

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN



Caracterización de Líneas Experimentales de Pimiento Morrón Rojo
(*Capsicum annuum*) para Producción de Semilla

Por:

KAREN GERALDINE ANGUIANO JACOBO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.
Marzo, 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
PROGRAMA DOCENTE DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Caracterización de Líneas Experimentales de Pimiento Morrón Rojo (*Capsicum
annuum*) para Producción de Semilla

Por:

KAREN GERALDINE ANGUIANO JACOBO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité Asesor:



DR. ANTONIO FLORES NAVEDA
Asesor Principal



DR. NEYMAR CAMPOSECO MONTEJO
Coasesor



DRA. XOCHITL RUELAS CHACON
Coasesor



DR ALBERTO SANDOVAL RANGEL
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México
Marzo 2026

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Karen Geraldine Anguiano Jacobo

DEDICATORIA

A mis padres; mi preciosa madre Karina, por ser mi escudo, mi motor, mi paño de lágrimas, mi ejemplo a seguir y darme el impulso constante durante todo este proceso. Tu amor, ha sido cimiento de todo lo que soy. A mi papá Salvador, por ser un apoyo a la distancia, por creer siempre en mí y depositar su confianza.

A mi querida abuelita María, cuya presencia desde el cielo, ha sido mi aliento más fiel. Tu amor, tus enseñanzas y tu orgullo invisible son la luz que sigue guiando mi camino. Este logro y todo lo que vendrá, lo llevo en tu nombre.

A mis primos; que han sido unos hermanos para mí, Anderson, Nelson e Iker, que siempre están apoyándome, que son una pieza importante en mi vida y que nunca me faltó su amor y cariño.

A mis tíos; Yazmín, Gil, Hugo y José, que siempre creyeron en mí, que me apoyaron a la distancia, siempre conté con ellos y sin duda formaron parte de este logro.

Dedicado a ustedes, no es fácil, sin embargo, se necesita perseverancia y ganas de ser mejor y tener una mejor vida, gracias a todo el apoyo que recibí durante mi estadía. Ahora más que nunca tienen mi cariño y agradecimiento.

Cabe mencionar un acto de reconocimiento sincero, a mí misma, por cada esfuerzo silencioso, cada madrugada de estudio, cada duda superada y cada lágrima transformada en un motivo para seguir adelante. Por no rendirme, por seguir creyendo en mí y por construir, con paciencia y amor, la persona que hoy celebra este sueño logrado.

AGRADECIMIENTOS

Llena de emociones encontradas a lo largo de este corto y largo proceso a la vez, de altas y bajas, amor, esperanza, así como perseverancia para llegar hasta este día.

Doy gracias principalmente a Dios, mi eterna guía y fortaleza en los momentos de incertidumbre, por la paz y por la fe que nunca dejó de iluminar mi camino.

A mi Alma Mater, la gloriosa **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por brindarme la oportunidad de formar parte del nido, por ser una institución llena de oportunidades y excelentes Profesores. Gracias por enriquecerme de conocimientos y formarme como profesionista y sobre todo por darme los mejores años de mi vida acompañada de grandiosos amigos.

A mi asesor de tesis el Dr. Antonio Flores Naveda por confiar en mí y otorgarme la oportunidad de realizar mi tesis en un tema de mi interés, gracias por compartir sus conocimientos conmigo, por todo el apoyo y dedicación en este trabajo.

Al Dr. Neymar Camposeco Montejo, Dra. Xóchitl Ruelas Chacón, Dr. Francisco A. Gordillo Melgoza y Dr. Armando Muñoz Urbina, por todo su apoyo durante la elaboración y revisión de mi Tesis.

A mis amigas de la Universidad; **Mar y Melissa**, quienes siempre estuvieron apoyándome, quienes fueron mi paño de lágrimas en mis días grises y mi alegría del día a día, me dieron un baúl de recuerdos que llevaré siempre en mi corazón, con ustedes mi vida foránea no se sintió difícil, fueron mi familia en la Universidad, las amo y las llevare siempre en mí.

A mis amigas; **Ale, Melissa G, Brianda y Diana**, que a la distancia siempre estuvieron al pendiente de mí, me escucharon, me apoyaron y nunca me dejaron sola, fueron una pieza importante para lograr este sueño.

Por último, agradezco a quienes hicieron parte de mi vida y ya no están, porque de alguna u otra manera, también me impulsaron a luchar por todo aquello que quiera lograr, gracias porque en su momento creyeron en mí.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	v
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.2. Objetivo específico	2
1.3. Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Origen e historia.....	3
2.2. Taxonomía.....	4
2.3. Importancia del cultivo de pimiento.....	4
2.4. Producción mundial	5
2.5. Producción nacional de pimiento	6
2.6. Morfología de la planta	7
2.7. Etapas de crecimiento y desarrollo.....	9
2.8. Nutrición vegetal	11
2.9. Principales enfermedades y su control.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. Localización del sitio experimental	23
3.2. Material genético	24
3.3. Variables evaluadas.....	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. LITERATURA CITADA	35

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial de pimienta, durante el año 2022.....	6
Cuadro 2. Características del ensayo y parcela experimental en invernadero.....	24
Cuadro 3. Genotipos experimentales de Chile pimienta morrón.....	25
Cuadro 4. Promedios de grupos de genotipos de líneas experimentales de Chile pimienta morrón obtenidos mediante el análisis de conglomerados.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales estados productores de pimienta en México.....	7
Figura 2. Morfología de la planta de pimienta.....	7
Figura 3. Fruto del pimienta morrón.....	9
Figura 4. Etapas fenológicas del cultivo del pimienta.....	11
Figura 5. Daño por antracnosis en pimienta roja.....	14
Figura 6. Daño de marchitez por fusarium.....	15
Figura 7. Daño de mildiú polvoroso en hoja.....	16
Figura 8. Daño por podredumbre apical en fruto.....	17
Figura 9. Pulgones en hoja de pimienta.....	18
Figura 10. Imagen izquierda: araña roja en hoja. Imagen derecha: Daño por araña roja.....	18
Figura 11. Daño de enrollamiento en hojas de pimienta.....	19
Figura 12. Daño por gorgojo del pimienta en el interior del fruto.....	20
Figura 13. Diversos usos de chile pimienta industrializado.....	22
Figura 14. Vista exterior e interior del invernadero No. 5 de la UAAAN.....	23
Figura 15. Frutos de pimienta roja en etapa de madurez fisiológica final.....	26
Figura 16. Extracción de semillas por fruto en etapa de postcosecha.....	27
Figura 17. Determinación de diámetro ecuatorial con vernier digital.....	28
Figura 18. Medición de longitud de hoja con regla metálica graduada.....	28
Figura 19. Peso del fruto en balanza analítica.....	28
Figura 20. Dendograma del análisis de conglomerados de 20 líneas experimentales de chile pimienta morrón.....	30

RESUMEN

El pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.), especie originaria de América, es ampliamente reconocido en la gastronomía mundial debido a la diversidad de colores que presentan sus frutos, entre los que destacan verde, amarillo, naranja, rojo y morado, así como por la variabilidad en formas y tamaños y la ausencia de pungencia. Sus frutos poseen un sabor característico y destaca por concentraciones elevadas de ácido ascórbico, característica que contribuye a su valor funcional en la dieta humana. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar accesiones de chile pimiento morrón con fines de extracción de semilla en la etapa de madurez fisiológica final. El experimento se estableció durante el ciclo agrícola primavera-verano 2025 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Fueron consideradas 20 selecciones de plantas pertenecientes al Programa de Producción de Granos y Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento. A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis multivariado de conglomerados utilizando el paquete estadístico Minitab 16, considerando 12 variables relacionadas con características de planta, fruto y semilla: altura de planta, longitud de raíz, número de frutos por planta, peso del fruto, diámetro de tallo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, longitud y ancho de hoja, número de semillas por fruto, forma del fruto y rendimiento. Los resultados del análisis permitieron identificar que los grupos G1 y G3 sobresalieron por presentar los mayores valores de rendimiento, con promedios de 5.0 y 3.35 kg, respectivamente. El grupo G1 destacó por un mayor peso de fruto, mientras que el G3, a pesar de presentar un promedio de 5.5 frutos por planta, mostró frutos de menor peso, lo que influyó en su tamaño, registrando un diámetro polar de 49.96 mm y un diámetro ecuatorial de 53.65 mm, así como un menor número de semillas (167). Los resultados obtenidos fueron fundamentales para la selección de los mejores frutos destinados a la extracción de semilla, permitiendo la conservación de germoplasma experimental y su utilización en futuros ciclos agrícolas con fines de mejoramiento genético y aumento en la producción de semilla.

