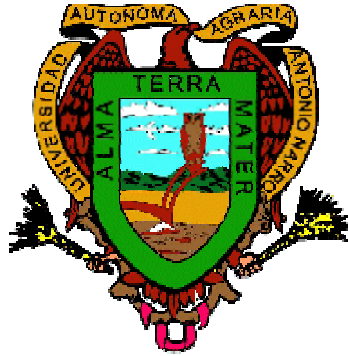


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**Crecimiento, Floración y Fructificación de Plantas de
Pepino (*Cucumis sativus* L.) Manejadas Bajo Condiciones
De Invernadero**

Por

Siboney Ruelas Chacón

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener

el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Crecimiento, Floración y Fructificación de Plantas de
Pepino (*Cucumis sativus* L.) Manejadas Bajo Condiciones
De Invernadero**

Por

Siboney Ruelas Chacón

TESIS

Que se somete a corrección del H. Jurado Examinador como requisito parcial para
obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por

Ing. Elyn Bacó pulos Téllez

Dr. José Hernández Dávila

ASESOR PRINCIPAL

SINODAL

M.C. Salvador Ruelas García

Dr. Valentín Robledo Torres

SINODAL

SINODAL

M.C. Arnoldo Oyervides García

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2003

DEDICATORIA

A mis Padres

Gloria Vicenta Chacón Palos

Salvador Ruelas García

De quienes siempre estaré orgullosa.

A mis Hermanas

Xochitl

Aida

Veronica

Por su cariño, apoyo, amistad y ayuda.

A mis Cuñados

Oscar Noe

Rusbel Antonio

Cesar Augusto

Por el apoyo que me brindan.

A mis Sobrinos

Cesar Elian

Diego Antonio

Ángel Emilio

Por ser la alegría de la casa.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la vida y con ella la oportunidad de servir y ser feliz.

A mis **Padres** que siempre han sido y serán mis mejores maestros y porque al igual que mis **Hermanas** siempre han estado conmigo dándome su amor, comprensión y apoyo infinito, además de sus consejos y ejemplo.

A todos mis **Maestros** y al personal de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que de una u otra forma intervinieron en mi formación profesional. En especial al Departamento de Horticultura.

Al **COECYT** por el apoyo económico recibido para la realización de mi tesis a través de su programa de BecaTesis.

A todos mis compañeros de la **Generación XCVI** por brindarme su amistad durante todo el tiempo que compartimos nuestra estancia en la Universidad.

A mis **amigos** y **amigas** que siempre me brindaron además de su amistad, apoyo especialmente a María de Jesús Juárez (Chuy) , Mireya Esquivel, Araceli Pineda (Cheli), Elizabeth Sámano (Liz), Ofelia Celis (Ofe), Ale Briseño, Eduardo Moreno (Lalo), Leopoldo Alonso (Leo), Dario Barrientos, Deiby Santiago, y Luis F. De León Sifuentes (TQM); porque siempre los tendré presentes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	lii
ÍNDICE DE FIGURAS	lii
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	1
Importancia	2
Problemática	2
Objetivos	3
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Generalidades del Cultivo	5
Origen e Historia	5
Importancia del Cultivo	5
Superficie Sembrada	5
Valor Nutritivo	6
Taxonomía y Descripción Botánica del Pepino	7
Taxonomía	7
Descripción Botánica	7
Sistema Radicular	7
Tallo	7
Zarcillos	8
Hojas	8
Flores	8
Fruto	9
Exigencias del Cultivo de Pepino	9
Clima	9

Suelo	9
Humedad Relativa	9
Fotoperiodo	10
Salinidad	10
Fertilización	10
Cosecha	10
MATERIALES Y METODOS	12
Ubicación del Trabajo	12
Materiales Utilizados	12
Descripción del Material Vegetativo	12
Establecimiento del Experimento	13
Diseño Experimental	15
Variables Evaluadas	18
Control de Plagas y Enfermedades	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
Tratamientos Foliare	20
Incremento en Longitud del Tallo	20
Producción de Flores Masculinas	22
Descripción de los Hábitos de la Planta	23
Crecimiento de la Planta	23
Floración	26
Producción de Flores Masculinas	26
Producción de Flores Femeninas	27
Fructificación	30
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	34
LITERATURA CITADA	35

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Superficie ocupada (ha) y producción media (ton/ha) de pepino en México	6
Cuadro 2. Valor nutricional del pepino	7
Cuadro 3. Elaboración de la solución completa Hoagland	15
Cuadro 4. Efecto de tratamientos sobre el incremento en la longitud del tallo (cm) de la planta de pepino durante su ciclo de vida (26 de Junio -27 Agosto) 60 días	21
Cuadro 5. Efecto de tratamientos sobre el incremento en la longitud del tallo (cm) de la planta de pepino durante su ciclo de vida (26 Junio – 27 Agosto) 60 días	21
Cuadro 6. Efecto de tratamientos sobre el número de flores masculinas producidas por planta de pepino durante su ciclo de vida (7 de Julio – 14 de Agosto) 37 días	22
Cuadro 7. Análisis de varianza de tratamientos sobre el número de flores masculinas producidas por planta de pepino	23
Cuadro 8. Altura de la planta, número de nudos y longitud media de entrenudos en diferentes fechas de observación en planta de pepino	24
Cuadro 9. Velocidad de crecimiento de plantas de pepino bajo condiciones de invernadero	25
Cuadro 10. Producción de flores masculinas en plantas de pepino durante cinco periodos en un ciclo de 35 días	26
Cuadro 11. Relación de flores femeninas y flores masculinas abiertas contabilizadas en cada periodo durante un ciclo de 30 días de floración en plantas de pepino	28
Cuadro 12. Crecimiento en longitud y velocidad de crecimiento del fruto de pepino durante tres periodos en su ciclo de desarrollo	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Determinantes del componente más importante de la producción, procesos y factores.....	4
Figura 2. Plantas en maceta sujetas con rafia de uno de sus extremos a la zona basal de la planta (a). Distribución de las plantas en una etapa avanzada de desarrollo (b). Medición longitudinal del crecimiento del fruto (c). Longitud final del fruto (d)	14
Figura 3. Croquis de la distribución de los tratamientos y sus correspondientes repeticiones.....	18
Figura 4. Dinámica del crecimiento de la planta de pepino.....	25
Figura 5. Dinámica de producción de flores masculinas en plantas de pepino	27
Figura 6. Dinámica de la apertura floral masculina y femenina en plantas de pepino	29
Figura 7. Dinámica de crecimiento del fruto de pepino	31

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el invernadero de alta tecnología del Departamento Forestal que se localiza dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Los trabajos se realizaron durante el ciclo primavera-verano del año 2003.

Los objetivos del presente trabajo son generar información sobre el cultivo de pepino, principalmente en lo que se refiere a la dinámica de crecimiento de la planta, la dinámica de floración y del desarrollo del fruto, para estar en posibilidades de actuar en el nivel estructural correspondiente, pero también se consideró interesante realizar algunos tratamientos con la idea de ver el efecto que pudieran tener estos sobre el comportamiento de la misma.

Se utilizaron los tratamientos de fertilizante foliar (Foltron Plus) y un producto a base de algas (Algaenzims) para observar el efecto sobre el crecimiento de la planta y su floración.

