tipos principales de poda: española y holandesa (Gamayo, 1996).

La poda holandesa trata en dirigir la planta a dos guías, el cual consiste en mantener la planta con dos tallos en forma de “V”, mediante poda de una de las ramas de cada bifurcación (excepto la primera), dejando la flor en cada horqueta. En cada nudo de los tallos crece un

fruto (dos frutos por estrato), (Gamayo, 1996), mientras que en la poda española la planta se deja a libre crecimiento (Jovicich *et al.*, 2004).

4.12.3 Principios fitopatológicos de las podas

La importancia que tiene un raleo de tallos y hojas en un cultivo en la investigación expresado por Hernández *et al.* (1992) donde explica en estudios sobre tomate realizando podas que son comunes en los cultivos dentro de un invernadero ya que reducen significativamente la incidencia de muchas enfermedades.

Una explicación clara es que el exceso de follaje por lo general siempre produce un incremento de la humedad relativa en el interior del cultivo que se encuentre dentro o fuera de un invernadero generando un microclima favorable para el desarrollo de patógenos, en especial en época de lluvias y con mucha humedad (Hernández *et al.*, 1992).

El mismo autor menciona que las hojas viejas tienden a ser más susceptibles a enfermedades que las hojas jóvenes, por lo que considera que un programa de poda y remoción de tallos viejos permitiría reducir y ser más susceptible al promedio de las plantas a enfermedades (Hernández *et al.*, 1992).

Para obtener una producción uniforme y de mayor calidad se recomienda eliminar brotes o los nuevos tallos, utilizando tijeras bien desinfectadas. Terminada la poda se recomienda hacer una aplicación de captan en una dosis de 2 gramos por litro de agua, para evitar posibles infecciones de hongos, por las heridas causadas durante la poda. Las podas se pueden comenzar desde que la planta empieza a generar o producir brotes, ya que estas tienden a convertirse en nuevos tallos y por lo general sucede cuando una planta tiene 40 días de establecida en el campo definitivo, hay una variación entre el número de tallos y van de 4 a 7 el tallo principal tendrá la única diferencia y se podrá destacar entre ellos ya que tendrá mayor grosor (Prado, 2006).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área experimental

La investigación se realizó en un invernadero de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, localizado en la junta auxiliar de San Juan Acateno, en el municipio de Teziutlán, Puebla, (Figura 2), con coordenadas geográficas: latitud, 19.874833° y longitud -97.359518° a 1675 msnm. (SIC,2021).

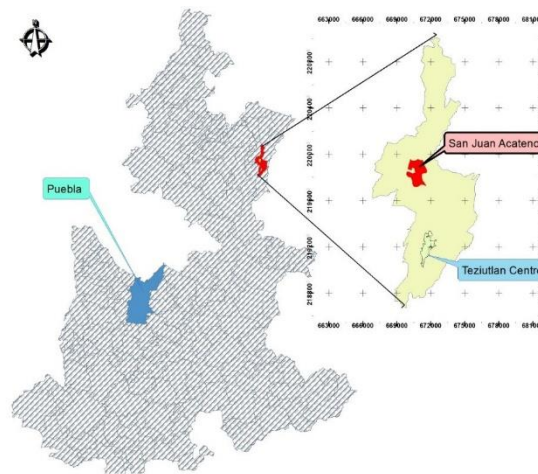


Figura 2. Localización del experimento

5.2. Material vegetal

Se germinó semilla de chile (*Capsicum annuum L.*) de la variedad ‘Serrano’, ‘Tampiqueño 74’, ‘Poblano’ y ‘Jalapeño’ adquiridas de la empresa Hydroenviroment, en 2 charolas germinadoras de unicel de 200 cavidades con un sustrato de peat moss con un manejo, agregando agua a capacidad de campo hasta el trasplante.

5.3. Siembra

Previo a la siembra se realizó la preparación de las camas con un ancho de 1 metro por 15 metros de largo a una separación de 0.50 metros entre camas, se encaló para anivelar el pH del suelo y se agregó fertilizante orgánico de borrego con una cantidad de 30 kg por cama. El trasplante en campo se efectuó después de los 30 días de que las plántulas hayan germinado, con una distancia de 45 cm entre plantas.

5.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en esta investigación fue bloques completamente al azar con 12 tratamientos con un arreglo factorial de 4 x 3 en donde fueron 4 genotipos y 3 tipos de poda las cuales son: Holandesa, Española y sin poda en 5 repeticiones cada uno. En un invernadero de 120 m² (Figura 3).



Figura 3. Distribución de los tratamientos

5.5. Manejo agronómico del experimento

Para el control de maleza en camas se utilizó acolchado de color plateado con negro, y en los pasillos se hizo de forma manual, para el control de plagas y enfermedades, se hicieron aplicaciones de insecticida Imidacloprid y de oxiclورو de cobre, cada 15 días con el fin de evitar la proliferación y tener un buen control.

5.6. Podas

El trasplante se realizó el día 4 de junio del año 2021, los dos tipos de poda se realizaron a los 52 días después del trasplante, después se fueron efectuando en intervalos de 30 días después de la primera poda (Cuadro 7). En la poda holandesa se realizó en la segunda bifurcación dejando solo un tallo, y se retiraron las hojas que van debajo de la primera bifurcación, en la poda española se retiraron las hojas que van por debajo de la primera bifurcación y se hacían cortes solo a aquellas ramas que sobresalían a los pasillos.

