

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Selección de Frutos de Pepino (*Cucumis sativus* L.) para Producción
de Semilla en Invernadero

Por:

MAYRA SUSANA CORDOVA VARGAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Selección de Frutos de Pepino (*Cucumis sativus* L.) para Producción
de Semilla en Invernadero

Por:

MAYRA SUSANA CORDOVA VARGAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Antonio Flores Naveda
Asesor Principal

Dra. Xóchitl Ruelas Chacón

Coasesor

M.C. Modesto Colín Rico

Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre, 2025

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 texto 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 digita 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



Mayra Susana Cordova Vargas

DEDICATORIA

Para mi familia; en especial a mis padres y hermana. Mi padre **Pedro Cordova Rodríguez**, que gracias a su apoyo y su sacrificio no me hizo falta nada, apoyándome para poderme solventar durante mi estancia en la universidad, siempre confiando en mí y dándome su cariño. Mi madre **María Elena Vargas Espiritu**, que aun estando lejos siempre estuvo para mí en todo momento apoyándome, dándome fuerza, ánimos para no rendirme y seguir adelante dándome mucho amor. Mi hermana **María Guadalupe Cordova Vargas** que gracias a su apoyo y sabiduría aprendía más de ella con su ayuda en el entorno agrícola, por apoyarme y creer en mí, y mi sobrino **Alan Alberto Guillen Cordova** que llegó en el momento más adecuado en mi vida para no darme por vencida y seguir echándole ganas estando lejos de ellos ¡Los amo!

A toda mi familia; abuelos, tíos y tías. Que me apoyaban y se preocupaban por mí a la distancia, siempre se alegraban de todos mis triunfos y estuvieron al pendiente de mi bienestar.

A **Dayana Montelongo** la cual fue como mi hermana y estuvo en todo momento para mí, le agradezco todo lo que hizo, por escucharme siempre y ser mi apoyo cuando más lo necesitaba.

A **Ignacio Flores**, por escucharme y darme apoyo a la distancia, siempre estando cuando más lo necesito, alentándome a no darme por vencida y siempre dar lo mejor de mí TA.

¡Con mucho amor, Mayra!

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco **a mis padres**, ya que sin su apoyo no hubiera llegado hasta donde estoy, por darme la confianza de estudiar lejos de casa y creer en mí, en que podía lograrlo, sin su apoyo no lo hubiera logrado.

Agradezco a **Dios** por darme la fuerza de poder seguir con fuerzas en este camino, por no darme por vencida de estar lejos de casa, por acompañarme en los días buenos y sobre todo en lo malo.

A mi asesor el **Dr. Antonio Flores Naveda** por darme la oportunidad de poder realizar mi tesis y brindarme todo lo necesario para que se haya hecho posible, por darme la confianza y su dedicación en el experimento.

A mis amigos de la universidad que se convirtieron en **Mi Pequeña Familia** y gracias a ellos mi estancia fue mucho más bonita, estando todos para apoyarnos cuando más lo necesitamos, gracias a todos.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS..... | ii |
| INDICE DE CONTENIDO | iii |
| INDICE DE CUADROS..... | v |
| INDICE DE FIGURAS..... | vi |
| RESUMEN | vii |
| I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1.1. Objetivo general | 10 |
| 1.2. Objetivos específicos | 10 |
| 1.3. Hipótesis..... | 10 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 11 |
| 2.1. Importancia..... | 11 |
| 2.2. Producción a nivel global..... | 12 |
| 2.3. Producción en México..... | 13 |
| 2.4. Taxonomía | 14 |
| 2.5. Morfología de la planta..... | 14 |
| 2.6. Etapas vegetativas | 16 |
| 2.7. Fruto..... | 19 |
| 2.8. Desarrollo, tamaño y forma | 19 |
| 2.9. Nutrientes esenciales | 20 |
| 2.10. Plagas..... | 21 |
| 2.10.1. Araña (<i>Tetranychus urticae</i> Koch y <i>T. cinnabarinus</i>)..... | 21 |
| 2.10.2. Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>) . | 22 |
| 2.10.3. Pulgón (<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>)..... | 22 |
| 2.10.4. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) | 23 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.11. | Enfermedades | 24 |
| 2.11.1. | Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.) | 24 |
| 2.11.2. | Mildiu veloso (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>) | 25 |
| 2.11.3. | Bacteriosis del pepino (<i>Pseudomonas</i> sp.)..... | 26 |
| 2.12. | Propiedades | 27 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 29 |
| 3.1. | Localización..... | 29 |
| 3.2. | Variedad | 30 |
| 3.3. | Variables evaluadas | 32 |
| 3.4. | Análisis estadísticos | 34 |
| 3.5. | Correlaciones fenotípicas | 35 |
| 3.6. | Análisis de Componentes Principales (ACP)..... | 35 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 4.1. | Análisis de varianza | 36 |
| 4.2. | Prueba de comparación de medias | 37 |
| 4.3. | Análisis de Componentes Principales (ACP)..... | 38 |
| V. | CONCLUSIONES | 41 |
| VI. | LITERATURA CITADA..... | 42 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Principales países productores a nivel mundial. | 12 |
| Cuadro 2. Características de las selecciones de pepino cosechadas en etapa de madurez fisiológica final, para la extracción de semillas. | 31 |
| Cuadro 3. Características del experimento..... | 31 |
| Cuadro 4. Cuadrados medios y coeficiente de variación de las variables agronómicas del experimento de pepino. | 36 |
| Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de cinco variables evaluadas utilizando la prueba de Tukey 0.05, ciclo agrícola P-V, 2024 en el Campo Experimental Buenavista UAAAN. | 37 |
| Cuadro 6. Valores y vectores propios para tres primeros componentes principales de ocho variables agronómicas evaluadas. | 38 |
| Cuadro 7. Correlaciones fenotípicas entre las variables evaluadas..... | 40 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Principales entidades productoras de pepino en 2019. | 13 |
| Figura 2. Morfología de la planta de pepino. | 16 |
| Figura 3. Etapas de crecimiento del fruto de pepino..... | 18 |
| Figura 4. Forma del fruto de pepino. | 20 |
| Figura 5. Araña roja. | 21 |
| Figura 6. Mosca blanca. | 22 |
| Figura 7. Daño de pulgón en hoja de pepino..... | 23 |
| Figura 8. Daño de trips en hoja. | 24 |
| Figura 9. Antracnosis en hoja de pepino. | 25 |
| Figura 10. Mildiú vellosa en hoja. | 26 |
| Figura 11. Características de bacteriosis del pepino. | 27 |
| Figura 12. Infraestructura del invernadero No. 5 Campo Experimental Buenavista. | 29 |
| Figura 13. Establecimiento del experimento de pepino en invernadero. | 30 |
| Figura 14. Variables evaluadas en 10 selecciones de pepino: diámetro, longitud, peso y sólidos solubles totales. | 33 |
| Figura 15. Extracción de la semilla en frutos de pepino seleccionados. | 34 |
| Figura 16. Grafica Biplot que muestra las ocho variables agronómicas y fenológicas, así como la distribución de las 10 selecciones de pepino en base a los dos primeros componentes principales. | 40 |

RESUMEN

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las especies de mayor importancia económica en nivel mundial, la semilla que se obtiene de los frutos ya maduros se utiliza para la propagación y selección de frutos de calidad. Por lo cual, el principal objetivo de esta investigación fue la selección de frutos de pepino para producción de semilla, bajo condiciones de invernadero. El cultivo se llevó a cabo en el ciclo primavera - verano, 2024 en el Campo Experimental Buenavista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Saltillo, Coahuila, México en un invernadero tipo túnel de mediana tecnología, el cual se encuentra ubicado a una latitud de 25° 21'19.5" N, longitud de 101°01'49.7" W y a una altitud de 1,731 msnm.