Palabras clave: Genotipos, descripción, fruto, semillas

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del género *Capsicum*, el pimiento morrón representa uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia económica y alimentaria a nivel mundial, ya se cultiva en diversas regiones del mundo (Jarret *et al.*, 2013). Los principales productores de pimientos dulces y picantes son China, México, Indonesia, Turquía, España y Estados Unidos. En el año 2023, la producción anual española de pimientos dulces y picantes, alcanzó los 1416 millones de toneladas.

Se ha demostrado que el consumo de pimientos frescos aporta importantes beneficios para la salud, debido a su alto valor nutricional y contenido antioxidante. Son fuente de vitamina C, provitamina A y E, carotenoides, clorofilas, ácidos fenólicos y flavonoides (Choi *et al.*, 2022). Los pimientos representan una fuente excepcional de antioxidantes, cuyo perfil antioxidante desempeña un papel clave en la reducción del estrés oxidativo. En este sentido, estudios han indicado que los compuestos antioxidantes son eficaces para eliminar las especies reactivas de oxígeno y proteger las estructuras celulares del daño causado por los radicales libres en los procesos oxidativos (Kozlov *et al.*, 2024).

El alto contenido de antioxidantes de los pimientos representa una oportunidad significativa para la valorización de subproductos en el sector agroalimentario. Se ha descubierto que los residuos generados durante el procesamiento de pimientos, incluyendo cáscaras, semillas y restos de pulpa, son abundantes en compuestos bioactivos como fenólicos, carotenoides, vitaminas, minerales y nutrientes (Chen *et al.*, 2024). Estos subproductos tienen el potencial para ser reutilizados para la extracción de antioxidantes naturales, colorantes alimentarios y suplementos nutricionales, fomentando así la sostenibilidad. Además, la fibra presente en estos residuos puede incorporarse a la formulación de alimentos funcionales, mejorando su valor nutricional y promoviendo la salud digestiva (Vaz *et al.*, 2022).

1.1. Objetivo general

Caracterizar accesiones experimentales de chile pimiento morrón para extracción de semilla en etapa de madurez fisiológica final.

1.2. Objetivo específico

Seleccionar líneas experimentales en base a 12 variables agronómicas y de componentes de rendimiento en planta, fruto y semillas.

1.3. Hipótesis

Hi. Existe variabilidad fenotípica en las plantas seleccionadas de chile pimiento morrón en etapa de madurez fisiológica final, lo cual permitirá identificar genotipos para producción de semilla.

Ho. No existen diferencias en la selección de genotipos de chile pimiento morrón en etapa de madurez fisiológica final con las características agronómicas evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen e historia

El pimiento es una planta que forma parte de la familia de las solanáceas y pertenece al género *Capsicum*, en el cual se incluyen distintos tipos de chiles, pimientos y ajíes, nombres con los que se le conoce en diferentes regiones del mundo.

El género *Capsicum* fue definido por Carlos Linneo en 1753. Su nombre proviene de términos latinos que hacen referencia a una “caja” y a “picar”, en alusión a que sus semillas están contenidas dentro de un fruto tipo baya que las protege. Actualmente se reconocen alrededor de 27 especies dentro de este género.

El pimiento es una de las primeras plantas en América que logró reproducirse por autopolinización y se desarrolló de manera paralela en distintas zonas de Centro y Sudamérica. Hoy se considera que su centro de diversidad se encuentra en países como México, Perú y Bolivia; no obstante, hallazgos arqueológicos indican que ya se cultivaba hace aproximadamente 6,000 años en el suroeste de Ecuador.

Durante su primer viaje al continente americano, Cristóbal Colón encontró el pimiento en una isla del Caribe. Más tarde, tras su segunda expedición, el médico Diego Álvarez Chanca llevó esta planta a España alrededor de 1493, y un año después documentó sus propiedades medicinales.

Para el siglo XVI, el cultivo del pimiento ya se había difundido desde España hacia Francia, Italia y posteriormente al resto de Europa. Su rápida aceptación se debió a que podía utilizarse como sustituto o complemento de una especia muy apreciada en esa época: la pimienta negra (Blog Agricultura, 2020).

2.2. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solanoideae

Tribu: Capsiceae

Género: Capsicum

Especie: ***Capsicum annuum***

(Carlos L, 1753).

2.3. Importancia del cultivo de pimiento

El cultivo de chile morrón, conocido también en México como pimiento morrón, ha adquirido gran relevancia en años recientes debido a su amplia diversidad y al incremento de la demanda tanto en el mercado nacional como internacional. Aunque su origen no es propiamente mexicano, esta especie ha mostrado una adecuada adaptación a distintas regiones agrícolas del país (Agrichem, 2022).

El pimiento constituye una de las solanáceas más importantes a nivel mundial, solo después del tomate y la papa. Su aceptación se debe principalmente a su valor nutricional, ya que contiene vitaminas como A, C, E y K1, además de compuestos antioxidantes. Asimismo, características como el color, aroma, sabor y textura favorecen su uso en una gran variedad de preparaciones gastronómicas.

A nivel global, la producción anual alcanza aproximadamente 57 millones de toneladas, siendo China el principal país productor con 16.6 Mt. México ocupa el segundo lugar con una producción cercana a 2.8 Mt y destaca como líder mundial en exportaciones de pimienta, al concentrar el 23.9 % de las ventas internacionales de este cultivo, alcanzando así su mayor participación histórica en el comercio global.

En México, el cultivo de pimienta representa una actividad agrícola de gran importancia económica, con una producción total de 618,610 toneladas y un valor aproximado de \$8,218,273.00. Los principales estados productores son Sinaloa, Sonora, Jalisco y Guanajuato, respectivamente. Una proporción significativa de la producción se destina a la exportación, principalmente hacia los Estados Unidos de América, mercado en el que México aporta alrededor del 87 % del suministro (Almeida et al., 2002).

2.4. Producción mundial

China ocupa el primer lugar como productor mundial de pimienta, con una producción de 16,810.52 millones de kilogramos. En 2022, destinó aproximadamente 757,377 hectáreas a su cultivo, logrando un rendimiento promedio de 2.2 kilogramos por metro cuadrado.

México se posiciona en segundo lugar a nivel global, con una producción de 3,113.24 millones de kilogramos en 2022. Esta producción se obtuvo en una superficie de 156,718 hectáreas, con un rendimiento cercano a 1.99 kilogramos por metro cuadrado.

Por su parte, Indonesia registra una producción de 3,020.26 millones de kilogramos de pimienta, cultivados en 334,545 hectáreas, con un rendimiento de 0.90 kilogramos por metro cuadrado.

En cuarto lugar se encuentra Turquía, con una producción de 3,018.77 millones de kilogramos en una superficie de 76,398 hectáreas, alcanzando un rendimiento promedio de 3.95 kilogramos por metro cuadrado.

Finalmente, España ocupa el quinto lugar mundial, con una producción de 1,533.28 millones de kilogramos, cultivados en 22,260 hectáreas y con un rendimiento medio de 6.89 kilogramos por metro cuadrado (Hortoinfo, 2024).

Cuadro 1. Producción mundial de pimienta, durante el año 2022.

País	Superficie sembrada en Hectáreas	Producción en toneladas
China	757.37	16,810,519
México	156.71	3,113.244
Indonesia	334.54	3,020, 262
Turquía	76.39	3,018, 775
España	22.26	1,533.280
Nigeria	103.66	770,684
Egipto	38.62	681,149
EE.UU.	16.51	551, 251
Argelia	14.84	486,636
Países Bajos	1.65	435,000
Total	1,522.55	25,778,922.524

Fuente: (FAO, 2022).