Cuadro 7. Programación en cultivos de chile en el año 2021

Tipos de poda	Mes y día efectuado			
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Holandesa	26	26	26	26
Española	28	28	28	28

5.7. Manejo del riego

Para la aplicación de agua se ocupó un sistema de riego a presión por goteo, con goteros integrados que poseen un gasto de $1 \text{ L} \cdot \text{h}^{-1}$ a una presión de 10 PSI PEBD de 16 mm de diámetro separados a 0.30 m. de la marca Toro en una tubería de pulgada y media de PVC, con una bomba de 1 HP.

5.8. Fertilización

La aplicación de los nutrientes se realizó cada semana con la dosis empleada (Cuadro 8) en el cual se utilizó una medida de 200 ml para la aplicación de la solución por planta, y en un tambo de polietileno con una capacidad de 200 litros, se hacía la preparación de la misma.

Cuadro 8. Solución nutritiva para cuatro variedades de chile (Steiner 1984).

Periodo de desarrollo	Concentración % meq L ⁻¹	Iones				
		KNO ₃ ⁻	KH ₂ PO ₄	Ca(NO ₃) ₂ 4H ₂ O	K ₂ SO ₄	MgSO ₄ 7H ₂ O
Etapa vegetativa	80	0.24	0.10	0.84	0.20	0.39
Amarre de fruto	100	0.30	0.13	1.06	0.26	0.49
Llenado de fruto	120	0.36	0.16	1.27	0.31	0.59

5.9. Análisis de variables

5.9.1 Método de Grados día (GD)

Se utilizó el método propuesto por (Cesaraccio *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2011; Rodríguez *et al.*, 2012), para determinar el número de días y los grados días acumulados (GD) según la etapa fenológica, con la finalidad de observar el comportamiento entre el crecimiento y desarrollo utilizando diferentes variedades de *Capsicum annum*, los datos de temperatura que se utilizaron fueron registradas en ciclo en cual fueron plantadas durante 130 días, con una estación meteorológica (Davis Instruments). Ramírez *et al.*, 2006, menciona que para calcular los GDD se puede utilizar una temperatura a partida de 10 °C y alcanzando los valores de hasta 30 °C, por lo que plantea el uso de la siguiente ecuación:

$$GDDr = GDDTT - (GDDTB + GDDTb) \quad (1)$$

Donde:

GDDr = grados-días del método de referencia (° C-días)

GDDTT = total de grados-días (° C-días)

GDDTB = grados-días por encima de TB (° C-días)

GDDTb = grados-días por debajo de Tb (° C-días).

$$TU = \frac{\sum_{i=2}^n 0,5 * (m_i + m_{i-1}) * (t_i - t_{i-1})}{86400} \quad (2)$$

Donde:

TU = unidades térmicas

m_i = temperatura en la i-ésima medición

t_i = i-ésima hora en los registros diarios.

Con la ecuación (2) se obtienen los valores que componen la ecuación (1), con los registros de temperatura la ecuación sirvió para calcular las áreas trapezoides individuales que se realizan a partir de ellas, dividido entre el número total de segundos que tiene un día, dando como resultados la cantidad de unidades térmicas en un día, lo que fue el total de grados-día por día (GDDTT).

5.9.2 Número de días y grados día (GD) a floración

Para el cálculo de esta variable fenológica (GD) a floración, se realizó mediante la presencia del primer botón floral que se abrió en cada material de chile utilizado.

5.9.3 Número de días y grados día (GD) a amarre de fruto

Al observar marchitamiento en la flor hasta un punto en que ya se ha secado y esté a punto de desprenderse la corola de la flor, y se observe que aún permanece unida con el gineceo en desarrollo, esto determinará el inicio de esta variable a medir.

5.9.4 Etapa de madurez y Número de días y grados día (GD)

En Chile poblano los frutos llegaron a su mayor crecimiento presentando una coloración café oscuro, a diferencia de Chile Jalapeño que se presentó cuando en los productos se observaron en el coronamiento totalmente verde, para el serrano y Tampiqueño se determinó con un cambio de color en los frutos.

5.9.1. Altura de planta

Esta variable se realizó cada veinte días utilizando un flexómetro, sus unidades de medida fueron en centímetros, desde el momento que se observaron sus hojas verdaderas y se midió

desde el suelo hasta el final del ápice como referencia se tomó la última hoja del dosel del cultivo.

5.9.2. Número de frutos por planta

Los resultados de número de frutos por planta, fue la suma de todos los frutos cosechados, en los dos primeros cortes por cada tratamiento.

5.9.3. Peso de fruto

En esta variable se pasó cada fruto que se cosechó en el estado de madurez comercial de cada tratamiento.

5.9.4. Peso promedio de fruto

Una vez determinado el peso de fruto se sumaron todos los valores para obtener el promedio dividiendo entre el número de productos del mismo tratamiento esto en cada corte.

5.9.5. Longitud y diámetro del fruto

Para determinar esta variable en total se utilizaron 10 frutos utilizando 2 repeticiones, donde con las medidas de largo del fruto desde la base hasta la punta. El diámetro se obtuvo utilizando un vernier digital de la marca VER6P, y se realizó desde la mitad del fruto, entre la base y la parte superior.