En el experimento se utilizaron 10 selecciones de pepino de la variedad Poinsett 76. Las variables evaluadas fueron: Diámetro de fruto: DF, Longitud de fruto: LF, Peso del Fruto: PF, Sólidos Solubles Totales: SST y Número de Semillas por Fruto: NSxF. Además, se realizaron mediciones individuales en tres caracteres fenológicos: Longitud de Hoja: LH, Ancho de Hoja: AH y Altura de Planta: AP. Los datos se evaluaron mediante el análisis de varianza completamente al azar, al igual una media de comparación de medias Tukey ($P \geq 0.05$) y un análisis de componentes principales (ACP) utilizando Minitab 16.

En los resultados el análisis de varianza detectó en la variable DF, la selección **7** (6.09 cm), **10** (6.33 cm) y **1** (6.15 cm), las cuales fueron estadísticamente ($p \leq 0.01$) superiores a las demás selecciones de pepino. En la variable de PF sobresalen las mismas selecciones con promedios de: **7** (530.89 g), **10** (511.29 g) y **1** (534.68 g). Las selecciones con mayor valor de SST fueron: **9** (4.33°Brix) y **4** (3.76°Brix), además de la selección **1** (4.00°Brix) que presentó un buen

comportamiento en las dos características anteriores. En la variable NSxF destacan las selecciones **9** (335.0) y **7** (319.67). La selección 7, superó al resto en las características: Longitud Hoja (LH= 20.5 cm), Ancho Hoja (AH= 21.5 cm) y altura de planta (AP= 330 cm).

El análisis multivariado (ACP) con dos componentes principales explicó el 68.4% en la variación de los datos obtenidos, el CP1 contribuyó en el 43.1% y el CP2 el 25.3% respectivamente, en donde las variables de mayor importancia para CP1 fueron: PF y LF. Mientras que para CP2 fueron: NSxF y SST. Los valores de las correlaciones fenotípicas entre: PF y LF ($r= 0.801^{**}$), NSxF y SST ($r=0.802^{**}$) y AH con LH ($r=0.939^{**}$) confirmaron la importancia relativa de estas variables. Finalmente, los datos obtenidos para los objetivos del experimento fueron esenciales para la selección de los mejores frutos de pepino, en la variable NSxF a las selecciones 5, 7 y 9, así como a las selecciones 1, 7 y 10 por su peso de fruto.

Palabras clave: *Cucumis sativus*, fruto, semillas, correlaciones fenotípicas

I. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una planta de importancia económica, ya que tiene un elevado índice de consumo, ya sea como alimento fresco o industrializado. En varias regiones del mundo, se considera una especie con valor reside en su producción estacional varias regiones del mundo, el cual necesita desarrollarse principalmente como un cultivo. Además, es de los cultivos hortícolas de mayor consumo en nivel mundial ya que tiene alto valor nutrimental (Moreno *et al.*, 2013) al igual por su alto potencial económico, como un producto de exportación, ya que se cultiva y consume en diferentes regiones el mundo (Cruz, 2015).

Actualmente, la producción de este cultivo está aumentando la importancia, gracias a la difusión de los consumidores respecto a sus propiedades medicinales. Esto, con una mayor demanda de su rendimiento económico e ingresos con un corto periodo de tiempo, esto hace más atractivo el interés de los agricultores por cultivarlo (Margal *et al.*, 2018).

Suministra pequeñas cantidades de vitamina C, provitamina A y vitamina E. En porciones pequeñas, vitaminas del grupo B, tales como folatos B1, B2 y B3. En sus propiedades nutritivas en el pepino cuenta con una especial importancia su contenido elevado de ácido ascórbico y con pequeñas cantidades del complejo vitamínico B. (Green *et al.*, 2012).

Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

1.1. Objetivo general

Seleccionar frutos de pepino en etapa de madurez fisiológica final, para producción de semilla.

1.2. Objetivos específicos

Evaluar variables agronómicas, altura de planta, longitud de hoja, ancho de hoja, diámetro de fruto, longitud de fruto y peso de fruto.

Estimar sólidos solubles totales y número de semillas por fruto.

1.3. Hipótesis

Hi. La selección de plantas de pepino en etapa de madurez fisiológica final, permitirá cosechar frutos con mayor peso y número de semillas, bajo condiciones de invernadero.

Ho. No existen diferencias en las selecciones de plantas de pepino en etapa de madurez fisiológica final, para las variables agronómicas evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia

Respecto en los antecedentes en el cultivo de pepino, algunos de los autores lo consideran procedente del norte de la India, sin embargo, su procedencia más probable se encuentra en el área de África tropical. Vavilov (1951) menciona que es utilizado como alimento desde hace más de 3,000 años. Poco después fue conocido de épocas muy antiguas por los egipcios, siendo posteriormente introducido en china en el año 100 a. C. Tiempo después fue cultivado por griegos y romanos, llevado a Francia en el siglo IX. En Inglaterra era frecuente en el siglo XIII siendo trasladado después a Estados Unidos (Casilimaset *al.*, 2012).

En consecuencia, el cultivo de pepino es de gran importancia económica, esto a causa de la demanda en el mercado nacional e internacional, ya sea en consumo, procesado o fresco. En México la superficie sembrada en el año 2013 fue de 17,781 hectáreas. Los rendimientos bajo cubierta son mayores debido a que la planta se adapta mejor en ambientes más favorables en donde las temperaturas son óptimas, la incidencia de plagas disminuye y en donde las corrientes de aire son moderadas.

2.2. Producción a nivel global

Para la producción de pepino en invernadero en la parte del noroeste de México se obtienen altos rendimientos en una sola duración del ciclo, al ser de 108 días en invierno, esto dando como oportunidad para realizar dos siembras al año prolongando así la ventana de producción (Hernández, 2006). En condiciones de invernadero, la producción en pepino es más alto su rendimiento que en campo abierto, esto también dependiendo del nivel tecnológico, las condiciones climatológicas y el manejo, estableciendo de igual forma una alternativa a la diversificación de cultivos en invernadero (Fumiaf, 2005).

China es el principal productor mundial con 75.547.733 millones de kilos. La superficie de tierra que china destino en 2021 a producir pepino fue de 1.290.500 hectáreas, con un rendimiento por metros cuadrado de 5,85 kilos. El segundo productor a nivel global es Turquía con 1.890.160 millones de kilos de pepino obtenidos en 2021, sobre una extensión de 25.930 hectáreas y con un rendimiento de 7,29 kilos por metro cuadrado. Rusia se sitúa en la tercera posición mundial en la cosecha de pepino, con un volumen de 1.648.639 millones de kilos, una área de 38.957 hectáreas y alcanzando un rendimiento de 4,23 kilos por metro cuadrado (Salazar, 2022).

Cuadro 1. Principales países productores a nivel mundial.

| Nº | País | Producción en toneladas |
|----|---------|-------------------------|
| 1 | China | 75.547.733 |
| 2 | Turquía | 1.890.160 |
| 3 | Rusia | 1.648.639 |

2.3. Producción en México

En México el cultivo de pepino posee una destacada trascendencia generadora y monetaria con alcance nacional e internacional. Unos de los principales territorios que producen pepino es Sinaloa, con una proporción del 33.9%, secundado por sonora con un 18% (Figura 1). El aumento del costo rural promedio en Sinaloa de 44.5%, al compararlo con el año 2018, con un monto de 1,865 millones de pesos. Esta hortaliza exhibe en promedio un consumo per cápita anual de 139g (SIAP, 2019).