El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar y las variables evaluadas fueron altura de planta o longitud de tallos, número de nudos y longitud de entrenudos, cantidad de flores masculinas, cantidad de flores femeninas, número de frutos y longitud de los frutos.

La aplicación de los productos foliares Foltron Plus y Algaenzims no tuvieron efectos significativos sobre el crecimiento de las plantas ni sobre la producción de flores masculinas.

En cuanto al estudio de los hábitos de crecimiento, de floración y de fructificación, se observó que el crecimiento en plantas de pepino manejadas bajo condiciones de invernadero, fue muy vigoroso.

La producción de flores masculinas se inicia desde los primeros nudos, se producen en promedio 6 flores por nudo. Durante el ciclo de floración de 35 días, se produjeron 120 flores masculinas por planta.

La producción de flores femeninas es más intensa hacia los nudos superiores, se observaron una o dos flores por nudo y en los nudos donde se produjeron, no hubo flores masculinas. Se obtuvo en promedio 5.6 flores femeninas por planta.

La relación de flores masculinas y femeninas fue de 21:1 en promedio. Durante el ciclo de floración siempre hubo flores masculinas liberando polen para las flores femeninas, mostrándose una disminución en la proporción hacia el final de la floración.

Bajo las condiciones del invernadero y sin aplicar o asegurar la polinización, se obtuvo solo un 20% de "amarre".

El ciclo de desarrollo del fruto fue de 43 días y su crecimiento mostró en la fase inicial poca intensidad, en la fase intermedia el crecimiento fue muy intenso y en la fase final volvió a reducir su intensidad.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Cuando hablamos de la producción en cultivos vegetales, es importante comprender bien el término producción, los fitomejoradores diseñan los materiales con el máximo potencial productivo, es decir, dichos materiales tienen instalada una **producción potencial**, dependerá del medio ambiente en el que se desarrollen las plantas para que ellas puedan expresar su máxima producción. Si nosotros manejamos dichos materiales bajo condiciones controladas, es decir, bajo condiciones de invernadero, entonces los materiales estarán en posibilidad de expresar su **producción ideal**, en cambio, si el material se maneja bajo condiciones de campo, que es la mayoría de los casos, el nivel de expresión mostrará la **producción real**.

En estudios realizados en los Estados Unidos de Norte América con los cultivos de mayor importancia, se ha determinado que la producción real expresada por los cultivos apenas representa un 30% de la producción potencial. También se ha calculado que la producción no expresada, se debe en un alto porcentaje (80%) a los factores abióticos (humedad del suelo, temperatura, vientos etc.), y el 20% restante no se expresa debido a las restricciones causadas por los factores bióticos (plagas, enfermedades). Es pues muy importante, para la producción en los cultivos, el conocimiento de la planta y su interrelación con los factores ambientales, principalmente los factores abióticos.

Importancia

En términos de producción de cosechas, a un productor de un cultivo, en el cuál el órgano a comercializar es el fruto, le interesa obtener en su predio, el máximo número de frutos de tamaño comercial y de alta calidad para acceder a los más altos precios y así obtener mayor producción y más amplio margen de utilidades.

Al profesional de la agronomía que se dedica a la asesoría de productores, le obliga el conocimiento de la planta en cuestión, el entendimiento de los procesos relacionados con la formación del fruto y la comprensión de cómo los factores ambientales regulan dichos procesos.

Problemática

En algunas ocasiones, los bajos rendimientos en las plantas pueden ser explicados por la excesiva caída de frutos después de una abundante floración y un alto porcentaje de "amarre", en otras ocasiones, el bajo rendimiento puede estar explicado por un reducido porcentaje de "amarre" a pesar de una baja intensidad de caída de fruto y una alta cantidad de flores brotadas. Un tercer caso puede ser, que a pesar de la baja caída de frutos y alto porcentaje de "amarre", la cantidad de flores brotadas haya sido baja.

En el primer caso, el programa de manejo del huerto deberá considerar los factores relacionados con la caída de frutos para reducir la intensidad de ésta, en el segundo caso, habría que orientar la atención hacia los procesos de polinización y de fecundación y los factores relacionados para incrementar el "amarre". En el caso 3, hay que buscar enfocarnos en el proceso de la diferenciación floral y los factores o condiciones que influyen en ella, para favorecer la formación de yemas florales.

En la figura 1 se muestra al componente más importante y más complejo de la producción, en ella se esquematiza la información anterior identificando sus determinantes, los procesos y los factores que regulan dichos procesos.

Dado el incremento en el interés de producir hortalizas bajo condiciones de invernadero, particularmente especies tales como tomate, chile y últimamente pepino, es necesario generar información que permita un mayor conocimiento de los hábitos de crecimiento, floración y fructificación de las plantas bajo esas condiciones.

Es pues necesario y conveniente generar información básica sobre los determinantes de la producción, para estar en posibilidad de elaborar los Programas de Manejo de un cultivo en forma eficiente.

Objetivos

Con el presente trabajo, se pretende generar información sobre el cultivo de pepino, principalmente en lo que se refiere a la dinámica de crecimiento de la planta, la dinámica de floración y del desarrollo del fruto, para estar en posibilidades de actuar en el nivel estructural correspondiente.

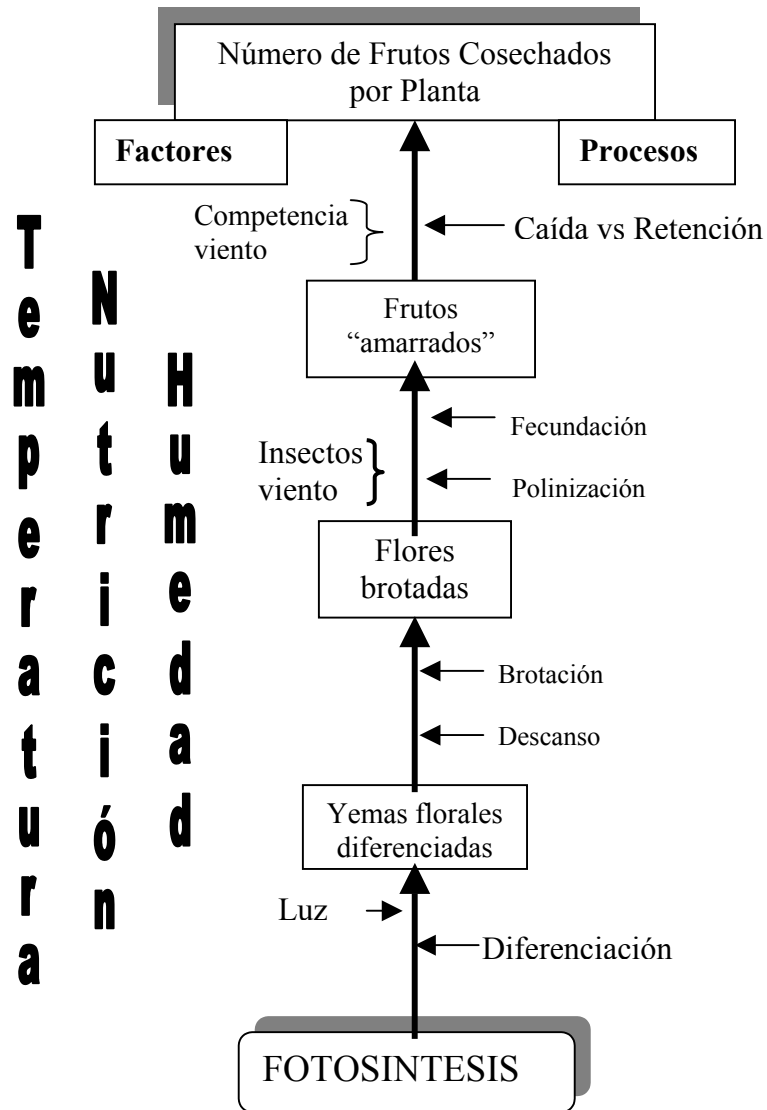


Figura1. Determinantes del componente más importante de la producción, procesos y factores.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen e Historia