5.10. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) con el Software SAS (versión 9.0).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Temperatura

El comportamiento de la temperatura dentro del invernadero como se puede observar (Figura 4) presenta variación a lo largo del ciclo biológico. Los valores de temperatura máxima alcanzaron valores entre los 26 y 33 °C, y temperatura mínima se mantuvo en un rango de 12 y 19 °C. Investigación realizada por Madhavi *et al.* (2016) señala que las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de chile se encuentra entre los 25 y 30 °C, mientras que valores superiores a los 32 °C o inferiores de los 18 °C pueden ocasionar daños fisiológicos, el crecimiento puede ser afectado y el rendimiento se ve disminuido, por ello podemos señalar que la temperatura se mantuvo muy por debajo del rango mínimo óptimo con valores promedio registrada durante el crecimiento de la planta de 23 °C.

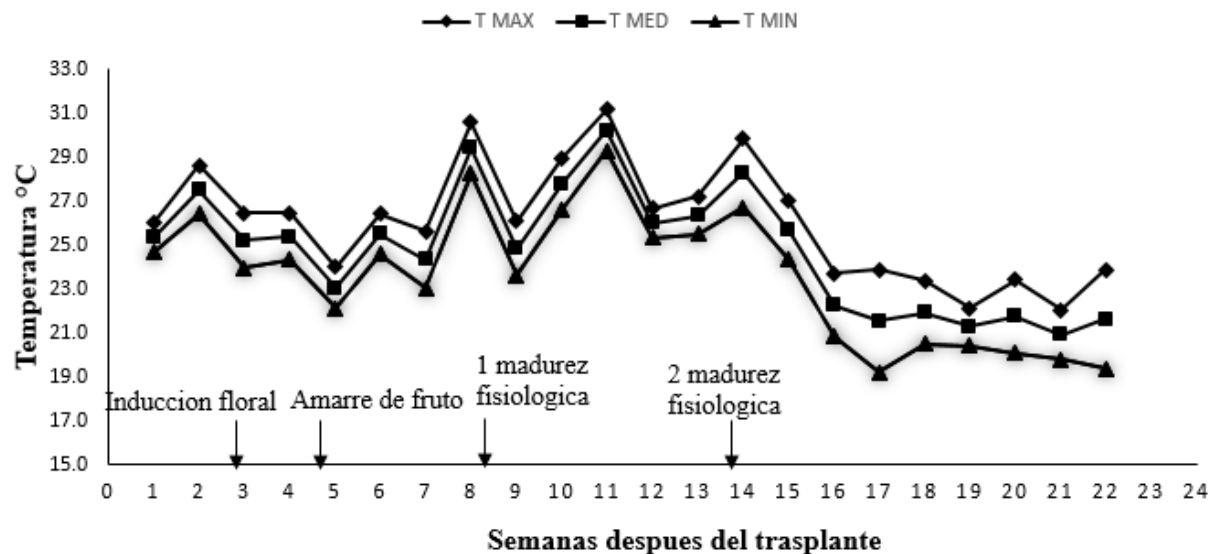


Figura 4. Comportamiento de las temperaturas del aire al interior de invernadero en el ciclo del cultivo *Capsicum annuum*.

6.2. Crecimiento y desarrollo del cultivo

El crecimiento y desarrollo del cultivo por lo general se da en base a los factores del medio ambiente, con ello se puede identificar los periodos en el que el cultivo se hace más apta a dichos eventos. En el (Cuadro 9), se observa al chile Tampiqueño con los valores mal altos

en todas las etapas fenológicas ($P \leq 0.05N$), el cual requirió un mayor número de días en el amarre de fruto (DAFRU), grados días en el amarre de frutos (GDAFRU), días a madurez fisiológica primer corte (DMFISPC) y grados días a primer corte (GDPC) respectivamente, con respecto a los demás genotipos.

Cuadro 9. Comparación de medias de grados días para cada genotipo de *Capsicum annuum*.

Genotipos	DFLOR	GDFLOR	DAFRU	GDAFRU	DMFISPC	GDPC	DMFSSC	GDSC
G1	19.8 c	216.0 d	34.6 c	356.7 c	49.6 c	502.9 c	84.6 c	945.5 c
G2	20.3 c	224.3 c	35.6 b	366.0 b	47.6 d	488.5 d	87.3 c	972.1 c
G3	22.8 c	256.5 b	36.3 b	373.7 b	51.83 b	539.9 b	91.5 b	1025.0 b
G4	32.0 a	332.5 a	39.8 a	406.96 a	61.3 a	651.2 a	96.3 a	1091.4 a
DMSH	0.907	7.65	.821	8.793	0.881	10.4	2.74	33.14

De acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.5$, valores con la misma letra dentro columnas, son iguales.

Diferencia mínima significativa honesta: DMSH

G1: chile poblano; G2: chile jalapeño; G3 chile serrano; G4: chile tampieño; DFLOR y GDFLOR: días y grados días a floración; DAFRU y GDAFRU: días y grados días a amarre de fruto; DMFISPC y GDPC: días y grados días a madurez fisiológica primer corte; DMFSSC y GDSC: días y grados días a madurez fisiológica segundo corte.

En la etapa de madurez fisiológica el valor obtenido de grados días (GD) acumulados en promedio fue de 1091, resultado que son diferentes de lo reportado por Torres (2020) para *Chinense* (1118 GD), probablemente fue influenciado por la temperatura base ya que el autor utiliza 10 °C y en esta investigación se tiene 15 °C. Mientras que Vidal *et al.* (2010), obtuvo un requerimiento termino para pimiento de 2200 GD un valor más alto a lo obtenido en esta investigación.