Puede cultivarse el pepino a lo largo de todo el ciclo anual, ya sea bajo cubierta o a campo abierto, arroja rendimientos superiores durante los meses de febrero, marzo y abril, aportando el 44% del volumen total a escala nacional (Barrera, 2011).

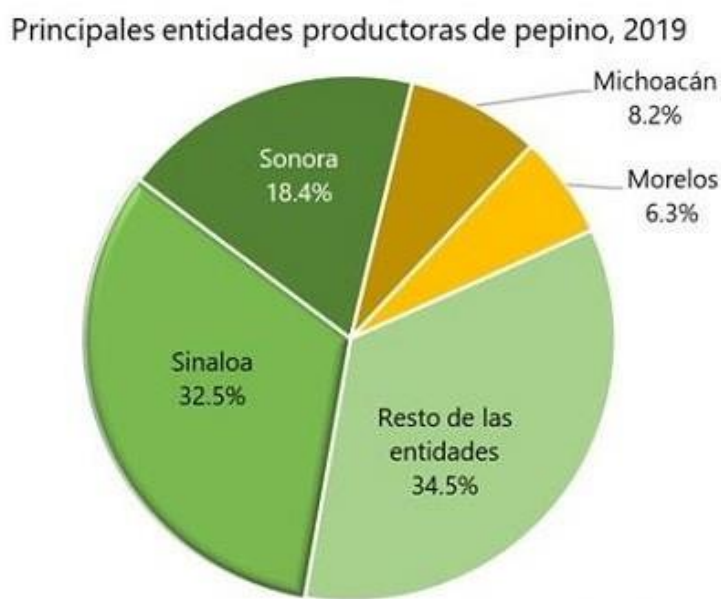


Figura 1. Principales entidades productoras de pepino en 2019.

Fuente: (SIAP, 2019)

2.4. Taxonomía

Reino: Vegetal

División: Embryophitasiphonogama

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotiledones

Orden: Curbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: Cucumis

Especie: sativus

Nombre científico:
Cucumis sativus L.

Nombre común: Pepino

(Valadez, 1998)

2.5. Morfología de la planta

Esta especie es planta monoica, así que en el mismo ejemplar se encuentran brotes masculinas y femeninas. En variedades monoicas, la proporción habitual de las flores es de alrededor de 10 o más brotes masculinos por cada brote femenino. La mayoría de las variantes comerciales recientes son híbridos llamados ginoicos, cuyas flores son predominantemente femeninas (Fornais, 2025).

La planta de pepino genera las flores en los nudos o axilas de las hojas, inicialmente surgen las flores masculinas y alrededor de 10 días después aparecen las primeras flores femeninas. Las flores masculinas se presentan en grupos de tres a cinco y las flores femeninas usualmente solas. En la base de la flor femenina podemos

observar el ovario, este teniendo forma de una pequeña fruta que se desarrollara después de ser polinizada (Fornais,2025).

El aparato radicular puede alcanzar hasta 1.10, de profundidad y se extiende entre los 30 y 40 cm. Las raíces secundarias son superficiales, muy delgadas, elongadas y de color blanquizco. Este fruto cuenta con la capacidad de emitir raíces adventicias por encima del cuello de la planta, el tallo principal es angulado y espinos, de porte rastroso o trepador. De cada uno le surgen zarcillos y nudos, en la unión de cada hoja se genera un brote lateral de una o varias flores (Figura 2) (Talavera, 2005).

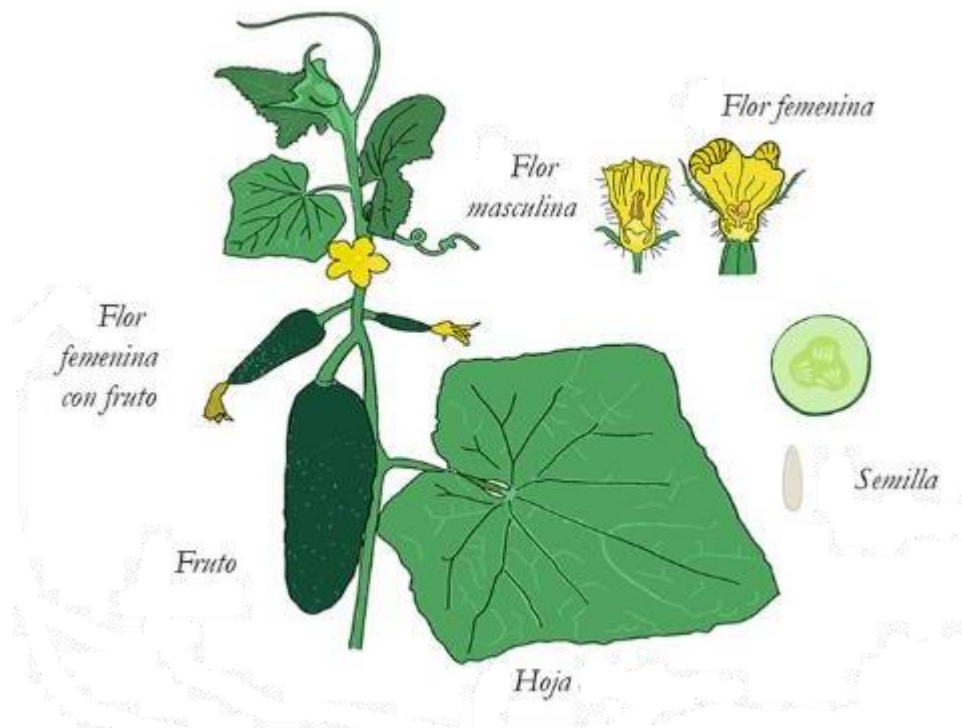


Figura 2. Morfología de la planta de pepino.

2.6. Etapas vegetativas

A continuación, se describen las etapas fenológicas del cultivo:

Germinación

Es la primera etapa en la cual la semilla absorbe los nutrientes esenciales y el agua, activando así a el embrión. La semilla en esta fase inicia el proceso de imbibición y posteriormente la radícula empieza a emerger. Su temperatura optima se encuentra entre 24 – 30°C. el suelo debe mantenerse húmedo, así evitando el exceso de humedad para evitar la pudrición de la semilla.

Emergencia y desarrollo de plántulas

En el proceso de emergencia, la raíz radicular incrementa más, anclándose la planta al suelo y las primeras hojas denominadas cotiledones, surgen del suelo. Para este periodo es crucial conservar un riego continuo y gestionar adecuadamente la maleza

Desarrollo vegetativo

El crecimiento de hojas, tallos y raíces se centran en esta etapa, en esta fase la planta desarrolla el sistema radicular que le permite absorber una gran cantidad de agua y nutrientes, Sus hojas aumentan de tamaño, incrementando su capacidad fotosintética de la planta

Floración

Esta es una crítica etapa en donde la planta produce flores femeninas y masculinas. Las flores masculinas aparecen primero, seguidas de las flores femeninas. La polinización es facilitada por insectos, especialmente con abejas, esto es esencial para la formación de los frutos.

Fructificación

Pasada la polinización los frutos empiezan a desarrollarse, estos requieren una nutrición equilibrada, especialmente en potasio y fósforo, esto para promover el crecimiento del fruto. Su riego es un paso muy importante para evitar un estrés hídrico, ya que puede afectar el tamaño y calidad. A su vez es importante monitorear la planta para detectar la presencia de enfermedades o plagas y así mantener un entorno saludable para el cultivo.

Maduración

La etapa final en donde los pepinos alcanzan el mayor tamaño y el color del cual se caracterizan, es fundamental verificar el riego para evitar el exceso de agua, ya que puede afectar crucialmente los frutos. Su cosecha se debe realizar al momento que los pepinos alcanzan su madurez final, esta es indicada por el tamaño, firmeza y color, El cosechar en el momento más adecuado nos garantiza una mejor calidad.