El origen del pepino es incierto. Hay teorías que aseguran que es originario de la India y que su cultivo es de hace más de 3 mil años y que posteriormente llegó a China hacia 140 a. de C. Otra de las teorías sitúa el origen del pepino en África Tropical y parece ser que desde épocas muy antiguas fue conocido por los egipcios y posteriormente cultivado por los griegos y romanos. Sean cuales fueren sus orígenes, lo cierto es que el pepino fue considerado por los griegos y por los romanos como una delicadeza culinaria poseedora de numerosas y excelentes cualidades.

Importancia del Cultivo

México ocupa el lugar 12 entre los países productores de hortalizas, con una participación aproximada de 1.5 por ciento, en el cual provee 60 diferentes especies, aunque cuatro de ellas (tomate, pepino, chile bell y calabacita) concentran más del 60 por ciento de la producción y representan el 65 por ciento de la exportación (Macías, 2001).

Superficie Sembrada

En México se reporta una superficie sembrada con pepino de más de 12,500 ha, distribuidas en los siguientes estados productores (Cuadro 1)

Cuadro 1. Superficie ocupada (ha) y producción media (ton/ha) de pepino en México.

Estado	Superficie (ha)	Producción media (ton/ha)
Sinaloa	6 500	30.4
Michoacán	1 982	17.0
Morelos	1 299	10.3
Sonora	599	10.9
Guanajuato	366	10.0
Puebla	353	12.5
Edo. de México	310	10.2
Guerrero	255	20.3
Tamaulipas	200	9.5
Jalisco	177	12.0
Otros	593	14.2

Fuente: SARH (1985)

Valor Nutritivo

Entre las propiedades nutritivas del pepino tiene especial importancia su elevado contenido en ácido ascórbico y pequeñas cantidades del complejo vitamínico B. Las semillas son ricas en aceites vegetales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valor nutricional del pepino

Valor nutricional del pepino en 100 g de sustancia comestible	
Agua	90.6 %
Carbohidratos	7.7 g
Proteínas	0.8 g
Ca	14 mg
P	16 mg
Fe	0.4 mg
Na	12 mg
K	251 mg
Ácido ascórbico	33 mg
Tiamina (B1)	0.04 mg
Vitamina A	3400 UI*
Riboflavina (B2)	0.03 mg

*Una Unidad Internacional (UI) de vitamina A es equivalente a 0.3 microgramos de vitamina A en alcohol

Taxonomía y Descripción Botánica del Pepino

Taxonomía

Familia: *Cucurbitaceae*.

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus* L.

Descripción Botánica

Sistema radicular. El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1.0-1.20 metros de largo, ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 a 30 centímetros del suelo (Weaver y Bruner,1927).

Tallo. Su tallo es rastrero, postrado y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30

primeros centímetros. Es trepador, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 metros en condiciones normales.

Zarcillos. Son estructuras que le sirven a la planta para sujetarse y sostenerse, dada su condición de planta trepadora.

Hojas. Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos. Posee de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares, de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporación excesiva.

Flores. Es una planta monoica, produce flores masculinas y flores femeninas en la misma planta, requiere de polinización cruzada, el polen se transporta principalmente por insectos (polinización entomófila), los principales polinizadores en plantas cultivadas son las abejas y los abejorros.

Algunas variedades presentan flores hermafroditas. Las flores se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo.

Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas; a continuación, en la parte media de la planta están en igual proporción, flores masculinas y femeninas y en la parte superior de la planta existen predominantemente flores femeninas. En general, los días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen la formación de mayor número de flores femeninas y los días largos, altas temperaturas, sequía, llevan a la formación de flores masculinas (Thompson y Kelly, 1959; Whitaker y Davis, 1962).

En los cultivares híbridos de tendencia ginoica, al haber cruce por abejas, pero insuficiente polinización, se producen deformaciones de los frutos, volviéndose no comercializables.

Fruto. Se considera como una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 15 y 35 cm de longitud. Además es un fruto carnoso, más o menos cilíndrico, exteriormente de color verde, amarillo o blanco e interiormente de carne blanca. Contiene numerosas semillas ovaladas de color blanco amarillento. En estadíos jóvenes, los frutos presentan en su superficie espinas de color blanco o negro.

Exigencias del Cultivo de Pepino

Clima

El pepino, al igual que otras cucurbitáceas, es una hortaliza de clima cálido, por lo que no tolera heladas.

La temperatura para el desarrollo del pepino oscila entre 18° y 30°C, siendo la óptima de 25°C. Si se presentan temperaturas menores de 14°C se detiene su crecimiento, y si estas temperaturas frescas permanecen hasta la floración, las flores femeninas presentan problemas en la fecundación (Guenko, 1983).

Suelo

El pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. El pH óptimo oscila entre 6.8 – 5.5.

Humedad relativa

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Humedades superiores al 90% y la condensación sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fungosas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie.

Fotoperiodo

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas; a mayor cantidad de radiación solar y altas temperaturas producen más flores masculinas, y bajo condiciones de fotoperiodo corto resultan más flores femeninas (Thompson y Kelly, 1959; Whitaker y Davis, 1962).

Salinidad

Es una planta medianamente tolerante a la salinidad, de 3840 a 2560 ppm (6 a 4 mmho) (Richards, 1954; Maas, 1984), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades.

Fertilización

El pepino no es una hortaliza con altos requerimientos de los principales macronutrientes; sin embargo, en México existen pocos estudios al respecto. A continuación se presentan algunas recomendaciones para nivel comercial:

	Kg / ha de N, P, K
	100 – 80 – 0
INIFAP	150 – 175 – 0
Campbell's de México	120 – 80 – 0
Sinaloa	200 – 200 – 100

Cosecha

Para consumo fresco o para encurtido, el período de cosecha se extiende a un mes o más. El fruto para ser cosechado deberá alcanzar el color verde deseado y el tamaño y formas característicos del cultivar. En el caso del pepino para

consumo fresco, los diferentes cultivares alcanzan varios tamaños cuando han llegado a la madurez comercial. El rango fluctúa entre 15 y 30 cm. de largo y 3 a 6 cm. de diámetro. El color del fruto depende del cultivar sembrado, sin embargo, debe ser verde oscuro o verde, sin signos de amarillamiento. Los días a cosecha varían de 45 a 60 días, dependiendo del cultivar y las condiciones ambientales. Los frutos se cosechan en un estado inmaduro, próximos a su tamaño final, pero antes de que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan. La cosecha se debe de realizar cortando el fruto con tijeras de podar en lugar de arrancarlo para no dañarlo. Los pepinos para mercado fresco son cosechados a mano. La fruta debe ser cosechada cada dos o tres días para reducir los niveles de sobre tamaño en la planta. La cosecha debe empezar cuando las frutas tienen de 15 a 20 cm de longitud y 3 a 5 cm de diámetro.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Trabajo

El presente trabajo se realizó en el invernadero de alta tecnología del Departamento Forestal que se localiza dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Los trabajos se realizaron durante el ciclo primavera-verano del año 2003.