6.3. Interacción del rendimiento y sus componentes

En el cuadro 10 se observan que existen diferencias significativas de la interacción del efecto genotipo y el efecto poda en 5 variables; para la variable número de flores final (NFF) con el valor más alto de 33.5 flores por planta lo obtuvo el chile Serrano (G3) con el tratamiento sin poda (T), los valores obtenido para número de fruto por planta (NFP) con 20 frutos por planta valor más alto fue el chile Jalapeño (G2) con el tratamiento sin poda (T), para peso de fruto por planta (PFP) el valor más alto fue de 452 gr·planta⁻¹ con el (G3) y

tratamiento (T), para el peso promedio del fruto (PPF) el valor más alto fue para el chile Poblano (G1) con el tratamiento poda Española con un valor de 58 gr·planta⁻¹ y para el valor de longitud de fruto (LF) fue para el (G1) en poda Holandesa con un valor de 125.70.

Con lo señalado Cruz Huerta *et al.* (2009), para la poda a la cuarta bifurcación con una densidad de plantación de 8 plantas⁻¹·m² obtuvo un rendimiento de 4833 gr·m² ya que para la presente investigación sobrepasa este valor con 6842.16 gr·m² para la poda (H) con el (G1) con una densidad de planta de 4 plantas⁻¹·m².

Cuadro 10. Interacción del rendimiento y sus componentes del efecto variedad y el efecto podas para rendimiento en el cultivo de *Capsicum annuum*.

Genotipos	Poda	APF	NFF	NFP	PPF (g)	PPF (g)	REN m ²	L F (mm)	DF (mm)
G1	H	110.47 a	5.33 d	3.87 b	0.206 abc	0.442 b	6.842	125.70 a	72.10 a
G1	E	109.61 a	18.66 abcd	8.00 ab	0.361 ab	0.058 a	1.856	121.90 a	44.20 b
G1	T	100.47 a	21.87 abcd	12.39 ab	0.441 a	0.037 b	1.833	123.05 a	40.35 b
G2	H	85.83 a	6.33 d	5.28 b	0.922bc	0.017 cd	3.590	69.05 b	23.80 bcd
G2	E	95.20 a	22.50 abcd	16.55 ab	0.319 abc	0.022 c	1.456	52.60 b	22.15 bcd
G2	T	92.73 a	25.55 abc	20.00 a	0.424 a	0.021 cd	1.680	57.63 b	21.96 bcd
G3	H	76.60 a	8.27 cd	4.50 b	0.038 c	0.010 cd	0.180	65.40 b	13.35 d
G3	E	75.57 a	15.61 bcd	13.83 ab	0.111 bc	0.009 d	4.978	58.50 b	14.90 cd
G3	T	77.25 a	33.55 a	11.00 ab	0.452 a	0.010 d	0.440	56.65 b	13.80 d
G4	H	75.60 a	7.39 d	6.00 ab	0.040 c	0.013 cd	0.312	60.30 b	13.90 d
G4	E	81.03 a	28.05 a	14.50 ab	0.147 abc	0.009 d	0.522	62.30 b	14.05 d
G4	T	90.23 a	28.33 a	14.44 ab	0.152 abc	0.010 cd	5.776	55.10 b	15.55 cd
DMSH		4.645	3.272	3.130	2.769	0.125		2.057	2.057

Valores con la misma letra dentro columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.5

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

G1: Poblano; G2: Jalapeño; G3 Tampiqueño; G4: Serrano; H: poda holandesa; E: poda española; T: testigo sin poda; NFF: Numero de flores final; NFP; número de frutos por planta; PPF: peso de fruto por planta; PPF: peso promedio de fruto; LF: longitud de fruto; DF: diámetro de fruto

6.4. Biomasa

En el (Cuadro 11) y (Cuadro 12) se observaron diferencias significativas en 5 variables; para el peso fresco de hoja (PFH) el valor más alto fue de 317 gr · planta⁻¹ para el chile jalapeño (G2) de igual manera con el tratamiento sin poda (T), para el peso seco en hoja (PSH), peso seco raíz (PSR) y para el peso seco total (PSTOT) los cuales obtuvieron el valor más alto, estos valores identifican a los genotipos en la acumulación de biomasa en cada partes de la planta y además las condiciones adaptativas para la region de cada genotipo en las diferentes condiciones ambientales, ya que Azofeifa y Moreira (2004), concluyen que la distribución de la biomasa está ligada a la fenología de la planta, especialmente a la floración y al fructificación.

Cuadro 11. Comparación de medias de la interacción biomasa del efecto genotipos y el efecto podas en las variables fenológicas para rendimiento en el cultivo de *Capsicum annuum*.

Genotipos	Poda	PFH	PFRA	PFT	PFR	PFTO
G1	H	0.124 b	0.176 bc	0.081 a	0.061 a	0.444 b
G1	E	0.167 ab	0.329 ab	0.236 a	0.217 a	0.950 ab
G1	T	0.252 ab	0.313 abc	0.132 a	0.129 a	0.828 ab
G2	H	0.142 ab	0.155 bc	0.087 a	0.090 a	0.474 ab
G2	E	0.317 a	0.282 abc	0.163 a	0.166 a	0.092 ab
G2	T	0.258 ab	0.269 abc	0.113 a	0.119 a	0.761 ab
G3	H	0.159 ab	0.144 c	0.080 a	0.072 a	0.456 b
G3	E	0.213 ab	0.278 abc	0.109 a	0.145 a	0.747 ab
G3	T	0.306 ab	0.354 a	0.278 a	0.116 a	1.056 b
G4	H	0.164 ab	0.205 abc	0.099 a	0.112 a	0.581 ab
G4	E	0.197 ab	0.213 abc	0.119 a	0.090 a	0.627 ab
G4	T	0.228 ab	0.298 abc	0.135 a	0.117 a	0.780 ab
DMSH		0.186	0.177	0.310	0.200	0.599

De acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.5$ los valores con la misma letra dentro columnas son iguales.