Figura 3. Etapas de crecimiento del fruto de pepino.

Fuente: (Bastida, 2024).

2.7. Fruto

El fruto o pericarpio, está compuesto de exocarpo (capa exterior, es decir, piel o corteza); mesocarpo (carne); y endocarpo circundante los óvulos o semillas (Robinson *et al.*,1997).

2.8. Desarrollo, tamaño y forma

Desarrollo

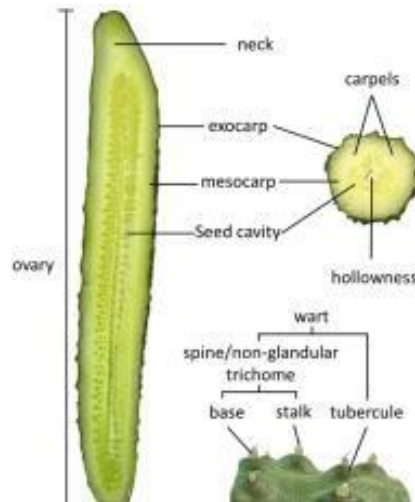
Los frutos del pepino se caracterizan por tener un interior carnoso, con diversas semillas y una cáscara dura o firme (Robinson *et al.*, 1997).

Tamaño

En los frutos de pepino, el número de células se establece principalmente durante el desarrollo del ovario, con una segunda fase de división celular durante los primeros 4 a 5 días posteriores a la polinización (Jiang *et al.*, 2015); (Colle *et al.*, 2017) y (Liu *et al.*, 2020).

Forma

Pvariar ampliamente en varios factores que influyen en la forma, incluyendo longitud, diámetro, uniformidad (es decir, cilíndrico vs. cónico) y tendencia a curvarse (Figura 4). Respecto a la relación entre el ovario y la forma del fruto, las características de los órganos como el sexo floral y el número de carpelos que se establecen durante el desarrollo del meristemo floral pueden influir directamente en la forma del fruto del pepino (Grumet *et al.*, 2017).



Fuente: (Grumet *et al.*, 2017).

Figura 4. Forma del fruto de pepino.

2.9. Nutrientes esenciales

Fosforo: aproximadamente en el 80% de fosforo lo absorbe entre el 48 y el 72 esto días posterior a la emergencia, el periodo en donde la producción da la mayoría de frutos.

Potasio: este elemento ejerce un papel muy importante para la calidad de la producción, además de ser un importante activador en enzimas, ya que controla el cierre y apertura de los estomas.

Calcio: la disminución de este elemento se relaciona a la malformación que pueda ocasionar en el sistema radicular y a la reducción en el crecimiento de las plantas.

(SQM, 2018).

2.10. Plagas

2.10.1. Araña (*Tetranychus urticae* Koch y *T. cinnabarinus*)

Dos especies, las cuales son relevantes molestias foliares en las cucurbitáceas, son diminutos que se localizan primordialmente al reverso de las hojas. (Figura 5).

Daño de arañas: las arañitas perjudican en las células de hojas, especialmente en el envés, extraen la clorofila, dificultando la reproducción del fotosintato. Una indicación inicial de la colonización son las zonas punteadas.



Figura 5. Araña roja.

2.10.2. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Las moscas blancas que pueblan en los cultivos son primordialmente insectos d regiones tropicales o subtropicales. Son diminutos insectos homópteros (Figura 6).

Daño: las moscas blancas causan perjuicios por deterioros de alimentación, como importantes vectores de virus de plantas e induciendo desordenes fisiológicos o fitotóxicos. Las elevadas densidades de la mosca blanca pueden producir la perdida de las hojas y una caída generalizada del follaje



Figura 6. Mosca blanca.

2.10.3. Pulgón (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)

Son la especie de pulgón más frecuentes y numerosos en los invernaderos. Muestran polimorfismo, con hembras aladas y ápteras con reproducción vivípara (Figura 7).

Daño: los áfidos causan deterioros de tres maneras: con picadura directas, en contaminación con excrementos y como vectores de patógenos en las plantas.

Introducen estiletes con forma de aguja de manera intracelular, para nutrirse del floema en los tejidos conductivos circundantes, esto genera daño directo para la retirada del fotosintato necesario para el llenado de los frutos en la fase del crecimiento.



Figura 7. Daño de pulgón en hoja de pepino.

2.10.4. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los trips adultos miden habitualmente menos de 2mm de longitud y suelen ser de tonalidad pardo oscura o castaña. Cada año se producen numerosas camadas. Pasan la temporada invernal como ninfas y adultos (Figura 8).

Daño: Los perjuicios son provocados tanto como ninfas y adultos, se alimentan perforando las células de los tejidos de las yema, hojas y flores, a su vez succionando después los jugos de la planta en sus puntos de alimentación. Al igual se alimentan de polen. Las punciones causan la decoloración de las flores y yemas, incluso se puede producir aborto de fruto.

Para su control cultural se puede disminuir las poblaciones de plaga, para eso se recomienda lo siguiente:

- Ubicación de mallas en bandas del invernadero.
- Remoción de maleza dentro y fuera del cultivo.
- Cubiertas plásticas al suelo y cultivos trampa.



Figura 8. Daño de trips en hoja.

Fuente: (Castellano, 2004 y UAAAN)

2.11. Enfermedades

2.11.1. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)

La agresión perjudica las hojas, tallos y frutos. El síntoma principal son manchas de color café en las hojas. En los frutos se originan manchas redondas u ovaladas de coloración café – pardo, que se transforman en pústulas rojizas. Para su control se

recomienda la esterilización de semilla destinado a este propósito.

Figura 9. Antracnosis en hoja de pepino.



Si la enfermedad emerge, se puede utilizar benomil alternando con maneb o mancozeb (Figura 9).

2.11.2. Mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis*)

Es una enfermedad de mayor relevancia en temporada lluviosa. Su síntoma característico es el surgimiento de un micelio de apariencia aterciopelada, con tonalidad blanco – grisáceo entre las venas del envés de la hoja, que posteriormente se convierte en manchas cloróticas de mayor dimensión y cantidad (Figura 10).



Figura 10. Mildiú veloso en hoja.

2.11.3. Bacteriosis del pepino (*Pseudomonas sp.*)

Agrede los tallos, hojas y frutos. En las hojas origina manchas de aspecto húmedo, de 2 a 3 mm de diámetro, color gris que se tornan negras y se desprenden, dejando hueco en las hojas. En la parte de fruto, provoca lesiones en forma de pequeñas manchas que segregan una especie de goma. Se puede combatir tratando la semilla con fungicidas. La semilla se puede combatir aplicando fungicidas para la semilla, eliminando los restos de cosecha, ya que es así como se propaga, utilizando variedades resistentes y haciendo la siembra en suelos drenados (Figura 11).



Figura 11. Características de bacteriosis del pepino.

Fuente: (Lizano, 1991)

2.12. Propiedades

El valor nutrimental del pepino el cual es su bajo contenido calórico y su alto contenido en agua (más del 95%), lo que lo hace hidratante y ligero. Además, el fruto de pepino aporta fibra, potasio, magnesio, fósforo y vitaminas como la K, C, A y algunas del complejo B. Por cada 100 gramos, contiene aproximadamente 12 kcal, 0.6 g de proteína, 1.9 g de carbohidratos y 0.7 g de fibra.

2.13. Beneficios

El consumo de pepino proporciona diversos beneficios para la salud, entre las que destacan el fruto, contiene flavonol, este es un antioxidante que favorece la conectividad neuronal, lo cual es ideal para el cerebro. Asimismo, es un

antiinflamatorio natural.