Materiales Utilizados

- Bolsas de polietileno negro
- Semilla de pepino variedad "Poinsett 76"
- Como sustrato se utilizó tierra de bosque y perlita
- Hilo de polipropileno (rafia)
- Alambre
- Mochila de aspersion manual
- Foltron Plus (fertilizante foliar).
- Algaenzims (producto orgánico, bioestimulante)
- Agroquímicos: Confidor, Metamidofos,
- Regla
- Cinta métrica
- Vernier
- Báscula
- Tijeras para podar

Descripción del Material Vegetativo

La especie vegetal utilizada fue pepino (*Cucumis sativus* L.), variedad "Poinsett 76". Son plantas bastante vigorosas y robustas, de gran rendimiento; los frutos tienen 20 cm de largo por 5.6 cm de diámetro, son lisos, algo redondos a los extremos y de color verde oscuro. Las plantas de esta variedad son monoicas,

es decir producen flores masculinas y flores femeninas en la misma planta. Es una especie que requiere de polinización entomófila, los polinizadores más importantes son la abeja melífera y los abejorros.

Es la primera variedad con resistencia a 4 enfermedades, siendo estas: Mildeu velloso, Mildeu polvoriento, Antracnosis y la Mancha angular de las hojas.

Esta variedad presenta un ciclo aproximado de 70 días.

Establecimiento del Experimento

El sustrato utilizado fue una mezcla de tierra de bosque y perlita con la que se llenaron 60 bolsas de polietileno. En cada una de las bolsas se colocaron 2 semillas y se les aplicó un riego, efectuándose la siembra el 26 de mayo del 2003 en el invernadero de alta tecnología del Departamento de Forestal.

La temperatura en el invernadero, durante el periodo en el que se realizó el experimento estuvo bajo control y en promedio durante el día se mantuvo entre los 28 y 30°C y durante la noche osciló entre 18 y 20°C. Las condiciones del fotoperiodo fueron las características del hemisferio norte en época de verano, fotoperiodo largo, es decir mayor a 12 horas .

El 30 de mayo se observó la emergencia de las plántulas. Para tener una población más uniforme en cuanto a tamaño, el 18 de junio se raleó dejando una planta por bolsa.

Por ser el pepino una planta de hábito rastroso y para mantenerlas en forma vertical y así facilitar su manejo, se utilizó rafia sujetándola de uno de sus extremos a la zona basal de la planta y de otro a un alambre situado por encima de la planta en la parte superior del invernadero. Conforme la planta fue creciendo se fue sujetando al hilo tutor hasta que la planta alcanzó el alambre. A partir de ese momento se dejó colgar la guía.

Para mantener las plantas a un solo tallo se estuvieron realizando podas de brotes laterales a partir del 1° de julio y posteriormente cada 2 semanas.

En la figura 2 se muestran diversos aspectos de los materiales y la metodología utilizada.

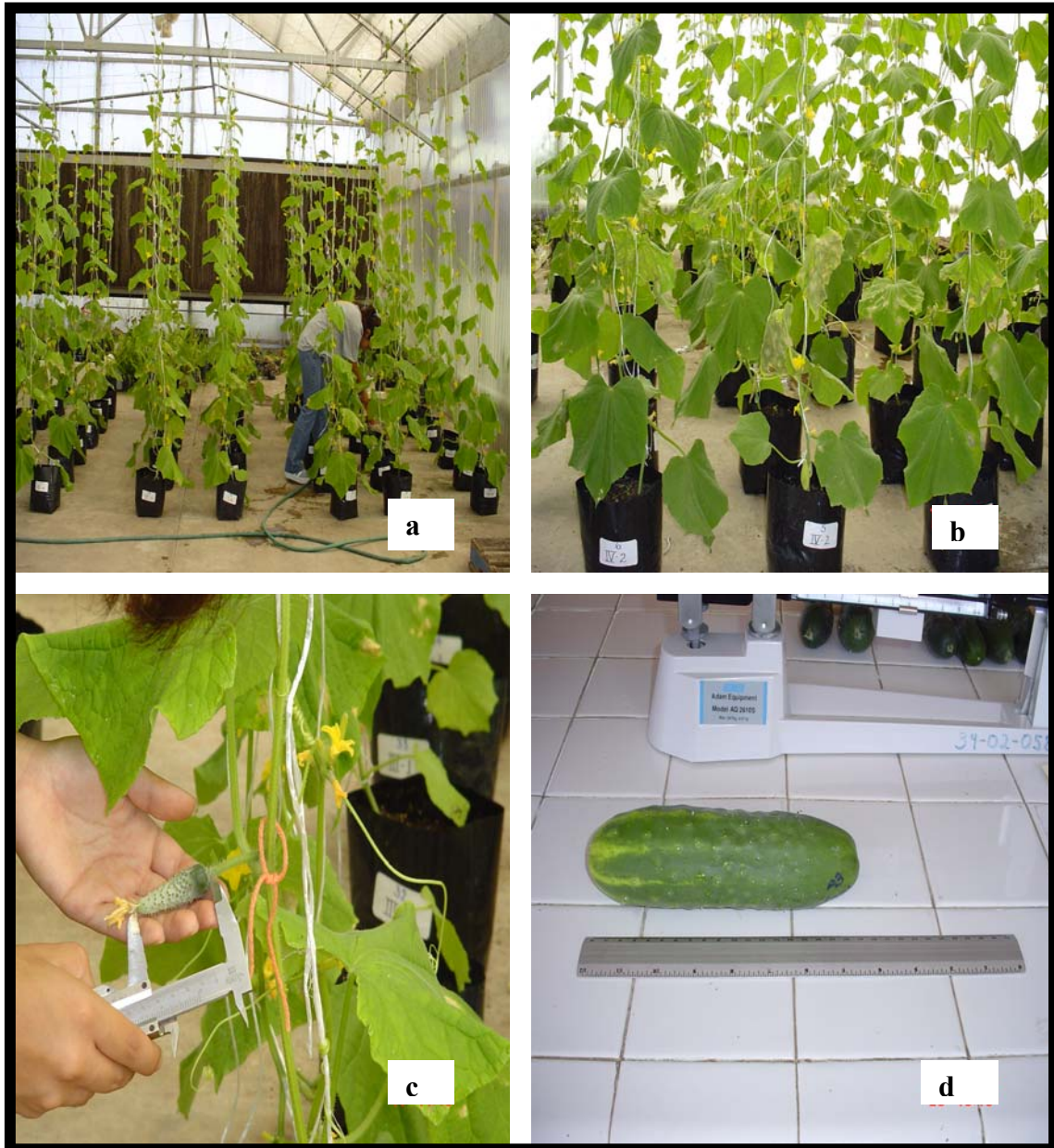


Figura 2. Plantas en maceta sujetas con rafia de uno de sus extremos a la zona basal de la planta (a). Distribución de las plantas en una etapa avanzada de desarrollo (b). Medición longitudinal del crecimiento del fruto (c). Longitud final del fruto (d).

En cuanto al riego, éste se aplicaba regularmente cada tercer día pero estaba sujeto a cambios según la necesidad de las plantas.

Referente a la fertilización, como el sustrato utilizado era de origen orgánico, solo se hizo una aplicación general de solución completa Hoagland a todas las plantas.

Para preparar la solución se disolvió en agua destilada, las siguientes cantidades de sales minerales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Elaboración de la solución completa Hoagland.

Sal Mineral	Cantidad
KNO ₃	1,02 g/l
Ca(NO ₃), 4H ₂ O	0,492 g/l
NH ₄ H ₂ (PO ₄)	0,23 g/l
MgSO ₄ , 7H ₂ O	0,49 g/l
H ₃ BO ₃	2,86 mg/l
MnCl ₂ , 2H ₂ O	1,81 mg/l
CuSO ₄ , 5H ₂ O	0,08 mg/l
ZnSO ₄ , 5H ₂ O	0,22 mg/l
Na ₂ MoO ₄ , H ₂ O	0,09 mg/l
FeSO ₄ , 7H ₂ O 0,5%	0,6ml

Diseño Experimental

Colateralmente a la toma de información sobre el comportamiento de las plantas bajo condiciones de invernadero, se diseñaron tratamientos a base de un fertilizante foliar (Foltron Plus) y un producto orgánico (Algaenzims), con el objeto de observar sus efectos sobre el crecimiento de las plantas y la producción de flores.

El Diseño Experimental fue un Completamente al Azar, con cinco repeticiones y tres plantas como unidad experimental.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Foltron Plus más Algaenzims.
2. Foltron Plus.
3. Algaenzims.
4. Testigo, sin aplicación de productos.

El Foltron Plus es un producto comercial con los siguientes ingredientes

Ingredientes Activos
Nitrógeno amoniacal 10%
Fósforo 20%
Potasio 5%

Elementos Menores	
Fierro y Zinc metálicos 500 ppm	Magnesio y Manganeso 100 ppm
Boro 80 ppm	Cobre 50 ppm
Molibdeno 2 ppm	Giberelinas 30 ppm
Folcisteína 2,750 ppm	Ácidos húmicos 7,800 ppm

Algaenzims es un producto orgánico comercial cuyo contenido es:

Compuesto %			
Acondicionadores*	93.84	Material Orgánico	4.15
Proteína	1.14	Fibra Cruda	0.43
Cenizas	0.28	Azucares	0.13
Grasas	0.03		
Elemento mg/lit (ppm)			
Potasio	14800	Nitrógeno	14500
Sodio	13660	Magnesio	1320
Fósforo	750	Calcio	620
Zinc	505	Fierro	440
Cobalto	275	Cobre	147
Manganeso	72	Silicio	4
Molibdeno	<0.10	Bario	<0.10
Estaño	<0.10	Talio	<0.10
Níquel	<0.10	Antimonio	<0.10

*Afines e inherentes a las algas marinas.

La distribución de los tratamientos se realizó al azar y se muestra con las repeticiones correspondientes en la figura 3.

Las plantas en maceta se situaron en el invernadero en un bloque con distancias de 40 centímetros entre planta en dos líneas y calles de 50 cm. Dando una densidad de población de 68,250 plantas por hectárea.

1	2	3	4	5	6	7	← Número de planta
I-3	I-3	I-3	IV-2	IV-2	IV-2	II-1	← Tratamiento
8	9	10	11	12	13	14	← Repetición
II-3	II-3	II-3	V-2	V-2	V-2	II-1	Número de plantas, 1,2,3,4,..60
15	16	17	18	19	20	21	
IV-1	IV-1	IV-1	II-2	II-2	II-2	II-1	Repeticiones, I, II, III, IV; V,
22	23	24	25	26	27		Unidad Experimental = 3 plantas
III-4	III-4	III-4	I-2	I-2	I-2		Total = 4 x 5 x 3 = 60 plantas.
28	29	30	31	32	33	34	
III-3	III-3	III-3	III-1	III-1	III-1	IV-3	
35	36	37	38	39	40	41	
I-4	I-4	I-4	V-4	V-4	V-4	IV-3	
42	43	44	45	46	47	48	
I-1	I-1	I-1	V-1	V-1	V-1	IV-3	
49	50	51	52	53	54		
V-3	V-3	V-3	II-4	II-4	II-4		
55	56	57	58	59	60		
IV-4	IV-4	IV-4	III-2	III-2	III-2		

Figura 3. Croquis de la distribución de los tratamientos y sus correspondientes repeticiones.

Variables Evaluadas

Las variables y la forma en que se evaluaron fue la siguiente:

- Altura de planta o longitud de tallos.

La altura de la planta se midió desde los cotiledones hasta la parte apical de la planta, para el análisis correspondiente se le restó la altura inicial para uniformizar la población y se trabajo con los incrementos.

- Número de nudos y longitud de entrenudos.

El número de nudos se contó a partir del nudo donde se encontraban los cotiledones.

La longitud de entrenudos se midió de la parte media del primer nudo hasta la parte media del segundo y así sucesivamente.

- Cantidad de flores masculinas.

La cantidad de flores masculinas se contaba por nudo y se tomaban en cuenta hasta que estaban abiertas.

- Cantidad de flores femeninas.

La cantidad de flores femeninas se contó por nudo.

- Número de frutos.

El número de frutos se contó por nudo, tomándose la flor como fruto cuando sus pétalos se marchitaban.

- Longitud de los frutos.

La longitud de los frutos se midió a partir de pedúnculo hasta la parte terminal.

Control de Plagas y Enfermedades

Se aplicó Confidor y Metamidofos para controlar mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

Se presentó una enfermedad aparentemente provocada por Erwinia sin embargo su control fue muy difícil.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se describen y se discuten se refieren al efecto de los tratamientos sobre el crecimiento y la floración masculina de las plantas y a la descripción de los hábitos del crecimiento, la floración y la fructificación de las mismas.

Tratamientos foliares

Incremento en longitud del tallo

En el cuadro 4 se muestran los resultados del efecto de los tratamientos sobre el incremento en la longitud de los tallos de las plantas.

El valor mínimo del promedio de incremento en la longitud del tallo fue de 295 centímetros y correspondió al tratamiento de Algaenzims, mientras que el valor máximo de 335 cm correspondió al tratamiento con Foltron Plus. Los valores de la combinación de los productos (tratamiento 1) y los del testigo (tratamiento 4) fueron intermedios, es decir 316 y 323 cm respectivamente. El valor promedio del incremento en longitud de los tallos fue de 317 cm.

Cuadro 4 . Efecto de tratamientos sobre el incremento en la longitud del tallo (cm) de la planta de pepino durante su ciclo de vida (26 Junio – 27 Agosto) 60 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES *					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
1.Foltron Plus+Algaenzims	303	304	318	337	318	1580	316
2. Foltron Plus	293	305	365	375	335	1673	335
3. Algaenzims	282	295	288	313	296	1474	295
4. Testigo	305	373	303	302	332	1615	323
Suma	1183	1277	1274	1327	1281	5712	
Media	296	319	318	332	320		317

*Promedio de tres plantas.

Las diferencias del incremento de longitud de tallo entre tratamientos, según el Análisis de varianza, (cuadro 5), muestra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos. Lo anterior puede ser explicado por lo siguiente: cuando las plantas se manejan bajo condiciones óptimas o ideales, su respuesta a la aplicación foliar de productos es muy reducida o en ocasiones es nula, ya que la respuesta de las plantas está en función de sus necesidades. A las plantas, además de mantenerlas bajo condiciones de temperatura y humedad del suelo óptimas, se les manejó en maceta con un medio orgánico y se les proporcionó una aplicación general de solución completa de Hoagland.

Cuadro 5. Análisis de varianza de tratamientos sobre el incremento en la longitud del tallo de la planta de pepino.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
					0.05
Tratamientos	3	25634.8	8544.9	0.37103	3.24
Error Experimental	16	368478	23029.8		
Total	19	394112.8			

CV = 53.1 %

Producción de flores masculinas

En el cuadro 6, se muestran los resultados del efecto de los tratamientos sobre la producción de flores masculinas en las plantas de pepino.

Las plantas tratadas con la combinación de los productos Foltron Plus y Algaenzims (tratamiento 1) produjeron 126 flores masculinas siendo este valor similar al del testigo, mientras que los tratamientos 2 y 3, es decir con los productos separados, produjeron 122 y 123 flores por planta respectivamente. El promedio de flores masculinas producidas por planta en un periodo de 37 días fue de 124.

Cuadro 6. Efecto de tratamientos sobre el número de flores masculinas producidas por planta de pepino durante su ciclo de vida (7 de Julio – 14 de Agosto) 37 días.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES*					SUMA	MEDIA
	I	II	III	IV	V		
1. Foltron Plus+Algaenzims	125	132	116	133	126	632	126
2. Foltron Plus	124	109	125	121	133	612	122
3. Algaenzims	111	117	126	137	122	613	123
4. Testigo	121	139	135	107	126	628	126
Suma	481	497	502	498	507	2485	
Media	120	124	125	124	127		124

* Promedio de tres plantas.

En este caso, al igual que en el de longitud del tallo, el Análisis de varianza (cuadro 7) tampoco mostró diferencias significativas entre tratamientos lo que indica que no hubo efecto de tratamientos sobre la producción de flores masculinas. Al aplicar los productos a las plantas, se esperaba incrementar el crecimiento, lo que generaría un mayor número de nudos, como las flores masculinas se producen en número de 6 en cada nudo, se esperaba que hubiera mayor número de flores masculinas, al no haber efecto de los tratamientos sobre

el crecimiento de las plantas, se explican los resultados en cuanto a la producción de flores masculinas.

Cuadro 7. Análisis de varianza de tratamientos sobre el número de flores masculinas producidas por planta de pepino.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft
					0.05
Tratamientos	3	62.95	20.98	0.222	3.24
Error Experimental	16	1508.8	94.3		
Total	19	1571.75			

CV = 7.81 %

Descripción de los hábitos de la planta

Crecimiento de la planta

Para este parámetro, se consideró la altura hasta el final del ciclo de crecimiento, es decir a la fecha de su cosecha final, el 24 de agosto.

En el cuadro 8, se muestra la altura de las plantas, el número de nudos y la longitud media de entrenudos en diferentes fechas y se observa que la máxima altura promedio que alcanzaron las plantas para la última observación fue de 469 cm la formación de nudos en total fue de 34 nudos y cada uno de los entrenudos, en promedio midió, 12.3 cm. de longitud.

Cuadro 8. Altura de la planta, número de nudos y longitud media de entrenudos en diferentes fechas de observación en planta de pepino.

Observaciones fechas	Altura cm	Nudos	Longitud / nudo cm
26 Junio	52	4	13.0
3 Julio	103	9	11.4
10 Julio	168	14	12.0
17 Julio	217	17	12.7
24 Julio	277	22	12.5
31 Julio	313	26	12.0
7 Agosto	356	28	9.1
14 Agosto	394	30	13.1
21 Agosto	432	32	13.5
28 Agosto	469	34	13.7
		Promedio	12.3

Los datos anteriores nos muestran la dinámica de crecimiento de la planta, la figura 4 expresa un crecimiento ininterrumpido desde el inicio hasta el final del ciclo. En el cuadro 9, se observa como la velocidad de crecimiento de las plantas osciló siempre alrededor de 6.5 centímetros por día. En condiciones de campo, el máximo crecimiento reportado es de 350 cm de longitud del tallo; en este trabajo se obtuvo una longitud de 469 cm. El intenso crecimiento de las plantas durante todo su ciclo, se explica por las razones siguientes: las plantas se podaron a un solo tallo, es decir se redujo la competencia entre tallos, además, debe considerarse la baja variabilidad en temperatura entre el día y la noche, así como durante todo el ciclo. En general, las plantas mostraron un alto vigor, 6.5 centímetros por día, es un crecimiento superior al que se observa en condiciones de campo, el cual alcanza 6 cm / día.

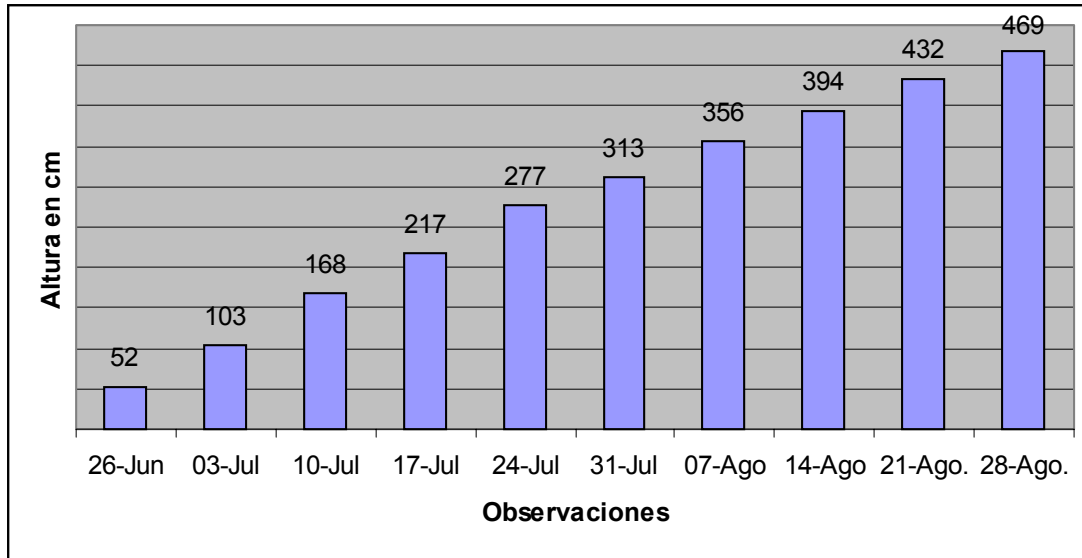


Figura 4. Dinámica del crecimiento de la planta de pepino.

Cuadro 9. Velocidad de crecimiento de plantas de pepino bajo condiciones de invernadero.

Fechas	Días	Incrementos (cm)	Velocidad (cm/día)
26 Junio	7		
3 Julio	7	51	7.2
10 Julio	7	65	9.2
17 Julio	7	49	7.0
24 Julio	7	60	8.5
31 Julio	7	36	5.1
7 Agosto	7	43	6.1
14 Agosto	7	38	5.4
21 Agosto	7	38	5.4
28 Agosto	7	37	5.2
		Media	6.5

Floración

Por ser el pepino una planta monoica, el análisis de la floración incluye, además de la cantidad de flores masculinas y femeninas, la proporción, la ubicación y la dinámica en su generación.

Producción de flores masculinas. En el cuadro 10, se muestra la producción de flores masculinas por periodos de 7 días, en él se observa que la producción de flores se inicia en el primer período, con un promedio de 12.05 flores por planta, en el segundo periodo se alcanza la máxima producción con 51.4 flores por planta, disminuyendo en los periodos siguientes hasta llegar a un mínimo de 8.4 flores en el último período de floración. El número promedio de flores masculinas por planta producidas en el ciclo de 35 días fue de 120. Esto coincide con los resultados obtenidos por Thompson y Kelly, 1959; Whitaker y Davis, 1962 que reportan que bajo condiciones de fotoperiodo largo (mayor de 12 horas luz) y altas temperaturas las plantas producen más flores masculinas que femeninas.

Cuadro 10. Producción de flores masculinas en plantas de pepino durante cinco periodos en un ciclo de 35 días.

Periodos de 7 Días	Flores
Julio 9 – 16	12.05
Julio 17 – 23	51.4
Julio 24 – 30	32.3
Julio 31 – Agosto 6	16.3
Agosto 7 – 14	8.4
Suma	120.45

En la figura 5, se pueden observar más claramente las tendencias en la dinámica de la floración masculina de las plantas de pepino.

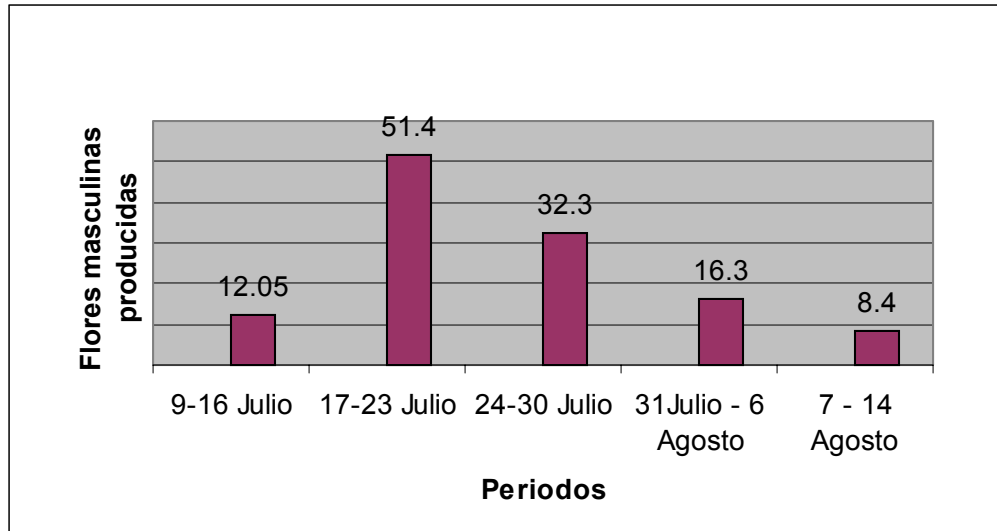


Figura 5. Dinámica de producción de flores masculinas en plantas de pepino

Adicionalmente, se observó que en cada nudo se desarrollaban en promedio, 6 flores masculinas, la apertura de estas flores ocurría secuencialmente, no abrían las seis simultáneamente sino que abrían una o dos flores por nudo en secuencia de abajo para arriba.

Producción de flores femeninas. Además del conteo de flores femeninas, se consideró la relación de flores masculinas abiertas en el momento de la apertura de flores femenina.

En el cuadro 11 se presenta la relación entre las flores femeninas y las flores masculinas abiertas en cuatro periodos durante un ciclo de 30 días de floración. Se observa como las flores femeninas siempre están en menor proporción que las flores masculinas. Los datos muestran una relación inicial de 3.8 flores masculinas abiertas por cada flor femenina, en el período siguiente, la relación se eleva hasta 6.2 flores masculinas abiertas por cada flor femenina, tres días después la relación llega a su máxima expresión, por cada flor femenina hay 10 flores masculinas abiertas. En el último periodo de observaciones, el valor de la relación disminuye considerablemente llegando a ser de dos flores masculinas abiertas por cada flor femenina.

Fue muy escasa la producción de flores femeninas en los nudos basales, fue baja en los nudos de la porción media del tallo y la mayoría de las flores se observó después del décimo nudo. Esto puede explicarse en relación al hábito de floración de plantas de pepino en condiciones de campo, porque las flores femeninas se producen, generalmente, en los tallos de tercer orden. Adicionalmente, se observó que en los nudos en los cuales se producen flores femeninas, no se desarrollan flores masculinas.

Cuadro 11. Relación de flores femeninas y flores masculinas abiertas contabilizadas en cada periodo durante un ciclo de 30 días de floración en plantas de pepino.

Periodos	Nudos	Flores por planta		Masculinas/Femeninas
		Femeninas	Masculinas	
9 Julio	14	1.5	5.7	3.8
11 Julio	14	1.5	9.3	6.2
14 Julio	16	1.7	16.9	10
8 Agosto	22	5.6	10.2	2

En la Figura 6, se muestra el comportamiento floral de las plantas de pepino en cuanto a proporción de flores femeninas y flores masculinas abiertas.

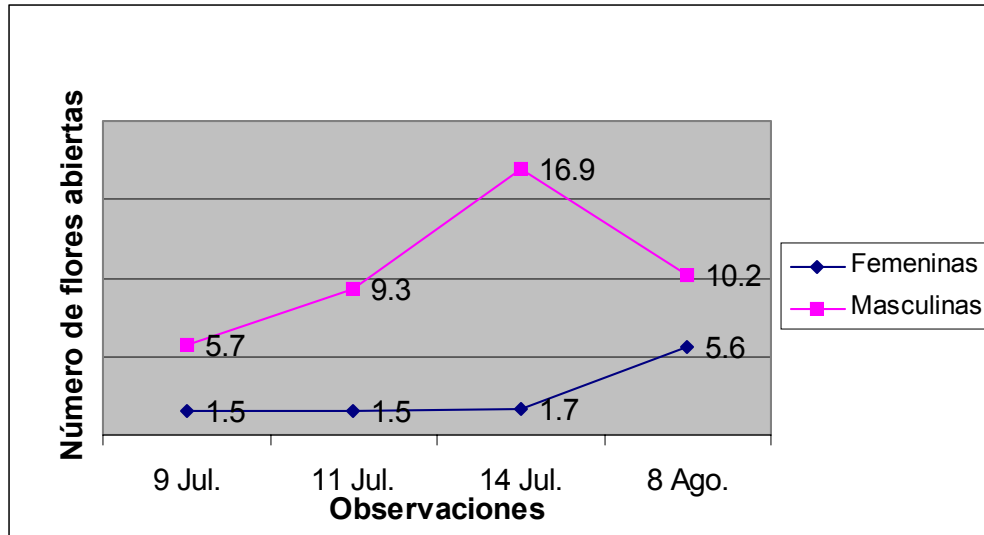


Figura 6. Dinámica de la apertura floral masculina y femenina en plantas de pepino.

En cuanto a la producción media de flores femeninas, ésta fue de 5.6 flores por planta.

Dado que la producción de flores femeninas se inicia después del décimo nudo a diferencia de las flores masculinas las cuales se producen desde los nudos basales, esto puede explicar el porque la producción de flores masculinas disminuye hacia la parte terminal o apical de la planta, ya que como se mencionó anteriormente, en los nudos donde se producen flores femeninas, no hay producción de flores masculinas.

La anterior situación puede ser un riesgo para la adecuada polinización de las flores femeninas, ya que la mayoría de las flores masculinas de la parte media basal, para estas fechas, ya cayeron y las que restan, están en baja proporción con las flores femeninas. Esto puede limitar la capacidad de la fuente de polen necesaria para una adecuada polinización. Adicionalmente, deberá asegurarse suficiente número de polinizadores para ejercer una polinización efectiva.

Fructificación

Dado que no estaba contemplado en el trabajo la evaluación de la producción de frutos sino que únicamente la dinámica de fructificación, no se aseguró la polinización. Se tiene bien documentada la necesidad de polinizadores para asegurar la producción comercial en el cultivo del pepino. El tipo de polinización que requiere el pepino es entomófila, es decir que hay necesidad de insectos para el movimiento de los granos de polen de las anteras a los estigmas, los polinizadores más eficientes para esta especie son las abejas y los abejorros.

El porcentaje de “amarre” de fruto fue bajo debido a lo anterior, apenas alcanzó un 20%, es decir de cada 5 flores femeninas solo una se transformó a fruto.

En el cuadro 12, se muestran los valores del crecimiento en longitud y la velocidad de crecimiento del fruto de pepino observados durante tres periodos de su ciclo de desarrollo. Se observa que después de los cinco primeros días de su desarrollo, presenta apenas 1.2 centímetros de longitud y una velocidad media de 0.24 centímetros por día, en el segundo periodo de observaciones, el crecimiento en longitud del fruto fue de 8.6 centímetros, valor máximo obtenido y se expresa con una velocidad de crecimiento de 1.20 cm por día. En el último período de observaciones, el crecimiento fue de 7 cm y la velocidad fue de apenas 0.22 cm por día.

Cuadro 12. Crecimiento en longitud y velocidad de crecimiento del fruto de pepino durante tres periodos en su ciclo de desarrollo.

Periodos (días)	Crecimiento en longitud (cm)	Velocidad de crecimiento (cm / día)
0 –5	1.2	0.24
5 – 10	8.6	1.20
10 - 43	7.0	0.22
Suma	16.8	

En la figura 7, se muestran las tendencias del crecimiento del fruto más claramente.

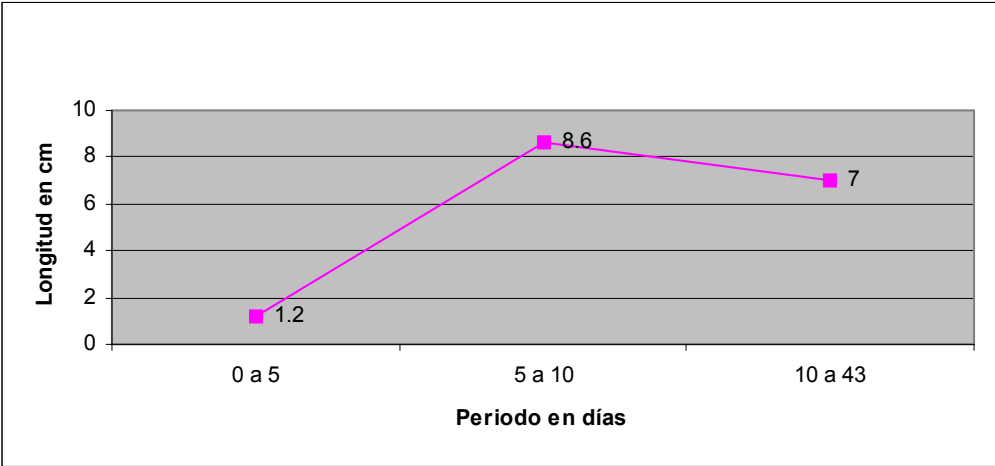


Figura 7. Dinámica de crecimiento del fruto de pepino.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de los productos foliares Foltron Plus y Algaenzims no tuvieron efectos significativos sobre el crecimiento de las plantas ni sobre la producción de flores masculinas.
2. El crecimiento observado en plantas de pepino manejadas bajo condiciones de invernadero, fue muy vigoroso, comparado con el crecimiento que se observa en plantas manejadas bajo condiciones de campo.
3. La producción de flores masculinas, se inicia desde los primeros nudos, se producen en promedio 6 flores por nudo. Durante el ciclo de floración de 35 días, se produjeron 120 flores masculinas por planta.
4. La producción de flores femeninas, es más intensa hacia los nudos superiores; se observaron una o dos flores por nudo y en los nudos donde se produjeron, no hubo flores masculinas. Se obtuvo en promedio 5.6 flores femeninas por planta.
5. La relación de flores masculinas y femeninas fue de 21:1 en promedio. Durante el ciclo de floración siempre hubo flores masculinas liberando polen para las flores femeninas, mostrándose una disminución en la proporción hacia el final de la floración.
6. Bajo las condiciones del invernadero y sin aplicar o asegurar la polinización, se obtuvo solo un 20% de "amarre".

7. El ciclo de desarrollo del fruto fue de 43 días y su crecimiento mostró en la fase inicial poca intensidad, en la fase intermedia el crecimiento fue muy intenso y en la fase final volvió a reducir su intensidad.

RECOMENDACIONES

Para cultivar el pepino bajo condiciones de invernadero deberá considerarse lo siguiente:

- Instalar el cultivo de manera tal que se tenga condiciones de fotoperiodo corto durante la floración (noviembre, diciembre o enero)
- Trabajar las plantas a un solo tallo, pero limitar su crecimiento, o bien trabajar la planta con poda a dos brotes basales para asegurar un mayor número de flores femeninas, para esto último habría que realizar algunas observaciones previas.
- Asegurar insectos polinizadores para incrementar el “amarre” de frutos.

LITERATURA CITADA

Guenko, G.1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.

Macías, Alejandro. 2001. Producción de Jitomate en Jalisco. Gaceta Universitaria Número 15. Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.

Maas, E.V.1984.Crop Tolerance. En: California Agriculture. Vol. 38(10):20-21.

Roblero P, Quiroga M, Echazú R. 2000. Análisis Comparativo de Soluciones Nutritivas en Cultivos Hidropónicos en Invernadero. INENCO. Universidad Nacional de Salta, Argentina.

Richards, L.A.1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook. No.60. U.S.D.A., U.S.A.

Thompson, H.C and Kelly, W.C.1959. Vegetable Crops. 5° edición. McGraw-Hill Book Co. New York, U.S.A.

UNPH.1985.Reportes Mensuales de Exportación. Unión Nacional de Productores de Hortalizas. Gerencias Regionales y Oficinas de Representación de Frontera. Temporada 83-84.

Valadez, Artemio. 1989. Producción de Hortalizas. Editorial LIMUSA, Noriega Editores. México, D.F.

Weaver, J.E. and Bruner, W.E.1927.Root Development of Vegetable Crops. McGraw-Hill Book Co. New York, U.S.A.

Whitaker, T.W. and Davis, G.N. 1962. Cucurbits. Botany, Cultivation and Utilization. Leonard Hill Books Ltd. England.

<http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/pepino.pdf>

<http://www.biocenosis.com/pagina/solucion.htm>

<http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>

<http://www.terra.es/alimentacion/articulo/html/ali5308.htm>