Diferencia mínima significativa honesta: DMSH

G1: chile Poblano; G2: chile Jalapeño; G3: chile Serrano; G4: chile tampiqueño; H: poda holandesa; E: poda española; T: testigo sin poda; PFH: peso fresco hoja; PFRA: peso fresco rama; PFT: peso fresco tallo; PFR: peso fresco raíz; PFTO: peso fresco total

Cuadro 12. Comparación de medias de la interacción biomasa del efecto genotipos y el efecto podas en las variables fenológicas para rendimiento de *Capsicum annuum*.

Genotipos	Poda	PSH	PSRA	PSTA	PSR	PSTOT
G1	H	0.038 b	0.056 a	0.034 a	0.031 b	0.159 b
G1	E	0.046 ab	0.076 a	0.043 a	0.037 b	0.203 ab
G1	T	0.062 ab	0.076 a	0.053 a	0.054 ab	0.246 ab
G2	H	0.041 ab	0.062 a	0.036 a	0.043 ab	0.183 ab
G2	E	0.073 a	0.080 a	0.065 a	0.071 a	0.291 a
G2	T	0.064 ab	0.081 a	0.050 a	0.041 ab	0.283 ab
G3	H	0.051 ab	0.065 a	0.042 a	0.041 ab	0.200 ab
G3	E	0.054 ab	0.071 a	0.041 a	0.038 ab	0.206 ab
G3	T	0.060 ab	0.095 a	0.044 a	0.050 ab	0.250 ab
G4	H	0.051 ab	0.060 a	0.040 a	0.048 ab	0.201 ab
G4	E	0.049 ab	0.064 a	0.049 a	0.043 ab	0.206 ab
G4	T	0.058 ab	0.094 a	0.051 a	0.061 ab	0.2654 ab
DMSH		0.033	0.053	0.039	0.034	0.119

Valores con la misma letra dentro columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P < 0.5$

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

G1: Poblano; G2: Jalapeño; G3 Tampiqueño; G4: Serrano; H: poda holandesa; E: poda española; T: testigo sin poda; PSH: peso seco hoja; PSRA: peso seco rama; PSTA: peso seco tallo; PSR: peso seco raíz; PSTOT: peso seco total

6.5. Rendimiento

El del rendimiento en *Capsicum annuum*, tal y como se puede observar (Cuadro 13), existen diferencias significativas en cuanto al peso fruto por planta (PPF) el cual sobresalió un 60 % mayor en el chile poblano (G1) a diferencia de los otros genotipos, este resultado se obtuvo de dividir el peso promedio de fruto (PPF) y diámetro de fruto (DF), longitud de fruto (LF), los resultados más altos superaron al resto de los materiales evaluados, estos valores son similares a los resultados obtenidos por Moreno *et al.* (2019) en su investigación realizada en pimiento morrón dando al peso promedio de fruto (PPF) uno de los componentes que más atribuyeron al rendimiento.

Para los valores de peso fresco de la planta el valor más sobresalientes entre genotipos fueron el chile poblano (G1) y el chile jalapeño (G2) con valores de 333 y 278 g · planta¹ respectivamente (Cuadro 13), valores que se encuentra dentro del rango reportado por Hernández *et al.* (2021), pero se diferencian de lo reportado por Ascencio (2013), para el diámetro de Fruto con 7.013 cm, en esta investigación los valores obtenidos el promedio fue de 6.12 cm, resultado diferido por la diferencia entre variedades.

Cuadro 13. Comparación de medias del efecto de genotipos para el rendimiento de *Capsicum annuum*.

Genotipos	APF	NFF	NFP	PFP	PPF	REN ton/ha ⁻¹	L F (mm)	DF (mm)
G1	106.42 a	14.48 a	7.66 a	0.333 a	0.045a	13.788	123.55 a	183.21 a
G2	91.25 ab	16.95 a	13.94 a	0.278 ab	0.020 b	11.15	59.45 b	22.54 b
G3	82.28 b	21.96 a	11.64 a	0.113 c	0.011 c	5.121	59.23 b	14.50 b
G4	76.52 b	19.14 a	9.90 a	0.169 bc	0.0098 c	3.88	60.18 b	14.01 b
CV	19.64	34.20	46.57	43.89	19.56		15.39	11.34
DMSH	17.52	7.68	6.34	0.133	0.0055		19.69	11.055

Valores con la misma letra dentro columnas, son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.5$

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

G1: Poblano; G2: Jalapeño; G3 Tampiqueño; G4: Serrano; H: poda holandesa; E: poda española; T: testigo sin poda; APF: altura de planta final; NFF: Numero de flores final; NFP; número de frutos por planta; PFP: peso de fruto por planta; PPF: peso promedio de fruto; LF: longitud de fruto; DF: diámetro de fruto