Además, se consideran los siguientes beneficios para la salud:

- Ayuda a controlar el estrés: ya que contiene muchas vitaminas del grupo B, estas son muy efectivas para el relajamiento del sistema nervioso.
- En la pérdida de peso: dado que es un alimento con pocas calorías y un elevado contenido en agua, lo que aporta efectos diuréticos.
- Previene la hipertensión y protege al corazón: puesto que contiene potasio y mineral que son los que regulan la presión arterial.
- Su contenido en vitamina C contribuye a un mejor funcionamiento de las defensas naturales del organismo

(Cardoso, 2022).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

Las diez selecciones de pepino (*Cucumis sativus* L.), se establecieron en un invernadero de tipo túnel con mediana tecnología que posee con una estructura metálica y cubierta de fibra de vidrio (Figura 12) el cual se encuentra a una altitud de 1,731 msnm (Google Earth, 2024). El experimento se estableció en el ciclo P-V del 2024 en el Campo Experimental Buenavista de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila.



Figura 12. Infraestructura del invernadero No. 5 Campo Experimental Buenavista.

Invernadero con camas de siembra que tienen una dimensión de 16 metros lineales, 50 centímetros de altura y 90 centímetros de ancho, consta de un panel de enfriamiento que mantiene una temperatura promedio de 25°C en el interior del invernadero.

La Figura 13, nos muestra la localización del experimento al interior del invernadero # 5, donde se establecieron los genotipos de pepino.

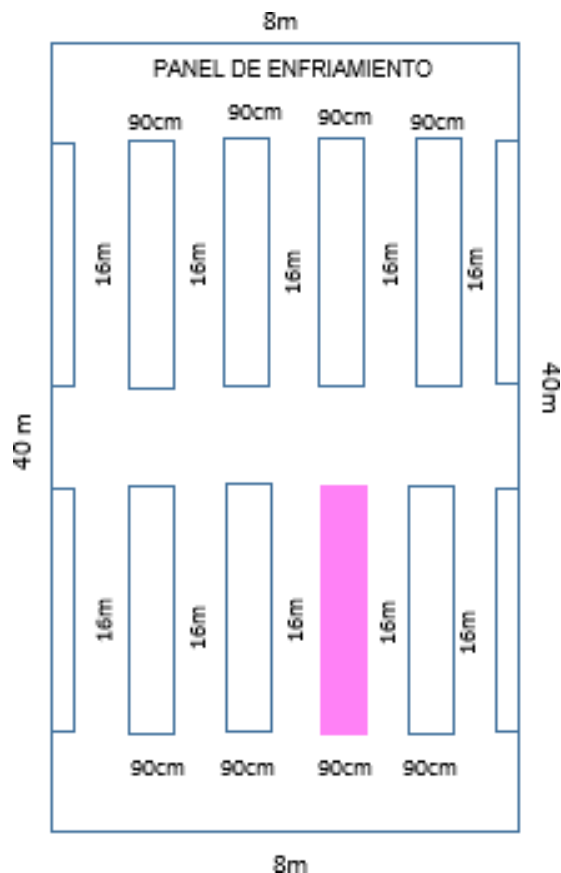


Figura 13. Establecimiento del experimento de pepino en invernadero.

3.2. Variedad

La variedad de pepino utilizada fue Poinsett 76. Este genotipo se trata de una planta monoica, esto quiere decir, una misma planta posee flores femeninas y masculinas. La polinización de las flores de pepino es a menudo realizada por insectos, como las abejas, aunque también pueden autofecundarse. Para la obtención de las 10 selecciones de pepino de polinización libre, se seleccionaron los mejores frutos con características deseables, los cuales se describen a continuación en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Características de las selecciones de pepino cosechadas en etapa de madurez fisiológica final, para la extracción de semillas.

| Número de identificación | Selecciones | Color de fruto en madurez |
|--------------------------|-------------|---------------------------|
| 1 | VPL-UA1 | Amarillo claro |
| 2 | VPL-UA2 | Amarillo claro |
| 3 | VPL-UA3 | Amarillo claro |
| 4 | VPL-UA4 | Amarillo claro |
| 5 | VPL-UA5 | Amarillo claro |
| 6 | VPL-UA6 | Amarillo claro |
| 7 | VPL-UA7 | Amarillo claro |
| 8 | VPL-UA-8 | Amarillo claro |
| 9 | VPL-UA9 | Amarillo claro |
| 10 | VPL-UA10 | Amarillo claro |

VPL=Variedad de polinización libre

Cuadro 3. Características del experimento.

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Localidad | Buenavista, Saltillo. |
| Día de trasplante | 17 de febrero del 2024 |
| Número de surcos | 2 |
| Distancia entre plantas | 0.64 cm |
| Distancia entre surcos | 0.45 cm |
| Longitud del surco | 16 m |

3.3. Variables evaluadas

En las diez selecciones de plantas de pepino, se evaluaron tres frutos por planta, a los cuales se les midieron las variables que se describen a continuación.

Diámetro de fruto (DF). Se midió el diámetro del fruto en la parte central con un vernier digital, y se registró el dato promedio en cm.

Longitud de fruto (LF). Se midió a la longitud del fruto con una cinta métrica y se expresó el promedio en cm.

Peso del fruto (PF). Los frutos a los cuales se les midió el diámetro y la longitud posteriormente se pesaron en una balanza digital y se expresó el promedio en gramos.

Sólidos solubles totales (SST). Se midieron con ayuda de un refractómetro portátil los grados brix, en donde se extrajo una gota de jugo y se colocó en el refractómetro, para registrar el valor de grados brix de cada fruto.

Número de semillas por fruto (NSxF). Se realizó un corte al fruto y posteriormente se realizó la extracción de la pulpa de fruto, para después contabilizar en número de semillas, las cuales se colectaron en una criba.



Diámetro (cm)



Longitud (cm)



Peso (g)



Sólidos solubles totales (°Brix)

Figura 14. Variables evaluadas en 10 selecciones de pepino: diámetro, longitud, peso y sólidos solubles totales.

Posteriormente en las diez plantas seleccionadas de pepino se midieron las variables: altura de planta, ancho y largo de la hoja.

Altura de planta (AP). Esta variable se determinó con ayuda de una cinta métrica en donde se realizó al mediar hasta el ápice de crecimiento; para lo cual se seleccionaron tres plantas en competencia completa y se registró su promedio en cm.

Longitud de hoja (LH). Se determinó con la ayuda de la cinta métrica, se midió a lo largo de la hoja en su parte media y se registró el dato en cm.

Ancho de hoja (AH). Se determinó con cinta métrica, se midió de la parte más ancha de la hoja en cm.



Figura 15. Extracción de la semilla en frutos de pepino seleccionados.

3.4. Análisis estadísticos

El experimento realizado para las 10 selecciones de pepino (*Cucumis sativus*) con tres repeticiones en las cuales se evaluaron cinco variables utilizando el modelo estadístico, del diseño Completamente al Azar.

El modelo es: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$

Dónde: Y_{ij} = observación del i-ésimo tratamientos en la j-ésima repetición.

μ = media general de la variable.

T_i = efecto del i - ésimo genotipo

E_{ij} = efecto del error experimental.

$i = 1, 2 \dots 10$ (vari).

$J = 1, 3$ (repeticiones).

El coeficiente de variación fue estimado para cada una de las variables analizadas, con la siguiente fórmula:

Donde:

$$\text{C. V. (\%)} = \frac{\sqrt{\text{CMEE}}}{\bar{x}} \times 100$$

C.V. (%): coeficiente de variación en porcentaje.

CMEE: cuadrado medio del error experimental.

X: media general de tratamientos.

100: constante para expresar el C.V. en porcentaje.

Asimismo, se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey para las selecciones evaluadas, utilizando la probabilidad de error $\alpha=0.05$.

3.5. Correlaciones fenotípicas

A partir de los resultados experimentales se llevó a cabo un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias, mediante la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$) así como un análisis de correlación con el programa estadístico Minitab 16 (2009).

3.6. Análisis de Componentes Principales (ACP)

En este análisis se utiliza una matriz X de orden (n x p), de np observaciones correspondientes a los valores de p variables de cada una de n unidades de estudio y consiste en transformar un conjunto de variables x_1, x_2, \dots, x_p a un nuevo conjunto de variables y_1, y_2, \dots, y_p (Johnson, 2000).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de varianza

En la evaluación de variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) con el propósito de obtener un alto rendimiento de semilla para siembra, se consideraron las variables analizadas y descritas en el Cuadro 4. En donde los resultados muestran que para el diámetro de fruto (DF) se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.01$), entre las selecciones de pepino evaluadas. En tanto, para las demás variables, no se detectaron diferencias estadísticas, pero si se observaron diferencias numéricas entre selecciones Cuadro 5.

Cuadro 4. Cuadrados medios y coeficiente de variación de las variables agronómicas del experimento de pepino.

| F.V. | gl. | Cuadrados Medios | | | | |
|-----------|-----|------------------|-------|--------|-------|--------|
| | | DF | LF | PF | SST | NSxF |
| Trat. | 9 | 5.271** | 8.85 | 15086 | 0.433 | 10842 |
| Error | 20 | 0.160 | 5.97 | 6967 | 0.228 | 5656 |
| Total | 29 | | | | | |
| C.V. (%) | | 7.633 | 9.920 | 18.706 | 13.04 | 30.239 |
| \bar{x} | | 5.24 | 24.63 | 446.20 | 3.66 | 248.70 |

**Altamente significativo al 0.01 de probabilidad, F.V: Fuente de variación, gl: grados de libertad, Trat: tratamientos DF: diámetro de fruto, LF: longitud de fruto, PF: peso de fruto, SST: sólidos solubles totales y NSxF: número de semillas por fruto.

La mejor manera de verificar una buena conducción del experimento es en base a su coeficiente de variación (C.V.) en el cual se espera que no exceda el 20% (Ruíz-Ramírez, 2010). Los C.V. obtenidos en esta investigación presentaron un rango del 7.663 - 13.04% respectivamente, en tanto en la variable NSxF registró un C.V. del 30.239%. Según Martínez (1994), menciona que, en hortalizas, árboles frutales y los maderables es normal que el C.V. exceda el 50%, sin embargo, existen técnicas estadísticas que permiten transformar los datos para su análisis y así reducir el valor de altos coeficientes de variación.

4.2. Prueba de comparación de medias

En el Cuadro 5, nos muestra que solo para el DF se obtuvo diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre selecciones, con respecto a las variables que influyen principalmente en el peso del pepino son el diámetro y la longitud de fruto, al respecto. Tomando en cuenta los más altos promedios para diámetro y longitud del fruto sobresalen la selección: 7 (DF= 6.09 cm; LF=27.33 cm), 10 (DF= 6.33 cm; LF=26.5 cm) y 1 (DF= 6.15 cm; LF=24.33 cm). Los resultados son superiores a los adquiridos por Montaño-Mata *et al.*, (2018) los cuales revelaron valores de DF= 5.49 cm y LF= 17.33 cm. Siendo también superiores a los de Cruz-Coronado *et al.*, (2020) que para el DF presentaron un rango de 4.7 a 5.7 cm, y para LF fue de 17.5 a 23.2 cm. En cuanto al PF estas selecciones también tuvieron los más altos promedios: 7 (530.89 g), 10 (511.29 g) y 1 (534.68 g) reflejando en este caso la influencia de las variables DF y LF sobre el PF. En contraste una reducción en el diámetro y longitud tiene como consecuencia una reducción en su peso, como se observa en la selección 8 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de comparación de medias de cinco variables evaluadas utilizando la prueba de Tukey 0.05, ciclo agrícola P-V, 2024 en el Campo Experimental Buenavista UAAAN.

| Sel. | AP cm | LH cm | AH cm | SST °Brix | NSxF No. | DF cm | LF cm | PF g |
|----------------------|------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|----------|----------|-----------------|
| 1 | 270 | 14.4 | 17.5 | 4.00 a | 231.00 a | 6.15 a | 24.33 a | 534.68 a |
| 7 | 330 | 20.5 | 21.5 | 3.63 a | 319.67 a | 6.09 a | 27.33 a | 530.89 a |
| 10 | 250 | 12.0 | 14.0 | 3.63 a | 258.00 a | 6.34 a | 26.50 a | 511.29 a |
| 9 | 280 | 14.0 | 16.5 | 4.33 a | 335.00 a | 3.00 b | 24.67 a | 464.18 a |
| 2 | 240 | 15.5 | 18.0 | 3.53 a | 250.00 a | 5.69 a | 26.00 a | 457.20 a |
| 3 | 195 | 15.0 | 18.0 | 3.70 a | 253.00 a | 5.74 a | 24.83 a | 454.11 a |
| 4 | 230 | 17.0 | 17.5 | 3.77 a | 242.00 a | 5.69 a | 24.83 a | 436.57 a |
| 6 | 240 | 18.0 | 20.0 | 3.17 a | 181.33 a | 5.45 a | 23.33 a | 383.16 a |
| 5 | 250 | 12.5 | 14.0 | 3.80 a | 285.33 a | 5.67 a | 21.67 a | 366.61 a |
| 8 | 255 | 14.0 | 15.0 | 3.00 a | 131.67 a | 2.57 b | 22.83 a | 323.28 a |
| 254 \bar{x} | | 15.29 | 17.2 | 3.66 | 248.70 | 5.24 | 24.63 | 446.20 |
| Tukey 0.05 | | | | 1.38 | 217.53 | 1.15 | 7.06 | 241.43 |

Sel: Selecciones de plantas de pepino, AP: altura de planta, LH: longitud de hoja, AH: ancho de hoja, SST: sólidos solubles totales, NSxFP: número de semillas por fruto, DF: diámetro de fruto, LF: longitud de fruto, PF: peso de fruto. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (Tukey 0.05).

Para los valores obtenidos para la variable SST presentaron promedios de 3.00 a 4.33 °Brix teniendo como mejores selecciones: 9 (4.33°Brix), 1 (4.00°Brix) y 4 (3.76 °Brix) superiores en comparación a los reportados por Cruz-Coronado *et al.*, (2020) que tuvieron valores de 2.89 a 3.22°Brix. En el color de las semillas por fruto se apreció una tonalidad de color blanco-amarillento, las selecciones evaluadas tuvieron un rango de número de semillas por fruto de 131.67 a 335.00, estos promedios están dentro de los valores reportados por Thoa (1998) que menciona un rango de 30 a 300 semillas por fruto. Teniendo como mejores los seleccionados con respecto a la variable NSxF: 9 (335.0), 7 (319.67) y 5 (285.33), respectivamente.

En el Cuadro 5 se presentan las mediciones realizadas en tres caracteres fenológicos de las 10 selecciones de pepino. Con respecto a la característica longitud de la hoja (LH) se aprecian valores de 12.0 a 20.5 cm. Para el ancho de hoja (AH) se presentaron medidas de 14.0 a 21.5 cm. La variable altura de planta (AP) es importante porque se relaciona estrechamente con el rendimiento de fruto, los rangos en las mediciones de esta variable fueron desde los 195 a 330 cm.