2.5. Producción nacional de pimienta

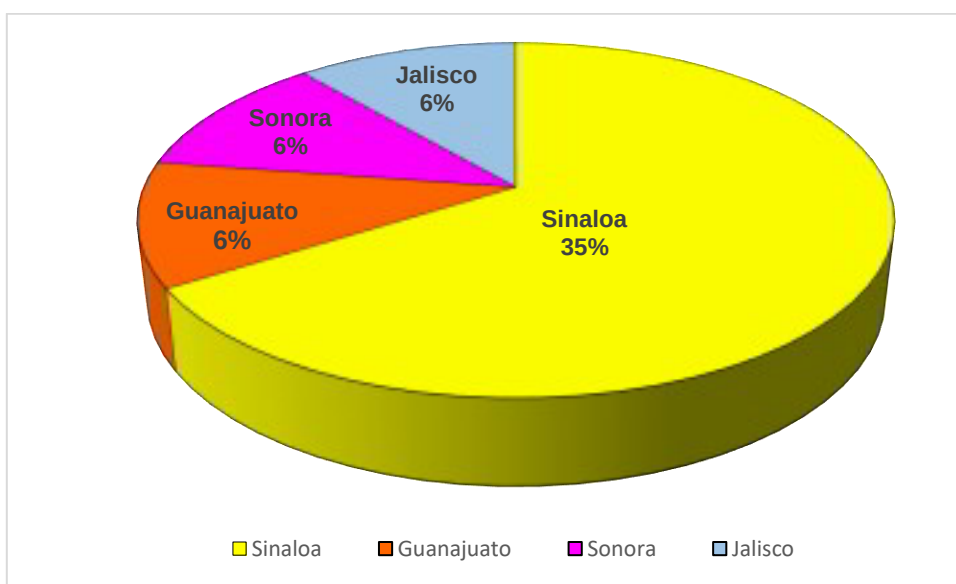
En México, los principales estados productores de chile pimienta morrón incluyen a Sinaloa, que cuenta con 3,266.44 hectáreas cultivadas a cielo abierto, lo que equivale al 35% de la superficie total registrada en el país.

Por otro lado, Jalisco aporta el 6% de la superficie nacional dedicada al cultivo de pimienta morrón en invernadero. De manera similar, Guanajuato también contribuye con un 6% bajo este mismo sistema de producción.

En el caso de Sonora, dispone de 1,088 hectáreas cultivadas bajo malla, representando igualmente el 6% del total.

Estos estados destacan por su alta producción y la calidad del pimiento morrón que generan, posicionándose como los principales productores de este cultivo en México (Agroproductores, 2018).

Figura 1. Principales estados productores de pimiento en México.



2.6. Morfología de la planta

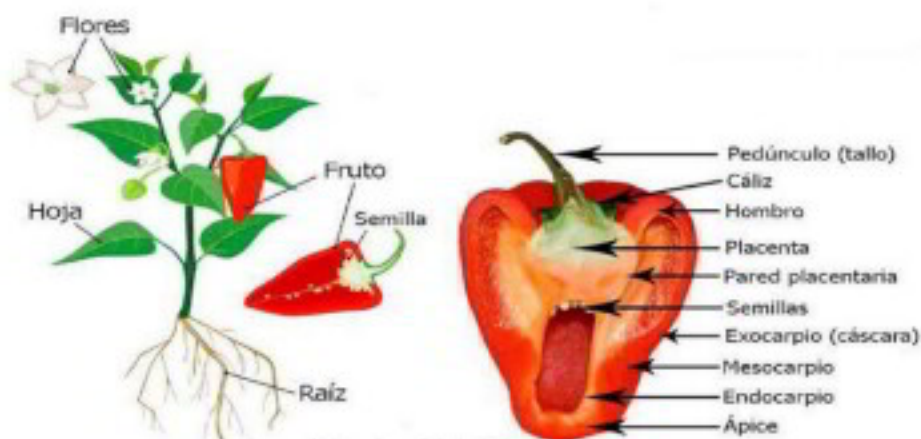


Figura 2. Morfología de la planta de pimiento.

2.6.1. Raíz

La planta tiene una raíz principal profunda y corta, aunque el alcance real depende de qué tan suelto sea el suelo. De ella brotan muchas raíces secundarias que se extienden hacia los lados, llegando a cubrir entre 50 cm y un metro de distancia.

2.6.2. Tallo

La planta tiene un crecimiento vertical y definido. Según la variedad, suele desarrollar inicialmente dos o tres ramas principales; a partir de ahí, se divide constantemente en pares (forma dicotómica) durante todo su ciclo de vida. En cada ramificación brotan una o dos hojas y una flor. Con el tiempo, el tallo adquiere una forma angulosa y se vuelve leñoso o endurecido (lignificación).

2.6.3. Hojas

Son generalmente de color verde oscuro, elípticas con bordes lisos y terminan en una punta definida. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja.

2.6.4. Flores

Las flores, de tonalidad blanca, brotan de manera individual en las axilas de las hojas en cada nudo del tallo. Se caracterizan por su tamaño reducido y su naturaleza hermafrodita. Estructuralmente, poseen un cáliz persistente de 6 sépalos, una corola con 6 pétalos y un conjunto de 6 estambres. Al contar con un ovario súpero y un estigma situado a la misma altura que las anteras, la planta tiende naturalmente hacia la autopolinización.

2.6.5. Fruto

Botánicamente, el fruto se clasifica como una baya hueca en forma de cápsula, compuesta principalmente por el pericarpio y las semillas. Al alcanzar la madurez, su coloración es diversa (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco) según el cultivar. Internamente, se divide en dos o cuatro lóculos que forman cavidades; estas particiones son claramente visibles en variedades alargadas, a diferencia de las formas redondeadas. Su masa es sumamente variable, oscilando entre unos pocos gramos y más de medio kilogramo.



Figura 3. Fruto del pimiento morrón.

2.6.6. Semillas

Las semillas se caracterizan por ser pequeñas, de forma circular y aplanada, con una superficie lisa y tonos que van del blanco al amarillento. Se disponen agrupadas sobre una placenta cónica central dentro del fruto. En cuanto a su fisiología, mantienen su poder germinativo entre 3 y 4 años, dependiendo de un almacenamiento óptimo (control de humedad y temperatura). Al no presentar latencia o dormición, germinan rápidamente al entrar en contacto con agua, oxígeno y el calor adecuado. Poseen un alto vigor, con tasas de éxito de hasta el 98% y un tamaño de entre 3 y 5 mm.

2.7. Etapas de crecimiento y desarrollo

- 1.- Germinación y plántula (1 a 4 semanas).

El ciclo comienza con la germinación y etapa de plántula, un periodo que abarca de 1 a 4 semanas. Según Green App (2024), el brote ocurre típicamente entre los 7 y 14 días, siempre que se mantengan niveles óptimos de humedad y temperaturas constantes entre 20°C y 30°C. Una vez emergida, la plántula desarrolla sus primeras hojas fotosintéticas cargadas de reservas energéticas. Esta fase es crítica y demanda una vigilancia estrecha durante las siguientes 2 a 4 semanas, donde un alto índice de radiación lumínica es indispensable para un desarrollo vigoroso.

2.- Crecimiento vegetativa (4 a 6 semanas)

- Establecimiento: Enfoque en el anclaje y expansión de raíces. Desarrollo de las primeras ramificaciones y follaje.
- Desarrollo Vegetativo: Crecimiento vertical rápido y aumento del vigor general.
- Manejo Nutricional: Se requiere un alto aporte de Nitrógeno para garantizar una estructura sólida antes de la floración y fructificación. (Ask the food geek, 2025).

3.- Floración y cuajado (4-6 semanas en adelante)

Cuando las plantas de pimiento morrón tienen entre 8 y 10 semanas de vida, comienzan a florecer, estas flores son importantes para su ciclo. (Plant, 2024).

4.- Desarrollo del fruto (10-12 semanas después del trasplante adelante)

Una vez que ocurre la floración y el cuajado, los frutos comienzan su proceso de crecimiento y aumento en peso y tamaño. Durante esta etapa, es fundamental un adecuado suministro de potasio, ya que este nutriente contribuye a obtener frutos de mejor calidad y favorece un mayor rendimiento productivo.

5- Maduración y cosecha (Semana 12 en adelante)

- Maduración: Durante esta fase, los frutos experimentan cambios en su coloración, pasando del verde al tono característico de la variedad, como rojo, amarillo o naranja.

- Cosecha: El tiempo de recolección puede variar según el color del fruto, ya que aquellos que se cosechan en estado verde alcanzan su madurez en menor tiempo (Agrokrebs, 2020).



Figura 4. Etapas fenológicas del cultivo del pimiento. Fuente: (Agrokrebs, 2020).

2.8. Nutrición vegetal

2.8.1. Nutrición química

Los fertilizantes químicos contribuyen a un importante aporte de macronutrientes, los cuales pueden promover un mayor rendimiento por hectárea y al mismo tiempo las plantas pueden expresar su máximo potencial.

Formula 20-20-20

Este fertilizante presenta una combinación equilibrada de macronutrientes y micronutrientes. Se recomienda aplicarlo durante la fase de crecimiento vegetativo de la planta, ya que contiene microelementos, además de azufre y magnesio, que son esenciales para un desarrollo fuerte de raíces, tallos y hojas. Esto favorece que la planta acumule reservas necesarias para las etapas posteriores de floración y formación de frutos. Asimismo, esta formulación también puede emplearse en la producción de plántulas en invernadero y en almácigos, aplicándose diluida en el agua de riego en una proporción de 0.5 gramos por cada litro de agua (Delta, 2024).

HUMIC-LAND

HUMI-LAND® es un acondicionador de suelos de origen orgánico, en forma líquida y concentrada, elaborado a partir de leonardita y con alto contenido de ácidos húmicos y fúlvicos. Está diseñado para incrementar la productividad de los cultivos, ya que contribuye a mejorar la estructura del suelo, favorece la retención de agua y nutrientes, y estimula un desarrollo sano de las plantas (Leodec, 2024).

Ultrasol micro

Ultrasol® Micro es un producto que contiene un conjunto de micronutrientes quelatados, diseñado para prevenir y corregir deficiencias de estos elementos en las plantas. Es especialmente adecuado para su aplicación mediante fertirrigación, ya que cuenta con un agente quelante que facilita la disponibilidad de los iones metálicos para su absorción (Biodredatox, 2020).

Calcinit

YaraTera Calcinit® es un fertilizante de nitrato de calcio de alta solubilidad, ideal para fertirrigación y aplicaciones edáficas. Aporta calcio y nitrógeno nítrico de rápida absorción, mejorando el desarrollo radicular, fortaleciendo paredes celulares, reduciendo la podredumbre interna y aumentando la vida de anaquel de los frutos (YaraTera, 2019).

Relax

Relax® es un fertilizante órgano-mineral formulado para disminuir el estrés en los cultivos causado por factores como la temperatura, la humedad, la salinidad o la toxicidad de pesticidas. Incluye inductores metabólicos y aminoácidos que ayudan a fortalecer, reactivar y favorecer el desarrollo de las raíces, así como el rendimiento de la planta. Puede aplicarse tanto de manera foliar como al suelo (Tecnomet, 2025).

FOLTRON XL

FOLTRON® XL es un fertilizante orgánico con macro y micronutrientes, enriquecido con folcisteína. Se aplica vía foliar durante el crecimiento vegetativo o en situaciones de estrés, favoreciendo una alta absorción. Ayuda a corregir deficiencias nutrimentales y actúa como bioestimulante, fortaleciendo a la planta frente al estrés abiótico y promoviendo su desarrollo vegetativo (Macloud, 2018).

Fertilizante foliar Fertiplus®

Es un concentrado nutricional biodegradable, compuesto de ácidos húmicos y adicionado con NPK y microelementos a base de Fe, Mn, Zn y Bo, el cual en las aplicaciones al suelo estimula los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, incrementando la fertilidad y mejorando la estructura de los mismos. Los ácidos húmicos son reserva de nutrientes para las plantas y por su acción quelatante transforman en asimilables los elementos en el suelo no disponibles para las plantas. (Agahusa, 2024).

2.8.2. Nutrición orgánica

La lombricultura es una técnica cuyo objetivo es aprovechar residuos biodegradables mediante su reciclaje y transformación en fertilizantes orgánicos. Esta práctica constituye una alternativa para el manejo de desechos orgánicos que pueden convertirse en contaminantes, y su uso en la agricultura ofrece beneficios importantes, ya que contribuye a aumentar la fertilidad del suelo, mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas, y hace que los cultivos sean menos susceptibles a plagas y enfermedades.

Magic Root®

Es un enraizador en polvo que estimula el crecimiento de raíces en plantas y trasplantes, mejorando la absorción de nutrientes y favoreciendo un desarrollo inicial más vigoroso.

Humus de lombriz

Se trata de un material granulado de color oscuro, ligero y sin olor, caracterizado por su alto contenido de enzimas, compuestos hormonales y abundantes microorganismos benéficos, lo que le confiere ventajas frente a otros fertilizantes orgánicos. Al aplicarse al suelo, desempeña una función importante al favorecer la mejora de sus propiedades químicas, físicas y biológicas (SAGARPA, 2015).

Lixiviado de lombriz

Es un biofertilizante natural que contiene macronutrientes como el nitrógeno, fósforo, y potasio, así como micronutrientes (zinc, hierro, cobre, manganeso, molibdeno, boro, calcio, magnesio, azufre y sodio), nutrientes indispensables para el crecimiento y desarrollo de las plantas. (INIFAP, 2011).

2.9. Principales enfermedades y su control

2.9.1. Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

Síntomas

La fruta presenta manchas redondas con anillos de color café claro, naranja o negro en el centro (Figura 5). Pueden medir hasta 3 cm, pero a veces crecen y cubren casi toda la fruta. También pueden salir en hojas y tallos como manchas grises de forma irregular con bordes oscuros. (Perneznyet *al.*, 2003).



Figura 5

Control químico: El control se basa en aplicar fungicidas a tiempo, ya sean sistémicos o de contacto. Es importante usarlos de forma preventiva o apenas empiecen los primeros síntomas, sobre todo en la etapa de floración y cuando empieza a formarse el fruto. Algunos ingredientes activos que se usan son azoxystrobin, difenoconazol, clorotalonil, mancozeb y mezclas como trifloxistrobina con tebuconazol (Cristóbal *et al.*, 2006).

Control cultural: Se basa en reducir la humedad y eliminar fuentes de inóculo.

Control biológico: El control biológico de la antracnosis (*Colletotrichum* spp.) se basa principalmente en el uso de microorganismos benéficos como *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp., los cuales compiten por espacio y nutrientes, inhibiendo el crecimiento del hongo (Mahadthanapuket *et al.* 2007).

2.9.2. Marchitez por Fusarium

Síntomas: Amarillamiento del follaje y marchitamiento de las hojas superiores; el marchitamiento se extiende a todas las partes de la planta (Figura 6). Las hojas permanecen adheridas a la planta y son de color verde oscuro; decoloración marrón rojiza del tejido vascular pudiendo ocasionar la muerte de la planta.



Figura 6. Daño de marchitez por fusarium. Fuente: Elaboración propia.

Control químico: En el manejo de la marchitez ocasionada por Fusarium en pimiento rojo, las estrategias se enfocan principalmente en acciones preventivas y en la aplicación de tratamientos al suelo mediante drench, ya que, una vez que el patógeno coloniza el sistema vascular de la planta, su control se vuelve difícil. Entre

los fungicidas recomendados destaca el carbendazim, debido a su elevada eficacia para inhibir el crecimiento micelial de *Fusarium* en pimiento.

Control cultural: En general, el manejo se enfoca más en la prevención que en la cura. Consiste en mantener el área limpia, eliminar las partes afectadas y mejorar las condiciones del cultivo, con el fin de evitar la acumulación del hongo y frenar su propagación.

2.9.3. Mildiú polvoroso

Síntomas: Se presenta en la parte de abajo de las hojas aparece un hongo blanco como polvo (Figura 7). Por arriba, la hoja se pone amarilla o café. Los bordes se pueden doblar hacia arriba y dejar ver la parte de abajo. Con el tiempo, las hojas se empiezan a caer.



Figura 7. Daño de mildiú polvoroso en hoja.

Control químico: El mildiú polvoroso (oídio) en pimiento, incluye fungicidas preventivos y curativos a base de azufre, cobre, bicarbonato de potasio y triazoles. Las aplicaciones deben iniciar al detectar los primeros síntomas, repitiendo cada 7-10 días. El azufre y el cobre son efectivos, pero el azufre no debe aplicarse a altas temperaturas ($>26^{\circ}\text{C}$) para evitar fitotoxicidad (PennStateExtension 2023).

Control cultural: Se fundamenta principalmente en reducir la humedad y evitar una alta densidad de plantas. Como medidas preventivas, se aconseja utilizar variedades resistentes, garantizar una adecuada ventilación, evitar el riego por aspersión, eliminar las plantas o partes infectadas.

Control biológico: El control biológico del mildiu polvoso (oídio) en pimiento incluye el uso de agentes microbianos como *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* que compiten por nutrientes e inducen resistencia (Hausbeck *et al.*, 2024).

2.9.4. Podredumbre apical

Síntomas: En el fruto aparece una pequeña mancha como húmeda en la parte donde estaba la flor o en un lado del fruto aún verde (Figura 8). Después la mancha crece, se hunde y se pone de color café, con una textura seca.



Figura 8. Daño por podredumbre apical en fruto.

Control químico: Se sugiere el uso de fungicidas preventivos que contengan ingredientes activos como iprodiona, ciprodinil, boscalid o azoxistrobina, aplicándolos de manera alternada para reducir el riesgo de que los hongos desarrollen resistencia. En el caso de *Phytophthora capsici*, se recomiendan combinaciones como metalaxil con mancozeb o el uso de fosfonatos.

Control cultural: Remover todos los frutos dañados, realizando una poda para seguir evitando la propagación.

2.10. Principales plagas y su control

2.10.1. Pulgones *Myzus persicae*

Síntomas: Pequeños insectos de cuerpo blando en la parte inferior de las hojas y/o tallos de las plantas (Figura 9). Generalmente de color verde o amarillo, pero

pueden ser rosados, marrones, rojos o negros según la especie y la planta huésped; si la infestación de pulgones es intensa, puede provocar que las hojas se amarilleen y/o aparezcan manchas necróticas distorsionadas en las hojas y/o brotes atrofiados (Pernezny *et al.*, 2003).



Figura 9. Pulgones en hoja de pimiento.

Control químico: Se recomienda una aplicación de Imidacloprid con una dosis de 2ml/ L.

Control cultural: Eliminar malezas hospederas, podar partes infestadas, usar chorros de agua para desalojarlos.

Control biológico: Utilizar enemigos depredadores como mariquitas y crisopas.

2.10.2. Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Síntomas: Es una plaga severa en el cultivo de pimiento y chile, caracterizada por pequeños ácaros que succionan savia en el envés de las hojas, causando puntos amarillos, decoloración (clorosis), telarañas y defoliación. (Figura 10). Prospera en climas secos y cálidos, reduciendo la fotosíntesis y el rendimiento. Se controla mediante jabón potásico, aceite de neem, aumento de humedad, y enemigos naturales como *Phytoseiulus persimilis*.



Figura 10. Imagen izquierda: araña roja en hoja. Imagen derecha: Daño por araña roja.

Control químico: Se recomienda la aplicación de abamectina delta con una dosis de 1ml/L.

Control cultural: Este control se fundamenta en mantener la humedad por encima del 60% para favorecer su disminución, así como en eliminar las malezas que actúan como hospederas y en aplicar un riego adecuado que evite el estrés hídrico. Estas prácticas contribuyen a reducir su reproducción y su propagación.

Control biológico: Se recomienda en liberar enemigos naturales, principalmente ácaros depredadores como *Phytoseiulus persimilis* (para ataques intensos) y *Neoseiulus californicus* (resistente a altas temperaturas y baja humedad), junto con el mosquito *Feltiella acarisuga* (Koppert, 2025).

2.10.3. Enrollador de hojas (*Platynota stultana*)

Síntomas: Hojas de la planta enrolladas y unidas con una red de seda; daño por alimentación en las hojas enrolladas; defoliación de la planta, (Figura 11). La red de seda también puede estar presente en las frutas y las frutas pueden tener cicatrices importantes por el daño causado por la alimentación (Pernezny *et al.*, 2003).



Figura 11. Daño de enrollamiento en hojas de pimiento.

Control químico: Se basa en fungicidas preventivos aplicados en latencia, principalmente cobre o clorotalonil en otoño e inicios de primavera (Intagri, 2020.).

Control cultural: Se requiere eliminar las malezas de las bases de las plantas, ya que pueden actuar como huéspedes de los enrolladores de hojas.

Control biológico: Se puede aplicar *Bacillus thuringiensis* o Entrust SC para controlar insectos en plantas cultivadas orgánicamente (Pernezny *et al.*, 2003).

2.10.4. Gorgojo del pimiento

Síntomas: Daño en el follaje, brotes y vainas tiernas de frutos jóvenes; las larvas se alimentan dentro de los brotes y frutos (Figura 12). Los frutos más viejos se deforman y descolorean; los brotes y los frutos pueden caer de la planta, el gorgojo adulto es un pequeño escarabajo negro, las larvas son pequeños gusanos de color blanco crema con cabezas marrones que pueden alcanzar 0,6 cm (0,25 pulgadas) de largo cuando maduran.



Figura 12. Daño por gorgojo del pimiento en el interior del fruto.

Control químico: Para el control del picudo o gorgojo del chile (*Anthonomus eugenii*) requiere insecticidas sistémicos y de contacto, aplicados al detectar 5% de daño en botones/frutos o 1 adulto por cada 200 plantas. Ingredientes activos efectivos incluyen Fipronil, Imidacloprid, Bifentrina, Cipermetrina y Betacyflutrina. Se deben realizar aplicaciones dirigidas a frutos y botones, preferentemente en la tarde (Garza, 2001).

Control cultural: Se retira cualquier planta de solanáceas que crezca cerca del pimiento al igual que cualquier fruta caída de la superficie del suelo.

Control biológico: El control biológico del picudo del chile se basa en usar hongos como *Metarhizium anisopliae* para atacar larvas en el suelo, colocar trampas amarillas con feromonas para controlar adultos y eliminar restos y frutos caídos para cortar su ciclo (Damián, 2015).

2.11. Valor agregado

El valor agregado y la diversidad de productos derivados del pimiento morrón incrementan la competitividad y la variedad de opciones en el mercado. Dicho valor agregado se obtiene a partir de la materia prima mediante procesos de transformación industrial que aprovechan sus nutrientes y su calidad, dando como resultado productos tanto semiprocesados como procesados.

Industrialización:

1. Pimiento relleno: Es un producto ya industrializado que en diversos supermercados lo tienen a la venta, siendo un producto relleno de queso listo para llevarlo a la cocina.
2. Pimiento envasado: Producto disponible en diversos supermercados con una presentación de envasado generalmente en vinagre para sus diversos usos.
3. Pimiento congelado: Generalmente su presentación se encuentra en tiras o en cubos para su uso en la cocina.
4. Salsas: Producto ya industrializado convirtiendo el chile pimiento junto con diversos condimentos, pero con un valor agregado listo para degustarse en la cocina.
5. En polvo: La materia prima que es el chile pimiento morrón se somete a un proceso de industrialización convirtiéndolo en chile pimiento morrón en polvo, típicamente utilizado en la cocina como algún tipo de sazónador.



Figura 13. Diversos usos de chile pimienta industrializado. Fuente: (Ekilu, 2025).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del sitio experimental

La presente investigación se desarrolló durante el ciclo agrícola primavera–verano del año 2025 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), situado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El experimento se estableció dentro de un invernadero tipo túnel con nivel tecnológico medio (Figura 14), ubicado en las coordenadas 25°21'19.5" de latitud norte y 101°01'49.7" de longitud oeste, a una altitud de 1,731 m s. n. m. (Google Earth, 2026). La región se caracteriza por presentar un clima seco a semiseco, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 18 y 22 °C.



Figura 14. Vista exterior e interior del invernadero No. 5 de la UAAAN.

El invernadero cuenta con una estructura metálica cubierta con fibra de vidrio. En su interior se encuentran camas de cultivo con dimensiones de 16 m de largo, 90 cm de ancho y 50 cm de altura. Asimismo, dispone de un sistema de enfriamiento mediante panel, el cual contribuye a mantener una temperatura promedio que oscila entre 23 y 25 °C.

Cuadro 2. Características del ensayo y parcela experimental en invernadero.

Localidad	Buenavista, Saltillo.
Fecha de trasplante	01 de marzo de 2025
Régimen hídrico	Riego cintilla
No. de líneas experimentales	84
No. de hileras por cama	2
No. de plantas por metro lineal	6
Distancia/plantas	15 cm
Distancia/hileras	30 cm
Longitud de la cama de siembra	16 m
Fertilización	Química y orgánica

Se utilizaron fertilizantes comerciales a base de la fórmula 20-20-20 y fertilizantes foliares: Fertiplus®, Foltron®, Relax fert®, Calcinit®, Ultrasol® micro, Humi-land®, y fertilizantes orgánicos (humus y lixiviado de lombriz).

3.2 Material genético

Se utilizaron 20 accesiones de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) del Programa de Producción de Granos y Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS) del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Cuadro 3. Genotipos experimentales de chile pimienta morrón.

No. de identificación	Accesión*	No. de identificación	Accesión*
1	LEPM-1	11	LEPM-11
2	LEPM-2	12	LEPM-12
3	LEPM-3	13	LEPM-13
4	LEPM-4	14	LEPM-14
5	LEPM-5	15	LEPM-15
6	LEPM-6	16	LEPM-16
7	LEPM-7	17	LEPM-17
8	LEPM-8	18	LEPM-18
9	LEPM-9	19	LEPM-19
10	LEPM-10	20	LEPM-20

*LEPM= Línea Experimental de Pimiento Morrón.

3.3. Variables evaluadas

Altura de planta (AP)

Para esta variable se empleó una cinta métrica, realizando la medición desde la base de la raíz hasta la hoja más alta de la planta, registrando el resultado en centímetros.

Longitud de raíz (LR)

Para esta variable se utilizó una cinta métrica, con la cual se midió la longitud total de la raíz de la planta, registrando el valor en centímetros.

Número de frutos por planta (NFP)

Se llevó a cabo el registro del número de frutos por planta (Figura 15). Para ello, se elaboró una base de datos individual para cada una de las plantas

seleccionadas, y la información se anotó en el libro de campo. Esta variable se determinó mediante el conteo total de frutos en cada planta seleccionada que se encontraba en condiciones de competencia completa y en la etapa final de madurez fisiológica.



Figura 15. Frutos de pimiento rojo en etapa de madurez fisiológica final.

Peso del fruto (PF)

Esta variable se midió utilizando una balanza analítica de laboratorio (Figura 19) para obtener una lectura más precisa. Antes de la medición, se retiró completamente el pedúnculo del fruto, y los resultados se expresaron en gramos.

Diámetro de tallo (DT)

Para la medición de esta variable se utilizó un vernier digital, el cual se colocó sobre el tallo de la planta, registrando los resultados en centímetros.

Diámetro polar (DP)

Para la medición de esta variable se empleó un vernier digital, tomando la

distancia desde el centro del pedicelo hasta la parte basal del fruto. Los resultados se expresaron en milímetros.

Diámetro ecuatorial (DE)

Esta variable se evaluó mediante el uso de un vernier digital, realizando la medición de manera horizontal de un extremo al otro (Figura 17). Es importante señalar que la medición se efectuó en la zona central del fruto, y los resultados se expresaron en milímetros.

Largo de hoja (LH)

Para esta variable se utilizó una regla metálica, la cual se colocó a lo largo de la hoja para medir su longitud, registrando los resultados en centímetros (Figura 18).

Ancho de hoja (AH)

Para esta variable se utilizó una regla metálica, colocándola sobre el ancho de la hoja para realizar la medición, y los resultados se registraron en centímetros.

Número de semillas por fruto (NSF)

Para determinar esta variable, se efectuó un corte en los frutos y posteriormente se contabilizó el número de semillas presentes en cada uno de los frutos por planta.



Figura 16. Extracción de semillas por fruto en etapa de postcosecha.

Forma del fruto (FF)

Para determinar esta variable se realizó una evaluación visual de los frutos en cada planta seleccionada, mediante una escala 1-3 donde (1= No presenta la forma típica del fruto, 2= Forma intermedia del fruto y 3= Forma tradicional del fruto).

Rendimiento (REND)

Para determinar esta variable se realizó una estimación la cual fue expresada en rendimiento en kilogramos por planta.



Figura 17. Determinación de diámetro ecuatorial con vernier digital.



Figura 18. Medición de longitud de hoja con regla metálica graduada.



Figura 19. Peso del fruto en balanza analítica.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de conglomerados con los datos obtenidos de las 20 líneas experimentales correspondiente a las accesiones de chile pimiento morrón en las variables cuantitativas evaluadas, los datos se analizaron con el paquete estadístico Minitab 16 (2009).

Análisis de conglomerados (AC)

El análisis de conglomerados es una técnica estadística multivariada de tipo exploratorio que se emplea para agrupar individuos o tratamientos en conjuntos homogéneos llamados conglomerados, basándose en su nivel de similitud. Su objetivo es lograr una alta semejanza entre los elementos de un mismo grupo y una clara diferenciación entre los distintos grupos.

El análisis de conglomerados es un método que tiene la finalidad de identificar grupos homogéneos de objetos u observaciones (unidades de análisis), los cuales se denominan conglomerados o grupos. Este análisis permite clasificar a los individuos en base a sus características, lo cual puede tener aplicaciones en diversas áreas que comprende a la biología (Vega y Arévalo, 2014).

Se empleó la distancia euclidiana para evaluar el grado de similitud o diferencia entre las líneas experimentales analizadas, utilizando la siguiente fórmula:

$$E_{ij} = \left\{ \sum^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right\}^{1/2}$$

Dónde:

E_{ij} = es la distancia entre la población i y la población j.

X_{ik} = es el valor de la k-ésima variable sobre la i-ésima genotipo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 20 se muestra un dendrograma que ilustra la conformación de seis grupos de líneas experimentales de chile pimiento morrón, obtenidos a partir de un análisis de conglomerados. En dicho análisis fueron evaluadas de manera conjunta 12 variables cuantitativas: altura de planta, longitud de raíz, número de frutos por planta, peso del fruto, diámetro de tallo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, longitud y ancho de hoja, número de semillas por fruto, forma del fruto y rendimiento.

El punto de corte del dendrograma se estableció a una distancia euclidiana de 4.71, correspondiente al momento en que el genotipo 9 se agrupa con el genotipo 13, lo que permitió definir la formación de seis grupos dentro de las líneas experimentales evaluadas.

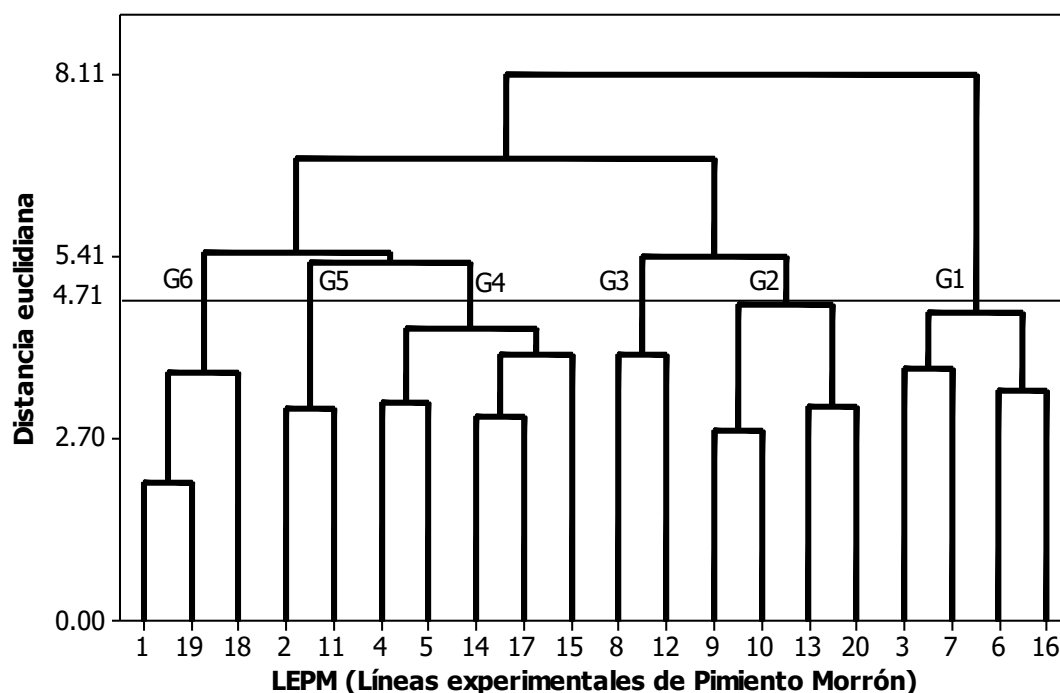


Figura 20. Dendrograma del análisis de conglomerados de 20 líneas experimentales de chile pimiento morrón.

Partiendo del agrupamiento de las líneas experimentales, según los resultados del análisis de conglomerados (Figura 20) se puede determinar que los grupos de similitud, entre las líneas experimentales de acuerdo a las variables evaluadas, bajo condiciones de invernadero, permitieron formar seis grupos. En donde se observó que a una distancia de corte de 4.61 (marcada por la línea negra), un primer grupo (G1) que comprende cuatro líneas experimentales, un segundo grupo (G2) con cuatro, un tercer grupo (G3) con dos, un cuarto grupo (G4) con cinco, un quinto grupo (G5) con dos, y un sexto grupo (G6) compuesto por 3, dando como resultado una diversidad genética en las accesiones de chile pimiento morrón evaluadas.

Los grupos G1 y G3 destacaron por presentar los mayores valores de rendimiento; el G1 alcanzó una producción de 5.0 kg, mientras que el G3 registró 3.35 kg. En el caso del G1, se observó un mayor peso de fruto; por el contrario, aunque el G3 presentó un número considerable de frutos (5.50), estos tuvieron menor peso, lo que influyó también en su tamaño, reflejado en un diámetro polar de 49.96 mm y un diámetro ecuatorial de 53.65 mm, además de un bajo número de semillas (167.75).

El tamaño y la cantidad de semillas están determinados en gran medida por el genotipo, existiendo variación tanto entre como dentro de las selecciones; sin embargo, el tamaño final también depende de la posición del fruto en la planta madre y de las condiciones de manejo agronómico del cultivo (Zúñiga, 1988).

Por su parte, el grupo G4 presentó frutos de buen tamaño y una forma adecuada. En relación con la forma del fruto, se reconoce una amplia variabilidad morfológica, que puede incluir formas alargadas, esféricas, acorazonadas, prismáticas o cúbicas (Occhiuto et al., 2014); en este caso, los frutos mostraron una forma acorazonada. Estos grupos se caracterizaron por presentar un rendimiento intermedio.

Cuadro 4. Promedios de grupos de genotipos de líneas experimentales de chile pimienta morrón obtenidos mediante el análisis de conglomerados.

	Genotipo	AP	LR	NFP	PF	DT	DP	DE	LH	AH	NSF	FF	REND
		cm	cm	No.	g	mm	mm	mm	cm	cm	No.	1-3	kg pl ⁻¹
G1	3,6,7,16	86.25	17.13	5.50	909.25	14.57	75.77	88.20	20.00	7.13	247.50	3.00	5.00
G2	9,10,13,20	89.75	15.75	5.50	518.03	13.14	52.86	56.79	22.38	8.33	146.38	2.50	1.88
G3	8,12	99.50	17.00	5.50	604.63	9.81	49.96	53.65	22.25	7.25	167.75	3.00	3.35
G4	4,5,14,17,15	88.60	16.00	3.80	567.89	13.44	80.90	82.54	20.00	6.86	176.60	3.00	2.19
G5	2,11	85.00	16.00	3.50	613.61	13.38	66.76	71.01	15.00	5.75	241.00	1.50	2.13
G6	1,19,18	101.67	18.17	3.67	502.05	15.80	71.38	78.54	23.83	7.40	161.67	1.00	1.87

AP=Altura de planta; LR= Longitud de raíz; NFP= Número de frutos por planta; PF=Peso de frutos; DT= Diámetro de tallo; DP= Diámetro polar; DE= Diámetro ecuatorial; LH= Largo de hoja; AH= Ancho de hoja; NSF= Número de semillas por fruto; FF= Forma del fruto. Escala: 1-3 donde (1= No presenta la forma típica del fruto, 2= Forma intermedia del fruto y 3= Forma tradicional del fruto); REND= Rendimiento.

Los grupos G6 y G2 se distinguieron por presentar una morfología favorable. El G6 mostró la mayor altura de planta, con un valor de 101.67 cm, así como la mayor longitud (Y), registrando 28.00 de acuerdo con los datos obtenidos en el libro de campo. En sistemas de cultivo protegido, la producción de pimienta requiere cultivares con tallos de crecimiento erecto, lo que facilita las labores de manejo agronómico y contribuye a incrementar la productividad por unidad de superficie.

Asimismo, es importante que las plantas presenten una adecuada cobertura foliar, ya que esta protege a los frutos de la exposición directa al sol, evitando la aparición de manchas que disminuyen su calidad comercial (Figuerola et al., 2015). Este grupo también destacó por el tamaño de sus hojas, registrando la mayor longitud foliar entre los genotipos evaluados, con un promedio de 23.83 cm.

Mientras que el G2 tuvo buen número de frutos (5.50), buen tamaño de hojas con un mayor ancho de hoja de 8.33, la producción de número de frutos en cada uno de los híbridos podría suceder por a la absorción de botones florales que ocurre en algunos materiales de frutos grandes de acuerdo con Wien y Stützel (2020). En cambio, los dos grupos presentaron un rendimiento bajo.

El G5 fue un grupo intermedio ya que no destacó en rendimiento ni morfológicamente es importante señalar que este comportamiento fenológico del cultivo es dependiente de factores climáticos (temperatura), varietales y del manejo agronómico que se realice; todos los cuales pueden influir, adelantándolo o retrasándolo, según la fecha en que se plante el mismo Yáñez *et al.*, (2015). Sin embargo, fue el segundo grupo con más producción de semilla con un número de 241.

Respecto a la altura de planta los promedios se encontraron en un rango de 101 a 85 cm respectivamente, en donde esta variable cuantitativa puede estar determinada por factor genético, así como factores ambientales y características del manejo agronómico, nutrición, la densidad de siembra y factores climáticos Pathirana (2013).

El rendimiento del cultivo depende de la interacción entre el genotipo y el ambiente, así como de la capacidad de la planta para aprovechar eficientemente recursos como agua, luz y nutrientes, factores que influyen directamente en la productividad y en la calidad del fruto (Pathirana, 2013). En el caso de la producción de semilla híbrida de chile pimiento (*Capsicum annuum* L.), los rendimientos suelen ser bajos; sin embargo, esta actividad resulta económicamente viable debido al alto valor comercial que posee en el mercado de semillas.

En programas de mejoramiento genético, la producción de semilla híbrida se basa principalmente en la emasculación y posterior polinización manual, no obstante, también se utilizan, en menor proporción, sistemas basados en esterilidad masculina genética y citoplasmática (Joshi y Berke, 2004). Para la obtención de semillas de esta especie es indispensable mantener condiciones adecuadas de manejo agronómico, realizar inspecciones oportunas, efectuar correctamente los procesos de cruzamiento o hibridación y aplicar un manejo apropiado durante las etapas de cosecha, extracción, secado y almacenamiento.

Por otra parte, el procesamiento del pimiento genera diversos subproductos de valor potencial, entre los cuales destacan las semillas, consideradas un recurso prometedor debido a su elevado contenido de aceites, proteínas, compuestos fenólicos y minerales (Dobón *et al.*, 2025).

V. CONCLUSIONES

La caracterización agronómica de accesiones de pimiento morrón, permitió demostrar que existen diferencias significativas entre las líneas experimentales evaluadas, en las cuales existe variación genética y por la interacción del ambiente de evaluación.

Los resultados obtenidos fueron esenciales para la selección de frutos en los Grupos (G1 y G3), los cuales destacaron por su mayor rendimiento, donde el G1 presentó un rendimiento promedio de 5.0 y el G3 con 3.35 kilogramos, respectivamente.

Los resultados obtenidos en el experimento fueron fundamentales para la selección de frutos de pimiento morrón destinados a la extracción de semilla, lo que contribuirá a la conservación del germoplasma experimental y permitirá su establecimiento en futuros ciclos agrícolas con fines de selección y mejoramiento de plantas de esta especie.

VI. LITERATURA CITADA

- Agahusa. (2024). Ficha técnica del fertilizante foliar Fertiplus: Biofertilizante líquido. Agahusa Agrobiológicos.
- Agrichem de México. (2022). Cultivo de chile morrón en México. <https://agrichem.mx/cultivo-de-chile-morron-en-mexico/>
- Almeida García, R. G., Gordon Núñez Palenius, H., Ruiz Aguilar, G. M. L., Pérez Negrete, D., Beltrán Mendiola, P. I., Flores Contreras, J. Á., & Mejía Pérez, M. A. (2022). Manual de producción de pimiento morrón en invernadero (Vol. 16, XXVII Verano de la Ciencia). Universidad de Guanajuato.
- Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez-Juárez, M. G., Ruiz-Espinosa, F. H., Velázquez Alcaraz, T. D. J., & Parra-Delgado, J. M. (2015). Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. Revista Fitotecnica Mexicana, 38(1), 93-99.
- Bozhurin, K. (2024). Bell pepper life cycle: The full guide for gardeners. GrowPlant. <https://growplant.org/blog/bell-pepper-life-cycle/>
- Cañada, O. A. B. (2020). Origen del pimiento. Blog Agricultura. <https://blogagricultura.com/origen-del-pimiento/>
- Capsicum annuum*: pimiento, chile y morrón-taxonomía, morfología y cultivo. (2026). Xuletas.es. Recuperado el 4 de febrero de 2026 en <https://www.xuletas.es/ficha/capsicum-annuum-pimiento-chile-morron-taxonomia-morfologia-cultivo>
- Chen, Y., Zhang, X., Liu, X., Hou, A., Wang, Y., Li, L., Peng, X., & Xiao, Y. (2024). Discrimination and characterization of volatile organic compounds and nutritional values of three varieties of chopped pepper seeds. Food Chemistry X, 21, 101150.

- Choi, M. H., Kim, M. H., & Han, Y. S. (2022). Physicochemical properties and antioxidant activity of colored peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Science and Biotechnology*, 32, 209–219.
- Damián, G. J. (2015). Manejo integrado del picudo del chile. Intagri S.C. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-picudo-del-chile>
- Delta S. (2024). Ficha técnica del FertiDrip N20-P20-K20 + microelementos. Agroformuladora Delta S. A. de C. V.
- Dobón-Suárez, A., Zapata, P. J., & García-Pastor, M. E. (2025). A Comprehensive Review on Characterization of Pepper Seeds: Unveiling Potential Value and Sustainable Agrifood Applications. *Foods* 14(11), 1969. <https://doi.org/10.3390/foods14111969>
- Drost, D. (2010). Pimientos en el huerto. Extensión Cooperativa de la Universidad Estatal de Utah. https://extension.usu.edu/files/publications/publication/HG_Garden_2005-12.pdf
- Drost, D. (2010). Peppers in the Garden. Utah State University Extension. Recuperado de https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/1245/
- Figueroa Cares IE, Martínez Damián MT, Rodríguez Pérez JE, Cruz Álvarez O, Beryl Colinas León MT, Valle Guadarrama S. (2018). Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morron (*Capsicum annuum* L.). *Interciencia* [Internet]. 2015 [citado 26 de marzo de 2018]; 40 (10).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura): En sus guías de "Buenas Prácticas Agrícolas para el Pimiento", detallan exactamente ese cambio de Nitrógeno a Potasio tras el cuajado.
- Foltron XL 1 Lt. (2018). Macloud. Recuperado el 25 de febrero de 2026 de <https://macloud.mx/ver-todos/foltron-xl-1-lt/>

- Garza, E. U. (2001). El barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii*) y su manejo en la Planicie Huasteca (Folleto técnico No. 14). INIFAP.
- Google. (2026). Google Earth Pro (Versión 7.x) [Software]. <https://earth.google.com/>
- Guía esencial para el control de la araña roja. (2026). Koppert México. Recuperado el 26 de febrero de 2026, de <https://www.koppert.mx/conocimiento/guia-esencial-para-el-control-de-la-arana-roja/>
- Green App. (2024). Guía de manejo agronómico y fenología del cultivo de pimiento. Sección: Germinación y Desarrollo de Plántula. Plataforma de Asistencia Técnica Digital.
- Hausbeck, M., & Mongeon, E. (2024). Mildiú veloso confirmado en pepino. Universidad Estatal de Michigan.
- Hortoinfo. (2024). Récord histórico en la producción mundial de pimiento. <https://hortoinfo.es/record-historico-en-la-produccion-mundial-de-pimiento-con-un-volumen-de-36-97249-millones-de-kilos>
- Intagri S.C. (2020). Daños y control del pulgón (*Myzus persicae*) en la zarzamora. <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/da%C3%B1os-control-del-pulgon-enla-zarzamora>
- Jarret, R. L., Levy, I. J., Potter, T. L., & Sermak, S. C. (2013). Seed oil and fatty acid composition in *Capsicum* spp. *Journal of Food Composition and Analysis*, 30, 102–108.
- Joshi, S., & Berke, T. (2004). Perspectives of Bell Pepper Breeding. *Journal of New Seeds*. 6(2-3). 51-74.
- Mahadtanapuk, S., Sanguansermisri, M., Cutler, R., Sardsud, V., & Anuntalabhochai, S. (2007). Control of anthracnose caused by *Colletotrichum musae* using antagonistic *Bacillus*. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 2(2), 54–61.

- Marschner, H. (2012): Mineral Nutrition of Higher Plants. Es el libro "biblia" de la nutrición vegetal que explica que el potasio (K) es el encargado de transportar los azúcares hacia el fruto para que este gane peso y tamaño.
- Moreno-Pérez, E., Mora-Aguilar, R., Sánchez-del Castillo, F., & García-Pérez, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 17(2), 1-14.
- Pathirana R. (2013). Peppers: Vegetable and Spice Capsicums, 2nd edition, by Paul W. Bosland and Eric J. Votava, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 41:2, 102-103, DOI: 10.1080/01140671.2012.745161
- Pernezny, K. L., Roberts, P. D., Murphy, J. F., & Goldberg, N. P. (Eds.). (2003). Compendio de enfermedades del pimiento. American Phytopathological Society Press.
- Rankel, K. (2024). 4 facts about chili pepper lifecycle. Greg App. <https://greg.app/chili-pepper-lifecycle/>
- SAGARPA. (2015). Paquete tecnológico de producción de lombricomposta: Humus y lixiviado de lombriz. Gobierno de México.
- Vaz, A., Odriozola-Serrano, I., Oms-Oliu, G., & Martín-Belloso, O. (2022). Physicochemical properties and bioaccessibility of phenolic compounds of dietary fiber concentrates from vegetable by-products. Foods, 11, 2578.
- Vega-Dienstmaier, J. M., & Arévalo-Flores, J. M. (2014). Clasificación mediante análisis de conglomerados: un método relevante para la psiquiatría. Revista de Neuro-Psiquiatría, 77(1),31-39.
- Villaseñor-Aguilar, M.-J., Bravo-Sánchez, M.-G., Padilla Medina, J. A., Vázquez-Vera, J. L., Guevara-González, R.-G., García-Rodríguez, F.-J., & Barranco-Gutiérrez, A.-I. (2025). Una revisión exhaustiva sobre la caracterización de las semillas de pimiento: revelando su valor potencial y aplicaciones agroalimentarias sostenibles.

- Wien, H. C., & Stützel, H. (Eds.). (2020). The physiology of vegetable crops. Boston, MA, USA: CAB International.
- Yáñez P, Balseca D, Rivadeneira L, Larenas C. (2015). Características morfológicas y de concentración de Capsaicina en cinco especies nativas del genero *Capsicum* cultivadas en ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida. 2015;22(2).
- Yara Argentina. (2019). YaraTera Calcinit. <https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/productos/yaratera/yaratera-calcinit>
- Zúñiga, S. A. (1988). Efecto de diferentes niveles de fertilización en la producción de fruto y semilla de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) Tesis Profesional FAUANL. Marín, N. L., México. 88 p.