6.5. Efecto de poda

La poda es aplicada hacia los cultivos para aumentar la calidad en los frutos, en la presente investigación para la variable altura de la planta (APF) no se obtuvieron diferencias significativas por tipo de poda, peso promedio del fruto (PPF) y longitud de fruto (LF), sin embargo, se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con relación al número de fruto por planta (NFP), peso de fruto por planta (PFP), el cual en la poda Holandesa (P1) fue el que presento menores valores con respecto a las demás podas. Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos sin poda, con 4 plantas \cdot m² (11 t \cdot ha⁻¹ respectivamente), valores que fueron superiores a los demás tratamientos (5 y 8 t \cdot ha⁻¹). Monge (2016), reportó que en pimiento con la poda española los valores son mayores en cuanto al (NFP) que con la poda holandesa con un rango de (10.65 y 14.71) de frutos totales, tal y como se encuentra en el rango de la presente investigación. Cruz-Huerta *et al.* (2009) menciona que generalmente, el número total de frutos \cdot m² es mayor conforme aumenta la densidad de siembra y el número de tallos por planta.

Cuadro 14. Comparación de medias del efecto de podas para rendimiento en el cultivo de *Capsicum annuum*.

Podas	APF	NFF	NFP	PFP (g)	PPF (g)	LF (mm)	DF (mm)
P1	87.200 a	6.690 a	4.834 b	94.5 c	22.7 a	80.113 a	129.038 a
P2	88.213 a	21.208 a	13.223 a	222.3 b	21.8 a	73.825 a	23.825 b
P3	90.851 a	27.012 b	14.192 a	360 a	19.7 a	71.389 a	22.811 b
DMSH	39.61 a	17.50	14.46	0.3085	0.0125	8.586	45.97 b

Valores con la misma letra dentro columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.5$

DMSH: diferencia mínima significativa honesta.

G1: Poblano; G2: Jalapeño; G3 Tampiqueño; G4: Serrano; H: poda holandesa; E: poda española; T: testigo sin poda; APF: altura de planta final; NFF: Numero de flores final; NFP; número de frutos por planta; PFP: peso de fruto por planta; PPF: peso promedio de fruto; LF: longitud de fruto; DF: diámetro de fruto

VIII. CONCLUSIONES

Es necesario realizar podas en la producción de cultivos, para el caso de *Capsicum Annum*, en esta investigación con la eliminación de brotes y hojas se obtuvieron frutos con mejor longitud y diámetro.

En cuanto a las variedades se observó que el chile poblano fue más precoz en la mayoría de sus etapas fenológicas y de rendimiento y con la utilización de la poda tipo holandesa ayudaron a presentar mejores resultados.

IX. LITERATURA CITADA

- Aguirre M. C. L., Iturriaga F. G. 2017. El chile (*C. Annuum L.*), cultivo y producción de semilla. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque. Ciencia y Technol. Agrop.5 (1): 19-27.
- Anguiano B. J. C. 2010. Comparación en la respuesta fisiológica en plantas de chile bajo el efecto de tres temperaturas nocturnas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. 136 p.
- Arroyo-Vargas L. 2012. Normas preliminares de diagnóstico nutrimental compuesto y correlaciones nutrimentales en pimiento (*Capsicum annuum*). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo. Texcoco, Edo de México. México. 44 p.
- Ascencio C. D. O. 2013. Evaluación del rendimiento de variedades de chile poblano (*Capsicum annuum L.*) en campo abierto y en macrotunel. Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Agronomía y Veterinaria. Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.
- Azofeifa A. y Moreira M. A. 2004. Analisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.* cv. Hot), en Alajuela. Agronomía Costarricense 28:(1): 55–67 p.
- Bello R. A. 2009. Efecto de diferentes sistemas de poda en chile pimiento morrón (*Capsicum annuum*) Bajo condiciones de Malla sombra. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Bosland P. W. & Votava E. J. 2000. Peppers: Vegetables and Spice Capsicums. Crop Production Science in Horticulture 12. CAB International Publishing, Wallingford, England. 204 p.
- Cázares-Sánchez E., Ramírez-Vallejo, P., Castillo-González, F., Soto-Hernández, R. M., Rodríguez-González M. T. y Chávez-Servia J. L. 2005. Capsaicinoides y preferencia de uso en diferentes morfotipos de chile (*Capsicum annuum L.*) del centro oriente de Yucatán. Agrociencia 39(6):627-638.

- Casali V. y Couto F. 1984. Origen e botánica de *Capsicum*. Informe Agropecuario. Belo Horizonte. Brasil. 10:113: 8-10.
- Ceballos R. I. 2001. Importancia del cultivo del chile *Capsicum annuum* L. en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Cruz-Huerta N., Sánchez F., Ortiz, J. y Mendoza M. C. 2009. Altas densidades con despunte temprano en rendimiento y período de cosecha en chile pimiento. Agricultura Técnica en México 35:(1): 70-77 p.
- Favela C. E. *et al.* 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón Coahuila
- FAOSTAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado 11 Mayo 2022. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Fernandes D. S. D. F., Carmo O. M., Pinheiro M. L. H., Noda H., Manoares M. F. 2004. Diversidades Fenotípicas en Pimenteiras Cultivadas de Amazona. Asociación Brasileira de Horticultura. Anais CBO 2004. Consultado 11 Mayo 2022. <http://www.abhorticultura.com.br/CBO/>
- Gamayo J. D. 1996. El cultivo protegido de pimiento. En A. Namesny, Pimientos. España: Ediciones de Horticultura. 33-40 p.
- Garzón T.J.A. 1995. Geminivirus involucrados en la enfermedad “Rizado Amarillo” del cultivo del chile en el sur de Tamaulipas. Caracterización molecular y distribución en México. Tesis Doctor en Ciencias. CINVESTAV-Unidad Irapuato. Irapuato, Guanajuato, México. 114 p.
- González C. C. A. 2015. Evaluación de poda de ejes de chile pimiento (*Capsicum annuum* var. *Nathalie*) bajo condiciones controladas (casa malla), en la Aldea San Nicolas, Salamá, Baja Verapaz Guatemala. Cobán, Alta Verapaz.