4.3. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El realizar el análisis ACP permitió observar el valor propio con los porcentajes de los tres componentes principales CP1 (43.1%), CP2 (25.3%) y CP3 (14.6%), lo cual dio un porcentaje acumulado de 83.1% con respecto al 100% de variación.

Cuadro 6. Valores y vectores propios para tres primeros componentes principales de ocho variables agronómicas evaluadas.

| | CP1 | CP2 | CP3 |
|-----------------|------------------|--------------|---------------|
| Valor propio | 3.4476 | 2.0247 | 1.1718 |
| Proporción (%) | 43.1 | 25.3 | 14.6 |
| Acumulada (%) | 43.1 | 68.4 | 83.1 |
| Variables | Vectores propios | | |
| DF ¹ | 0.280 | -0.022 | -0.690 |
| LF | 0.438 | -0.054 | -0.154 |
| PF | 0.476 | 0.172 | -0.193 |
| SST | 0.264 | 0.533 | 0.134 |

| | | | |
|------|-------|---------------|--------------|
| NSxF | 0.383 | 0.374 | 0.186 |
| AP | 0.298 | -0.041 | 0.622 |
| LH | 0.293 | -0.547 | 0.144 |
| AH | 0.334 | -0.491 | 0.055 |

¹DF: diámetro de fruto, LF: longitud de fruto, PF: peso de fruto, SST: sólidos solubles totales y NSxFP: número de semillas por fruto. AP: altura de planta, LH: longitud de hoja y AH: ancho de hoja.

Para los vectores propios las variables con valores significativos de cada componente principal, en el CP1: LF (0.438) y PF (0.476), CP2: SST (0.533) y LH (-0.547) y CP3: DF (-0.690) y AP (0.622).

Gráfica Biplot

En la gráfica Biplot se observan la distribución en los cuatro cuadrantes de las 10 selecciones de plantas de pepino y las ocho variables, en donde en el primer componente nos muestra el 43.1 y el segundo componente el 25.3%, acumulando el 68.4% de la variación total de los datos.

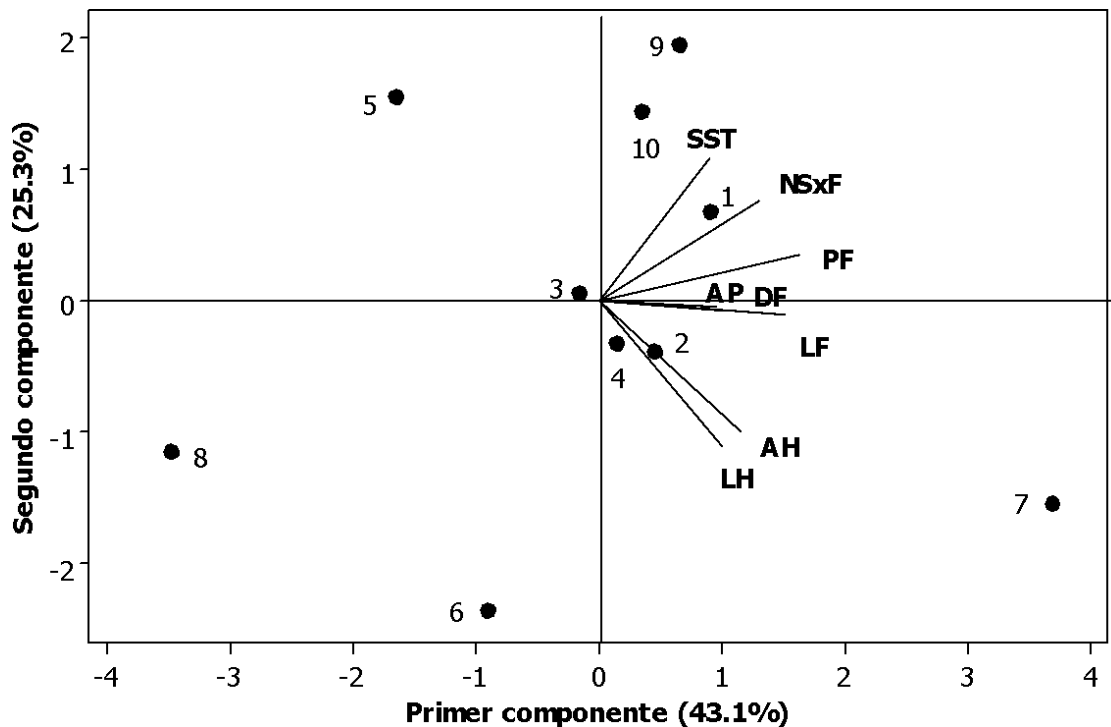


Figura 16. Grafica Biplot que muestra las ocho variables agronómicas y fenológicas, así como la distribución de las 10 selecciones de pepino en base a los dos primeros componentes principales.

La Figura 16, no muestra la relación entre las variables con respecto a los ángulos formados en la gráfica que indica el grado de correlación entre dos vectores. Cuando el ángulo es de 90° nos indica una ausencia de relación entre dos variables. El tener un ángulo agudo menor a 90° refleja una correlación positiva lo que significa que entre variables se relacionan. Por lo tanto, un ángulo mayor a 90° indica una correlación negativa (Abdi y Williams, 2010). En el Primer componente nos muestra las selecciones de alto promedio en PF y LF las selecciones: 1, 7 y 10, contrastando con las selecciones 6, 5 y 8. Para el Segundo componente nos contrasta las selecciones con alto promedio SST y NSxF, los cuales son: 9 y 5, de los de menor promedio: selecciones 6 y 8 (ver Cuadro 5).

Las correlaciones fenotípicas que se muestran en el Cuadro 7 se registran las correlaciones positivas y altamente significativas entre: PF y LF ($r= 0.801^{**}$), NSxF y SST ($r=0.802^{**}$) y AH relacionado con LH ($r=0.939^{**}$). Estas relaciones mencionadas se observan en la gráfica Biplot obteniendo ángulos menores a 90°.

Cuadro 7. Correlaciones fenotípicas entre las variables evaluadas.

| | DF | LF | PF | SST | NSxF | AP | LH |
|------|--------|----------------|-------|----------------|-------|-------|----------------|
| LF | 0.394 | | | | | | |
| PF | 0.555 | 0.801** | | | | | |
| SST | 0.106 | 0.182 | 0.566 | | | | |
| NSxF | 0.244 | 0.439 | 0.585 | 0.802** | | | |
| AP | -0.089 | 0.342 | 0.389 | 0.196 | 0.413 | | |
| LH | 0.208 | 0.395 | 0.193 | -0.221 | 0.070 | 0.373 | |
| AH | 0.274 | 0.441 | 0.341 | -0.098 | 0.124 | 0.300 | 0.939** |

**Altamente significativo al 0.01 de probabilidad, ¹DF: diámetro de fruto, LF: longitud de fruto, PF: peso de fruto, SST: sólidos solubles totales y NSxFP: número de semillas por fruto, AP: altura de planta, AH: ancho de hoja y LH: longitud de hoja.

V. CONCLUSIONES

- Para el diámetro del fruto las selecciones **7** (DF= 6.09 cm y LF=27.33 cm), **10** (DF= 6.33 cm y LF=26.5 cm) y **1** (DF= 6.15 cm y LF=24.33 cm) presentaron los mejores promedios.
- En la variable peso de fruto sobresalen las mismas selecciones con promedios de: **7** (530.89 g), **10** (511.29 g) y **1** (534.68 g).
- La selección con altos valores de SST: 9 (4.33° Brix) y 4 (3.76° Brix), incluyen también el 1 (4.00° Brix), que presentó un buen comportamiento en las tres variables anteriores.
- En la variable número de semillas por fruto destacan las selecciones 9 (335.0) y 7 (319.67).
- El genotipo 7, supero a las demás selecciones en las características: longitud de hoja (LH= 20.5 cm), ancho de hoja (AH= 21.5 cm) y altura de planta (AP= 330 cm).
- El análisis multivariado (ACP) con dos componentes principales explico el 68.4% de la variación total de los datos. Donde el CP1 contribuyo con el 43.1% y el CP2 el 25.3%.
- El análisis de componentes principales, las variables de mayor importancia para CP1 fueron: PF y LF. Mientras que para CP2 fueron NSxF y SST.
- Se presentaron correlaciones fenotípicas estadísticamente significativas entre: PF Y LF ($r=0.801^{**}$), NSxF y SST ($r=0.802^{**}$) y AH con LH ($r=0.939^{**}$).
- Finalmente, los datos obtenidos para los objetivos del experimento fueron esenciales para la selección de las mejores selecciones de pepino para el NSxF, selecciones 5, 7 y 9. A su vez, para la variable peso del fruto se consideraron a las selecciones 1, 7 y 10.

VI. LITERATURA CITADA

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 2(4), 433–459.
- Barrera, C. T. (9 de noviembre de 2011). Pepino persa, negocio para pequeños productores. El Economista.
- Bastida, C. O. A. (2024). Etapas fenológicas del cultivo del pepino. Blog Agricultura. <https://blogagricultura.com/etapas-fenologicas-pepino/>
- Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. In Noise reduction in speech processing (pp. 1-4). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Cardoso, P. (2022). El pepino, un alimento que te ayudará a combatir la fatiga y el estrés. LA VANGUARDIA. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20211227/4783/pepino-valor-nutricional-beneficios-propiedades.html>
- Casilimas H., Bojacá C.R., Monsalve O. (2012). Manual de Producción de Pepino Bajo Invernadero. Editores académicos. Bogotá: Universidad de Bogotá, Colombia. Jorge Tadeo Lozano, 208 p.
- Colle, M.; Weng, Y.; Kang, Y.; Ophir, R.; Sherman, A.; Grumet, R. (2017). Variation in cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit size and shape results from multiple components acting pre-anthesis and post-pollination. *Planta* 2017.
- Cruz-Coronado, J; Monge-Pérez, J. (2020). Producción de siete genotipos de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivados en ambiente protegido*. *Tecnología en marcha* . 33: 102-118. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i2.4343>
- Cruz, B.A. (2015). Efectos de la aplicación de biofertilizantes y fosfitos de potasio durante cultivo y un recubrimiento de poli (acetato de vinilo - co - alcohol vinílico) sobre la calidad y vida poscosecha de pepino (*Cucumis sativus* L.) (Tesis de maestría). Centro de Investigación en Química Aplicada. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/102>

- Fornaris, G. J. (s/f). Características de la planta. upr.edu. recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/pepinillo-caracteristicas-planta.pdf>
- FUMIAF. (2005). Cultivo de pepino europeo en invernaderos de alta tecnología en México. Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A.C. SAGARPA, México, 37 p.
- Gómez, S. (2024). Comportamiento agronómico de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) var. Frontera con nutrición química y orgánica en invernadero. Tesis Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 63 p.
- Jaime-Green, M., Lucero-Flores, J.M, Sánchez Verdugo, C. (2012). Inteligencia de mercado de pepino. Editorial Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 85 p.
- Grumet, R.; Colle, M. (2017). Genomic analysis of cucurbit fruit growth. In Genetics and Genomics of the Cucurbitaceae; Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J., Eds.; Springer Publishing: Chan, Switzerland, 2017.
- Hernández, G. (2006). Manejo del pepino en invernadero. En: Diplomado Internacional en Agricultura Protegida. Módulo 5. Cd. Obregón, Sonora, México, 49 p.
- HydroEnvironment - InovaciónAgricola en un click. (2025). Gramo de Semilla de Pepino Var Poinsett 76 - HydroEnvironment - InovaciónAgricola en un click. HydroEnvironment - InovaciónAgricola En un Click. <https://hydroenv.com.mx/producto/545-gramo-de-semilla-de-pepino-var-poinsett76/>
- Javier Z. Castellanos. (2004). Manual de producción hortícola en invernadero. Celaya, Guanajuato, México: Intagri.
- Jiang, L.; Yan, S.; Yang, W.; Li, Y.; Xiz, Y.; Xia, M.; Cheng, Z.; Wang, Q.; Yan, L.; Song, X. (2015). Transcriptomic analysis reveals the roles of microtubule-related genes and transcription factors in fruit length regulation in cucumber (*Cucumis sativus* L.). Sci. Rep. 2015.
- Johnson, D. (2000). Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Internacional Thompson Editores S.A de C. V. New York, U.S.A. Pp. 3 – 4.

- Lizano, J. R. (1991). Aspectos Técnicos sobre 45 Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Liu, X.X.; Pan, Y.P.; Liu, C.; Ding, Y.Y.; Wang, X.; Cheng, Z.H.; Meng, H.W. (2020). Cucumber fruit size and shape variations explored from the aspects of morphology, histology, and endogenous hormones. *Plants*.
- Margal, S.Y., Singh, A.K., Behera, T.K., Munshi, A.D. & Sukanta, D. (2018). Effect of planting time and fertilizer dose on growth, yield and quality of parthenocarpic cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under polyhouse and nethouse conditions. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 88(1), 63-69.
- Martínez G., A. (1994). Experimentación Agrícola. Métodos Estadísticos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Montaño-Mata, N.J., Gil-Marín J.A. y Palmares Y. (2018). Rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función del tipo de bandeja y la edad de trasplante de las plántulas. *Anales Científicos*. 79 (2): 377-385.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1247>
- Moreno, D.C., García, W., Ibañez, E. & Barrios, A. (2013). Postharvest Physicochemical changes in three cucumber cultivars with and without plastic film. *Mexican Journal of Agricultural Sciences*, 4(6), 909-920.
- Pepino - SQM. (2018). SQM. <https://www.sqm.com/estudio/pepino/>
- Robinson, R.W.; Decker-Walters, D.S. (1997). *Cucurbitaceas*; CAB International: Wallingford, UK, 1997.
- Ruíz-Ramírez, J. (2010). Eficiencia relativa y calidad de los experimentos de fertilización en el cultivo de caña de azúcar. *Terra Latinoamericana*. 28: 149-154.
- Salazar, S. F. (2022). La producción mundial de pepino bate récords en 2020. <https://amhpac.org/es/index.php/en/informacion/17-noticias/789-la-produccion-mundial-de-pepino-bate-records-en-2020>.

- SIAP (2024). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Avance de siembras y cosechas.
- Sedgley R H (1991). An appraisal of the Donald ideotype after 21 years. *Field Crops Res.* 26:93-112.
- Talavera, J. M. (2005). Guías tecnológicas de frutas y vegetales (Disponible en:) https://gamis.zamorano.edu/gemis/es/Docs/hortalizas/pepi_nopdf_2017.
- Thoa, D.K. (1998). Cucumber seed multiplication and characterization. AVRDC-ARC Research Report Detalle agrícola SAGARPA [en línea] <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>
- Thomas A. Zitter, D. L. (2004). Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas. St. Paul, MN, USA: Grupo Mundi Prensa.
- Valadez, L. A. (1998). Producción de Hortalizas. 7ª Reimpresión. Editorial Limusa. México D.F.
- Villalobos-Ramírez, V. (2021). Análisis genético de caracteres de interés agronómico en pepino. Máster en Biotecnología Industrial y Agroalimentaria por la Universidad de Almería (UAL), España. 50 p.
- Wehner, T.C.; Maynard, D.N. (2003). Cucumbers, melons, and other cucurbits. Volume 1. *Encyclopedia of food and culture*. New York, USA. 474-479.