- Guigón L. C: Gonzalez G. P. A. 2001, Estudio Regional de las Enfermedades del Chile (*Capsicum annuum L.*) y su Comportamiento Temporal en el Sur de Chihuahua, México. vol. 19, núm. 1. Texcoco, México. 49- 56 p.
- Guzmán P. M. 2007. El Capsicum en la Gastronomía Mexicana. Consultado 8 septiembre 2021. <http://www.fundeu.es/Articulos.aspx?frmOpcion=Articulo&frmFontSize=2&frmIdArticulo=441>.
- Hernández G. V. M., Sánchez C. F., Espinosa R. P. 1992. Respuesta a la distancia de plantación y tipo de poda en el cultivo hidropónico de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) bajo invernadero rústico. *Revista Chapingo* 15 (73- 74): 23-25.
- Hernández H. B. N., Tornero C. M. A., Sandoval C. E., Rodriguez M. M. N., Taboada G. O. R., Peña O. B. V. 2021. Crecimiento, rendimiento y calidad de chile Poblano cultivado en hidroponía bajo invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 12 número 6.
- Hernández H.J., Becerra N.C. y Arcos G.C. 1991. Identificación de daños causados por fitopatógenos en el cultivo de chile jalapeño. *Memorias del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. Puebla, Puebla, México. 25 p.
- Huerta P. A., (2007). Chile poblano importancia económica y sociocultural. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Puebla. 21p.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2003. El cultivo de chile serrano en la Zona media de San Luis Potosí. Instituto nacional de investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias. San Luis Potosí, S.L.P. México. 28 P.
- Jovicich E., Cantliffe D.J. & Hochmuth G.J. (1999). Plant density and shoot pruning on yield and quality of a summer greenhouse sweet pepper crop in Northcentral Florida. En K. D. Batal (Ed.), *Proceedings 28th National Agricultural Plastics Congress* (pp. 184-190). Tallahassee, Florida, 19-22 mayo.

- Macías R. H., Muñoz V. J. A.; Velásquez V. M. A., Potisek T. M. C. y Villa C. M. M. 2013. Chile habanero: descripción de su cultivo en la península de Yucatán. México. Ver. Chapingo Ser. Zonas Áridas 12(2):37-43.
- Mesister M. W. 2004. Plagas y enfermedades de chiles y pimientos. Productores de Hortalizas. 19 p.
- Monge P. J. E y Loría C. M. 2018. Producción de chile dulce (*Capsicum annuum L.*) en invernadero: efecto de densidad de siembra y poda. Posgrado y Sociedad. Vol. 16 No. 2.
- Montes H., S., Heredia G. E., Aguirre G. J. A. 2004. Fenología del cultivo del chile (*Capsicum annuum L.*). In: Memorias de la Primera Convención Mundial del Chile. Consejo Nacional de Productores de Chiles. León, Guanajuato. pp. 43-47.
- Monge P. J. 2016. Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annuum L.*) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. Tecnología en Marcha. 29(2): 125-136.
- Moreno-Pérez, E. D. C.; Mora-Aguilar, R.; Sánchez Del Castillo, F. y García-Pérez, V. 2011. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) cultivados en hidroponía. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 17(2):5-18.
- Moreno P. E. C., Sanchez C. F., Martinez G. F. J., Ramirez A. A., Beryl C. L. M. T. 2019. Rendimiento de pimiento morrón (*Capsicum Annuum L.*) por poda floral selectiva y despunte de yemas laterales en la cuarta bifurcación. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. 56230. Chapingo. Estado de México.
- Moreno P. E. C., Mora A., R., Sánchez del C. F., García P. V. 2010. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum*) Cultivados en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura, 17(2): 5-18 p.
- Mundarain S., Coa M., Cañizares A. 2005. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum Frutescens L.*). Tesis de Maestría. Universidad de Oriente. Instituto Nacional de investigaciones Agrícolas. San Agustín de la Pica.

- Musatye L. R. E. 2014. Comportamiento del chile x'cat ik bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Ejido Juan Sarabia. Quintana Roo. 43 p.
- NMX-FF-025-SCFI. 2007. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO - CHILE FRESCO (*Capsicum spp*) – ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-FF-025-1982). 3-17 p.
- Nuez, V.F., Gil, R. O. y Costa, J. G. 1996. Es cultivo de pimientos, chiles y ajés. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 p.
- Orellana L. M. R. 2014. Proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de chile pimiento (*Capsicum Annuum L.*) para exportación en la empresa hft seedservices s.a., potrero carrillo, jalapa. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 74 p.
- Pérez L. S. 2016. Respuesta de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) a la fertilización orgánica en invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 38 p.
- Ponce V. J. J. 2011. Evaluación de podas en dos variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot. ex Horm.*) cultivado en campo. Rev. Chapingo Ser.Hortic vol.17 no.3 Chapingo.
- Pozo C. O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile (*Capsicum spp.*) en México. Folleto técnico num. 77. INIA-SARH. 40 p.
- Prado U., G. (2006). Tecnología de Producción Comercial de Chile Habanero (*Capsicum chinense Jacq.*). Gobierno del Estado de Tabasco. 35 p.
- Ramiro C. A. 2003. El cultivo de chile serrano en la zona media de San Luis Potosí. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto para productores. Num. 37. San Luis Potosí, S.L. P., México.
- Ramos G. F., Luna J. A. 2006. Evaluación de tres Variedades de Chile (*Capsicum annuum L.*) en cuatro Concentraciones de una solución hidropónica bajo invernadero.

- Investigación y Ciencia, vol. 14, núm. 34, enero-abril, 2006, pp. 6-11 Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
- Ramírez J. G. B. W, Avilés. E. R. Dzip. 2006. Áreas con Potencial Productivo para Chile Habanero (*Capsicum chinense*, Jacq) en el Estado de Yucatán. *In: Primera Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal*. INIFAP, COFUPRO, CICY, AMEAS y OTRAS INSTITUCIONES. Mérida, Yucatán, México. 66 p.
- Reddy U. K., Almeida A., Abburi V. L., Alaparthi S. B., Unselt D., Hankis G. 2014. Identification of Gene-Specific Polymorphisms and Association with Capsaicin Pathway Metabolites in *Capsicum annum* L. *Collections Plos ONE* 9(1).
- Rodriguez, C. D., Cotes, J. M. y Cure, J. R. (2012). Comparision of eight degree-days estimation methods in four agroecological regions in Colombia. *Bragantia* 71(2), 299. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052012005000011&script=sci_abstract&tng=es. Consultado 11 mayo 2022.
- Ruiz N.R. 1994. Efecto del color de acolchado y cintas reflejantes sobre insectos vectores de virus y el desarrollo fenológico del chile serrano (*Capsicum annum* L.). Tesis. Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 90 p.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1994. Revista informativa Hortícola y Ornamentales. Dirección General de Política Agrícola. México D.F.
- SADER (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). 2012. Plan Rector del Sistema Producto chile Seco. Consultado 24 de febrero de 2012. <http://transparencia2.zacatecas.gob.mx/admpanel/files/2015/07/0-1-PREchileseco.pdf>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural. Pesca. Consultado 8 Septiembre 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

- SIC (Sistema de Información Cultural). 2021. Coordinación Nacional de Desarrollo Institucional/SICu-meaa. Consultado 11 Mayo 2022 http://sic.gob.mx/ficha.php?table=universidad&table_id=1826
- Soto-Ortiz, R.; Silvertooth, J. C. and Galadima, A. 2006. Crop phenology for irrigated chiles (*Capsicum annuum L.*) in Arizona and New Mexico. College of Agriculture and Life Sciences. University of Arizona. Vegetable Report. 1-15 pp. <http://hdl.handle.net/10150/215001>.
- Souza, A. P., Carvalho, C. M., Lima, A.D., Florentino, H. O. y Escobedo, J. F. (2011). Comparison of methodologies for degree-day estimation using numerical methods. Acta Sci-Agron. 33 (3), 391-400. Consultado 11 Mayo 2022 <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303026597002.pdf>. Consultado en septiembre 2020.
- Steiner A. A. 1984. The universal solution. ISOSC. In: Proceedings of 6th International Congress on Soilles Culture. Lunteren, The Netherlands. 633-649 p.
- Torres A. N. 2020. Fenología, color, concentración de capsaicina y rendimiento de frutos en *Capsicum Chínense Jacq.* Nativos del sur de México. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Teziutlán, Puebla. 78 p.
- Torres R. E. 1995. Agrometeorología. Ed. Trillas. México, D.F. pp. 68-80, 106-113.
- Tucuch-Haas C. J., Alcántar-González G., Ordaz-Chaparro, V. M., Santizo-Rincón J. A. y Larqué-Saavedra A. 2012. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense jacq.*) con diferentes relaciones $\text{NH}_4^+\text{NO}_3^-$ y tamaño de partícula de sustratos. Terra Latinoamericana, 30(1), 9-15.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2003. Processing Chile Pepper Pilot Loss Adjustment Standards Handbook 2004 and Succeeding Crop Years. Washington, D.C. 9-13 p.
- Vidal J.L., Budeguer R., Alderete G., Romero E., Rodriguez R. J., Amado M. E. y Bas N. S. 2010. Influencia del régimen térmico en el desarrollo foliar del pimiento (*Capsicum*

annuum L.) cultivado en campo. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán. Av. Roca 1900, San Miguel de Tucumán. 17 p.

Villegas C. J. R., González H. V. A., Carrillo S. J. A., Livera M. M., Sánchez C. M. y Osuna E. T. 2004. Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a densidades de población en dos sistemas de producción. *Rev. Fitotec. Mex.* 27(4):333-338.



BUAP

“HUP, 50 años de enseñanza y salud”

Oficio No. FCAyP/248/2022

Asunto: Impresión de Tesis.

C. David García Vázquez
Egresado de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el M.C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín (**Director de Tesis**), Dr. Sigfrido David Morales Fernández (**Asesor**) y Dr. Raúl Berdeja Arbeu (**Asesor**) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Producción de chile (*Capsicum Annuum*) como respuesta a dos tipos de poda”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agrohidráulica.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 03 de Mayo de 2022.

Dr. Armando Ibáñez Martínez
Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm