

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Análisis de Correlación y Sendero en el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.)
Desarrollado Bajo Mallas Fotoselectivas

Por:

YESENIA ANGELICA RUIZ GALINDO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Análisis de Correlación y Sendero en el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.)
Desarrollado Bajo Mallas Fotoselectivas

Por:

YESENIA ANGELICA RUIZ GALINDO

TESIS

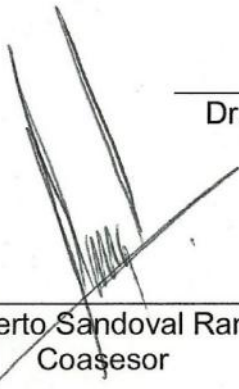
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada



Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal



Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor



Dra. Francisca Ramírez Godina
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Junio, 2013

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque siempre has estado conmigo en cada uno de mis triunfos y fracasos, por darme una familia maravillosa y por permitirme realizar mis grandes sueños, gracias Dios.

A mí Alma Terra Mater:

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar y ser una profesionista y sobre todo por la oportunidad de formarme como persona y adquirir nuevos valores profesionales, por enseñarme a valorar las mejores cosas de la vida que son la familia, los estudios y los amigos. Gracias por permitirme recorrer tus instalaciones y formar parte de tu historia, una gran historia, muchas gracias mi querida **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**.

Que el campo de la vida como el de la Agronomía siempre suene con fuerza y coraje: **“Alma Terra Mater, Alma Terra Mater, Arda Troya y en combate muera Marte, Arda Troya y en combate muera Marte, Buitres, Buitres al Ataque”**

A MIS ASESORES

AL DR. VALENTIN ROBLEDO TORRES, por brindarme su valiosa amistad además la oportunidad, confianza, asesoría además de su valioso tiempo y dedicación a la revisión de este trabajo.

AL DR. ALBERTO SANDOVAL RANGEL, por su colaboración y orientación para la realización de este trabajo.

AL DRA. FRANCISCA RAMIREZ GODINA, por todo su apoyo recibido en la supervisión y el tiempo que me brindo para que este trabajo se concluyera satisfactoriamente.

AL DR. LUIS ALONSO VALDEZ AGUILAR, por su tiempo en la revisión del presente trabajo para que se concluyera... gracias.

AL ING. JORGE LUIS SILIAS VELAZQUEZ, muchas gracias por todo su apoyo durante mi estancia profesional su apoyo fue importante para mi muchas gracias por todo Ing., y sobre todo por brindarme su amistad.

También me gustaría agradecer a mis profesores *que marcaron cada etapa* durante toda mi carrera profesional, a los que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Quiero darles las gracias por formar parte de mí, porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

iiiiii Muchas gracias y que Dios los bendiga!!!!

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto al haberme dado salud para lograr mis objetivos, y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Con mucho cariño, respeto y amor a mis padres

A mi madre Obdulia Galindo García.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor, I love mommy.... ☺

A mi padre Epifanio Antonio Ruiz Santiago

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y sobre todo por tu amor papi... eres lo máximo y mi héroe...I love daddy ☺

A mis hermanas: Gisela, Leticia, y Mónica a quienes quiero mucho ya que en los buenos y malos momentos no me dieron la espalda, en gratitud por el apoyo que siempre recibí de ellas, GRACIAS por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho.

A mi prima: Roxana, pequeñita te quiero mucho eres como una hermana más, sigue adelante con tus estudios nena y échale muchas, muchas ganas ¡¡si se puede!! ☺

A mis familiares

MIS ABUELOS

Delfina Santiago Clavel y (QEPD) Pedro Anatolio Ruiz Santiago (QEPD), los extraño mucho pero ustedes siempre estarán en mi corazón ☺ estén en donde estén, este trabajo también es su triunfo.

Román Hilario Galindo García e Inés Sebastiana García, muchas gracias por sus buenos deseos, por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

A mis Tíos: Laurentino, Crescencio, Ángela, Ana, Aurelia y Hortensia a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros y amigos

De la generación CXIV de la carrera **Ing. Agrónomo en Horticultura**, en especial a mis amig@s: Liliana, Lupita, Mónica y Marco Vega, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional, ¡¡¡GRACIAS!!!

A mis amig@s de la UAAAN, Iván, José Antonio Pérez, Roger, Lino Cesar, Toño, Liliel, Eliel, Chepe, por convivir momentos gratos lo largo de estos cuatro años y medio, siempre los recordare a todos ustedes.

A mis amig@s de mi ¡¡¡ Bonito Pinotepa!!! Que desde hace años conozco y que aún conservo ese valioso tesoro que es la amistad, amistad sincera que me han brindado y que siempre están conmigo en los buenos y malos momentos: José Eduardo, Abel, Laura, Yuridia.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

¡Gracias a ustedes!

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS.....	v
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen del cultivo	3
Producción de pepino en México	3
Producción de pepino a nivel Internacional.....	4
Clasificación botánica del pepino	6
Descripción morfológica del pepino	6
Requerimientos climáticos y edáficos	8
Temperatura.....	8
Textura del suelo.....	9
Humedad Ambiental.....	9
Luz	10
Tipo fotosintético	10

Altitud	10
Salinidad	11
pH	11
Viento.....	11
Manejo del Cultivo.....	12
Requerimientos nutricionales del pepino	13
Carencias nutricionales del pepino	16
Generalidades del análisis sendero y análisis de correlación	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
Localización geográfica del área experimental	22
Características del área experimental	22
Clima, viento, vegetación	22
Descripción del material experimental.....	23
Material genético	23
Construcción del macrotúnel.....	23
Material para la medición	24
Diseño experimental	25
Tratamientos bajo estudio	25
Establecimiento del experimento	26
Preparación del área experimental	26
Preparación del terreno.....	26
Establecimiento de la estructura	26
Colocación de las cubiertas	27

Colocación de los tutores	27
Acolchado, siembra, riegos	28
Fertilización	29
Otras labores agronómicas	30
Tutorado.....	30
Podas	30
Control fitosanitario	30
Deshierbes	31
Cosechas	31
Variables evaluadas	32
Análisis estadístico.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
IV.1 Rendimiento de fruto por planta	36
IV.2 Número de fruto por planta	37
IV.3 Número de hojas por planta.....	38
IV.4 Área foliar por planta	39
IV.5 Altura de planta	40
IV.6 Grosor de tallo	41
IV.7 Número promedio por haz foliar	42
IV.8 Número promedio de estomas por envés foliar	43
IV.9 Promedio de vasos por haz vascular	44
IV.10 Área de vasos por haz vascular	45
IV.11 Análisis de correlación entre variables agronómicas	46

IV.12 Análisis de sendero en el cultivo de pepino	49
V. CONCLUSIONES	53
VI. LITERATURA CITADA	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
II.1. Principales estados productores de pepino en México.....	4
II.2. Principales países importadores de pepino a nivel internacional (cifras 2010).....	5
II.3. Principales países exportadores de pepino a nivel mundial (cifras 2010).....	5
II.4. Etapas fenológicas del cultivo de pepino (Cano, 2005).....	12
III.1. Cantidad de fertilizantes a diluir en 1000 L de agua para tener una solución al 100%, y un pH de 5.5.....	29
IV.1. Rendimiento fruto por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	36
IV.2. Numero de fruto por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	37
IV.3. Numero de hojas por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	38
IV.4. Área foliar por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	39
IV.5. Altura de planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	40
IV.6. Grosor de tallo evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	41
IV.7. Número promedio de estomas por haz foliar evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	42

IV.8.	Número promedio de estomas por envés foliar evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	43
IV.9.	Promedio de vasos por haz vascular evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	44
IV.10.	Área de vasos por haz vascular evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	45
IV.11.	Correlaciones fenotípicas de variables en pepino evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	48
IV.12	Efectos directos e indirectos de diferentes variables sobre el rendimiento de fruto en pepino evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.....	52

RESUMEN

En México el pepino es un cultivo importante por el consumo y recursos generados por su producción. Los estados de Sinaloa, Michoacán, Baja California, Yucatán y Morelos destacan como principales productores de esta hortaliza.

El presente trabajo se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Horticultura, de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2010. El objetivo del presente trabajo fue: determinar la correlación entre diferentes variables, así como los efectos directos e indirectos de estas variables sobre el rendimiento de fruto en el cultivo de pepino de la variedad Alcázar, los caracteres evaluados fueron: Rendimiento futo por planta (Kg/planta), Número frutos por planta, Hojas por planta, Área foliar (cm^2), Altura de planta (cm), Grosor de tallo (cm), Numero de estomas en el haz foliar, número promedio de estomas en el envés foliar, Promedio de vasos de xilema por haz vascular, Área de vasos de xilema por haz vascular (mm^2).

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Teniendo un total de 18 unidades experimentales, cada una

constituida por una cama de 12 m de longitud y una separación de 90 cm entre camas.

Se encontró que el área foliar, altura de planta y grosor de tallo mostraron una correlación positiva y significativa ($P \leq 0.05$) con frutos por planta y la correlación entre frutos por planta con rendimiento por planta fue positiva y altamente significativo ($P \leq 0.01$). El análisis de sendero reveló, que aunque en primera instancia, se encontró una correlación positiva y significativa de frutos por planta con el rendimiento de fruto, el efecto directo de frutos por planta sobre el rendimiento en realidad es negativo y las mayores contribuciones indirectas hacia rendimiento de fruto son debidas al área foliar y a la altura de planta. Igualmente el número de hojas por planta tuvo un efecto directo negativo sobre el rendimiento de fruto y nuevamente son el área foliar y altura por planta las variables que tuvieron la mayores efectos indirectos al rendimiento de fruto a través de la variable hojas por planta.

Palabras clave: *Cucumis sativus* L., cultivos protegidos, rendimiento de fruto.

I. INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) contribuye en la generación de divisas y empleos, por ser una de las principales hortalizas que se cultivan en el país. En el 2009 se sembraron alrededor de 14,600 ha de pepino con un rendimiento de 30.0 t ha⁻¹ como media de producción. En el Estado de Sonora ese mismo año se programó una superficie de siembra de alrededor de 570 ha, ocupando el quinto lugar a nivel nacional, mientras que en la Costa de Hermosillo, en el 2009 se sembraron alrededor de 220 ha con un rendimiento promedio de 18.2 t ha⁻¹ (SIAP, 2010).

El pepino es una hortaliza muy importante, de alto potencial económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo; además, se cuenta con variedades de alto rendimiento y con prácticas de manejo que permiten maximizar su producción bajo invernadero (Vasco, 2003; Gálvez, 2004).

La implementación de la producción hortícola protegida disminuye el riesgo de producción, incrementa la rentabilidad del sector productivo; además de que es fuente de trabajo, disminuye la contaminación ambiental y se reducen los daños a la salud por un menor uso de pesticidas (Grijalva y Robles, 2003).

Los coeficientes de correlación representan un indicativo de la asociación entre el rendimiento y sus componentes; su estimación ayuda al mejorador a entender su relación con estos, pero no destaca con claridad la contribución directa e indirecta de cada una de las características con el rendimiento (Bhatt, 1973). Por tal razón, es de mucha relevancia conocer la importancia relativa de cada uno de las características que afectan el rendimiento, a través del análisis de sendero.

El análisis de sendero es importante, porque permite descomponer las correlaciones de las variables independientes respecto a variables dependientes, como el rendimiento en sus respectivos efectos directos e indirectos. (Espitia *et al.* 2008a; Habib *et al.* 2007).

Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue determinar que variables tienen más importancia sobre el rendimiento de fruto de pepino desarrollado bajo cubiertas fotoselectivas.

Bajo la hipótesis de que la correlación entre una variable y el rendimiento es un indicador de la importancia que ésta, tiene sobre el rendimiento de fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

II.1. Origen del Cultivo

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del sur de Asia y África, y ha formado parte de la alimentación humana, siendo cultivado en la india desde hace más de 3,000 años (CENTA, 2003).

El pepino es una planta con características favorables que le permite adaptarse a diversas regiones, manteniendo un alto nivel de producción y puede ser cultivada tanto en sistema de producción protegida así como a cielo abierto (Rodríguez, 1986).

El pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América y el primer híbrido apareció en 1872 (Gálvez, 2004).

Producción de Pepino en México

Datos obtenidos de SAGARPA (2008), indican que en Sinaloa y Michoacán se concentra el 60% de la producción nacional, otros estados donde también se cultiva son Baja California, Yucatán, Sonora, el Cuadro II.1 muestra la superficie cosechada de pepino en dichos estados.

Cuadro II.1. Principales estados productores de pepino en México.

ESTADOS	SUPERFICIE (Ha)	RENDIMIENTO (Ton/Ha)
Sinaloa	3,842	248,193
Michoacán	3,668	77,041
Baja California	703	43,863
Yucatán	625	36,654
Sonora	596	29,443
Total	14,912	555,814

Fuente: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>

Producción de Pepino a Nivel Internacional

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. De acuerdo con TRADE MAP (2010), los Estados Unidos de América es el principal importador de pepino con un volumen de 585,575 toneladas (Cuadro II.2), mientras que México es el principal exportador con un volumen de 498,822 toneladas (Cuadro II.3).

Cuadro II.2. Principales países importadores de pepino a nivel internacional (Cifras 2010).

Posición	País	Importación (Tons.)
1	Estados Unidos de América	585,575
2	Alemania	506,209
3	Federación de Rusia	201,409
4	Reino Unido	151,964
5	Países Bajos (Holanda)	81,975
6	República Checa	81,039
7	Francia	68,903
8	Bélgica	49,959
9	Canadá	47,863
10	Dinamarca	33,716

FUENTE: <http://www.trademap.org>. (070700) Fracción arancelaria "Pepinos y pepinillos frescos o refrigerados"

Cuadro II.3. Principales países exportadores de pepino a nivel mundial (Cifras 2010).

Posición	País	Exportación (Tons.)
1	México	498,822
2	España	449,395
3	Países Bajos (Holanda)	382,829
4	Jordania	114,396
5	Turquía	105,041
6	Irán (República Islámica del)	75,921
7	Canadá	69,237
8	Estados Unidos de América	45,062
9	Bélgica	34,944
10	Grecia	24,396

FUENTE: <http://www.trademap.org> (070700) Fracción arancelaria "Pepinos y pepinillos frescos o refrigerados"

Clasificación Botánica del Pepino (Muñoz, 1972)

Reino: Plantae

División: Embryophyta Siphonogama (fanerógamas)

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus*

Nombre común: Pepino

Descripción Morfológica del Pepino

Raíz

El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza 1.10 m de profundidad y mide 65 cm lateralmente ramificándose en todas las direcciones principalmente entre los primeros 25 cm del suelo (Valdez, 1998).

Tallo

Tallos angulosos y espinosos, de porte rastrero y trepador. Con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar hasta 3.5 metros de longitud, en condiciones normales.

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 tolera la evaporación excesiva.

Flores

Es una planta monoica, dos sexos en la misma planta, de polinización cruzada. Algunas variedades presentan flores hermafroditas. Las flores se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo. Estos tres tipos de flores ocurren en diferentes proporciones, dependiendo del cultivar. 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 términos generales, días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen la formación de mayor número de flores femeninas y días largos, altas temperaturas y sequía, llevan a la formación de flores masculinas.

La polinización se efectúa a nivel de campo principalmente a través de insectos (abejas). 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

El fruto es un pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.

Requerimientos Climáticos y Edáficos

Castañes (1993), menciona que el pepino es una planta de clima cálido, adaptada a las altas temperaturas, por lo que no tolera heladas, a altas temperaturas se presenta una germinación más rápida.

Temperatura

El rango es 10 a 35°C, con una media óptima entre 20 y 25°C. Para una eficiente germinación la temperatura debe ser superior a 21°C (Benacchio, 1982). La temperatura diurna óptima es de 28 a 29°C y la temperatura nocturna óptima es de 20 a 21°C (González, 1984). La temperatura media óptima está entre 18 y 24°C con un umbral máximo de 32 a 35°C (Baradas, 1994). El punto de congelación se encuentra en -1°C, mientras que el crecimiento cero, se presenta entre 10 a 12°C y las temperaturas diurna y nocturna óptimas para

crecimiento son de 20 a 25°C y 18°C, respectivamente. Para germinación, las temperaturas mínima, óptima y máxima son 12, 30 y 35°C, respectivamente, mientras que las temperaturas mínima y óptima de suelo son 12 y 18 a 20°C.

Textura de Suelo

Prefiere suelos francos, franco-arenosos o franco-arcillo-arenosos (Benacchio, 1982). Si el suelo no es el ideal, hay que proveer las condiciones adecuadas para prevenir el exceso de agua (encharcamiento) que en cualquier cultivo es un gran problema. Además el cultivo requiere suelos medianamente profundos (Benacchio, 1982), de por lo menos 60 cm (INIFAP, 1994) y requiere suelos con buen drenaje, ya que no tolera encharcamientos (Benacchio, 1982; FAO, 1994).

Humedad Ambiental

Es un cultivo con elevados requerimientos de humedad, siendo la humedad relativa óptima durante el día de 60 a 70% y durante la noche de 70 a 90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y por ende la fotosíntesis. Con humedad ambiental superior al 90%, la atmósfera está saturada de vapor de agua y es decisivo para el desarrollo enfermedades fungosas.

Luz

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 y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción, es una especie de día neutro (Benacchio, 1982). Los días nublados favorecen la presencia de enfermedades.

Tipo Fotosintético

Es una planta C_3 , denominada así porque la enzima responsable de captar CO_2 (dióxido de carbono) en las hojas, posee 3 carbonos en su estructura. Los estomas abren cuando la luz actúa en ellos, es decir cuando amanece. Una vez que se abren las estructuras estomáticas, se produce el intercambio gaseoso; ingresa CO_2 con el que la planta produce hidratos de carbono, azúcares = energía, para todos sus procesos metabólicos y egresa, en forma de vapor, el agua con el que la planta acaba de transportar desde el sustrato los nutrientes necesarios para formar, hojas, raíces y flores, (Salisbury y Ross, 1994).

Altitud

El cultivo se adapta muy bien a altitudes desde 0 hasta 1200 msnm dependiendo de la variedad (CENTA, 2003).

Salinidad

Es una especie que no tolera salinidad por lo cual el pH debe estar entre 5.5 y 6.8 (Benacchio, 1982). La disminución de rendimiento debido a la salinidad es la siguiente; 0% para una conductividad eléctrica de 3.5 mmhos cm^{-1} , 10% para 3.3 mmhos cm^{-1} , 25% para 4.4 mmhos cm^{-1} , 50% para 6.3 mmhos cm^{-1} y 100% para 10 mmhos cm^{-1} (Doorenbos y Kassam, 1979).

pH

El pH óptimo está entre 6.0 y 7.2 (Yuste, 1997a). El rango de pH para esta especie está entre 5.5 y 7.5, con un óptimo alrededor de 7.0 (FAO, 1994).

Viento

Este es un factor determinante en la producción de pepino. El viento de varias horas de duración y con velocidades arriba de 30 Km hora⁻¹ acelera la pérdida de agua de la planta, bajan la humedad relativa del aire y aumenta las exigencias hídricas de la planta. Esto reduce la fecundación de los estilos florales. 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.

En los últimos 5 a 6 años la diferencia de precio entre las diferentes clases de calidades de pepino ha aumentado. La única diferencia en la clasificación para empaque entre la calidad Super Select y Select es la presencia de

cicatrices en la fruta que se forman por el roce de la misma con otras. Esto significa que el daño de viento es importante, ya que afecta la calidad del fruto, característica valorada actualmente.

Manejo del Cultivo

Las etapas fenológicas pueden variar, dependiendo de las condiciones ambientales de la zona de cultivo, sin embargo los periodos en días, entre una fase y otra serían las que se muestran en el Cuadro II.4, partiendo desde la germinación de la semilla en siembras directas en campo abierto, pues en invernadero el buen manejo de temperaturas cálidas y humedad, puede hacer una planta más precoz (Cano, 2005).

Cuadro II.4. Etapas fenológicas del cultivo de pepino (Cano, 2005).

Etapas fenológicas	Días después de la siembra (dds)
Emergencia(germinación)	4-6
Inicio de emisión de guías	15-24
Inicio de la floración	25-34
Inicio de la cosecha	43-50
Fin de la cosecha	75-90

Requerimientos Nutricionales del Pepino

Es de suma importancia la fertilización del pepino, ya que de ello depende en buena medida el rendimiento de fruto, ya que cada elemento forma parte de compuestos bioquímicos empleados por la planta para su crecimiento y desarrollo. La fertilización nitrogenada periódica favorece el incremento de flores femeninas y su precocidad, debido a que en los tejidos de las plantas se acumulan más azúcares.

Las plantas extraen de su medio, principalmente por las raíces y eventualmente por vía foliar los elementos básicos que emplea para la síntesis de otras sustancias como las proteínas, fosfolípidos, clorofila, etc., dichos elementos pueden ser nitrógeno, fósforo, magnesio. Estos elementos que utiliza la planta para sus distintas síntesis y funciones vitales constituyen los nutrientes (Rodríguez, 2005).

Es por esta razón que el crecimiento y desarrollo normal de los vegetales está determinado por la disponibilidad de ciertos elementos químicos esenciales para el metabolismo de sus organismos. De acuerdo a la cantidad de nutrientes absorbidos por las plantas, se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes.

Los elementos con funciones específicas y esenciales en el metabolismo de las plantas se clasifican, según su concentración en la planta y conforme a sus requerimientos para el adecuado crecimiento y reproducción, en dos grupos: macronutrientes y micronutrientes (Marschner, 1995; Mengel y Kirkby, 2001; Epstein y Bloom, 2004). Los macro nutrientes son el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio. Estos a su vez pueden dividirse en: macronutrientes primarios: nitrógeno, fósforo y potasio. Los macronutrientes secundarios: calcio, azufre y magnesio.” (Rodríguez, 2005). Cada uno de los elementos nutritivos cumple una función importante al interior de la planta; como se indica a continuación.

Nitrógeno

Es el mayor componente de las proteínas (incluidas las enzimas), aminoácidos, ácidos nucleídos y clorofila. La presencia del Nitrógeno es indispensable para promover el crecimiento de tallos y hojas, asimismo el Nitrógeno es un elemento fundamental en la nutrición de los microorganismos que existen en el suelo, mismos que son indispensables para la nutrición de las plantas, una planta o pasto con presencia de Nitrógeno, es siempre un vegetal verde ya que éste promueve el verdor en todo tipo de plantas. De la misma manera, el Nitrógeno es indispensable para la producción de proteínas en vegetales comestibles.

El Nitrógeno se puede presentar en los fertilizantes de dos formas: Nitrógeno Nítrico y Nitrógeno Amónico; el primero no necesita transformarse químicamente en el suelo para ser aprovechado por las plantas, por consiguiente, su absorción es más rápida, por el contrario, el Nitrógeno Amónico requiere llevar a cabo efectos de transformación química en el suelo para convertirse en Nitrógeno Nítrico (asimilable para las plantas).

Fósforo

Es importante la presencia del Fósforo pues, entre otras cosas, fortalece el desarrollo de las raíces (principal conducto para la alimentación de las plantas), estimula la formación de botones en flores y de frutillas en árboles, evita el fenómeno del "aborto" o abscisión, que es la caída prematura de flores, frutos, botones y frutillas. Su movimiento en la tierra es lento a comparación de otros elementos nutricionales por lo que se deben usar formulaciones bajas en contenido de Fósforo "en tierras contenidas" (es decir macetas, jardineras, etc.). (Happyflower, 2011)

Potasio

El catión potasio no posee funciones estructurales, sin embargo, es el catión más común en los procesos metabólicos de las plantas. Roles esenciales del potasio han sido encontrados en la síntesis de proteínas, en el proceso fotosintético y en el transporte de azúcares desde las hojas a los frutos y en la producción y acumulación de aceites. Un suministro adecuado de potasio

permitirá mantener la función de las hojas a lo largo del desarrollo de los frutos y contribuirá al aumento del rendimiento y acumulación de sólidos solubles en frutos (principalmente azúcares) en el período de cosecha.

La acción del potasio en la síntesis de proteínas aumenta la conversión del nitrato absorbido en proteínas, lo que contribuye a mejorar la eficiencia de los fertilizantes nitrogenados aplicados (SQM, 2006).

Carencias Nutricionales

En el cultivo de pepino el aporte de micronutrientes resulta vital para una nutrición adecuada, ya que el pepino es un fruto muy sensible a la baja disponibilidad en el suelo de oligoelementos; como el Hierro, el Boro o el Manganeso, los cuales influyen además en el color del fruto, factor determinante de la calidad de la producción.

Las plantas de pepino son bastante exigentes en sus requerimientos de Boro, y el margen entre la deficiencia y el exceso es especialmente estrecho. El boro no es fácilmente transportado desde las hojas viejas a las nuevas, por lo tanto, una continua absorción por las raíces es necesaria para el normal crecimiento de la planta. El desarrollo de los frutos se ve afectado por su deficiencia, perjudicando seriamente la calidad de la cosecha.

La deficiencia de Hierro es más probable en suelos alcalinos o calcáreos y

puede ser inducida por un exceso de encalado, drenaje deficiente, o altas concentraciones de iones metálicos en el suelo o solución nutritiva, la toxicidad de manganeso puede inducir una deficiencia de hierro. Se manifiesta por una clorosis intervenal de las hojas más jóvenes.

La deficiencia en Manganeso se manifiesta mediante una coloración verde pálido o amarilla entre los nervios de las hojas, los cuales permanecen verdes. Al igual que el Hierro, la falta de Manganeso es más probable en suelos alcalinos o calcáreos mientras que su disponibilidad es alta en suelos ácidos.

Generalidades del Análisis de Sendero y Análisis de Correlación

El análisis de sendero fue descrito por primera vez por Wrigth (1921, 1934) es un estudio que permite evaluar si una relación entre dos variables es de causa–efecto, o es determinada por la influencia de otra u otras variables. Por lo tanto, un análisis de sendero puede ser realizado a partir de correlaciones fenotípicas, genéticas o ambientales y consiste en desdoblar el coeficiente de correlación (fenotípico, genético o ambiental), en los efectos directos e indirectos de varios caracteres (causas) sobre una variable básica compleja (efecto) y es una manera de determinar la influencia de factores independientes sobre factores dependientes, también para calcular la correlación simple entre los factores independientes, se desarrolló la teoría de los coeficientes de sendero con el fin de hacer un análisis estadístico de causa y efecto en un

sistema de variables correlacionadas (Cruz y Regazzi, 1997; Vencovsky y Barriga, 1992; Singh y Haudhary, 1977).

El estimador dentro del análisis de sendero que mide las relaciones causa-efecto entre caracteres, es llamado coeficiente de sendero (path coefficient), el cual mide la influencia directa de una variable sobre otra, independientemente de las demás. Es este estadístico el que permite desdoblar los coeficientes de correlación simples en sus efectos directos e indirectos.

Mediante el análisis de correlación es posible, solo estimar la relación positiva o negativa entre caracteres, por lo tanto no es una herramienta adecuada para estimar las relaciones indirectas entre variables. Singh y Singh (1973) señalan que la correlación simple no toma en cuenta las relaciones extremadamente complejas, entre varios caracteres que están relacionados a variables dependientes. Sin embargo, Fonseca y Patterson (1968) indican que el análisis de coeficientes de sendero es útil en la partición de asociaciones complejas en efectos directos e indirectos.

En tomate, el número de frutos/planta tuvo una correlación positiva significativa con rendimiento por planta. También una correlación positiva significativa se observó entre el diámetro del fruto y rendimiento. El peso de fruto tuvo una correlación negativa significativa con rendimiento porque el peso

de fruto posee una correlación negativa significativa con el número de frutos por planta (Sivrastava y Sachran, 1973).

En tomate el número de frutos/planta y el diámetro de frutos contribuyen fuertemente hacia rendimiento (Srivastava y Sachran, 1973).

El rendimiento de arroz tiene una correlación positiva y significativa con el número de tallos, número de panículas por planta, longitud de la panícula, número de espiguillas por panícula y peso de 100 granos (Sindhu, 1973); así mismo menciona que la estimación de estas correlaciones ha sido utilizada para mejorar el rendimiento en otros cultivos.

En papaya el número de frutos por planta y la anchura del fruto son los componentes de rendimiento más importantes (Mosqueda y Molina, 1974).

En trigo la longitud de espiga es la que más influencia tiene sobre el rendimiento de grano con un coeficiente positivo de 6.93 (Calixto et al., 1976).

Khorgade y Ekbote (1980) en algodón encontró que la correlación entre rendimiento y el número de cápsulas por planta fue positiva y altamente significativa, debido principalmente al efecto directo positivo del número de cápsulas por planta. Indicando que este análisis provee una mayor confiabilidad en la determinación de los verdaderos determinantes del rendimiento. Willman

et al. (1987) mencionan que aunque las correlaciones simples no son indicativos de una causa y efecto, éstas son útiles en la determinación del grado y dirección de la asociación entre dos factores.

Mendoza (1990) realizó dos análisis de sendero en 15 genotipos de cártamo obtuvo en el primero que el número de capítulos por planta mostró mayor contribución al rendimiento económico (0.9549), mientras que en el segundo observó que el contenido de aceite fue el que más contribuyó hacia el rendimiento económico (1.58).

En tomate el número de frutos por planta es la variable que influye más hacia rendimiento (Fernández, 1992).

En un análisis de sendero en el cultivo de tomate con relación a la competencia con *Solanum nigrum* reveló que el incremento en la densidad de población de malas hierbas, afectó directamente en menos frutos verdes y frutos totales por planta, siendo estos dos componentes importantes del rendimiento. Sin embargo, el porcentaje de frutos de desecho por planta y peso de fruto no fueron afectados por la densidad de población de malas hierbas. Usando solamente los coeficientes de correlación, se habría llegado a una conclusión errónea en que el porcentaje de frutos de desecho no afecta la producción comercial; el análisis de sendero demostró que reduciendo el porcentaje de frutos de desecho a través de mejoramiento o prácticas

culturales, se afecta fuertemente la producción comercial (Mc Giffen *et al.*, 1994).

Samonte *et al.* (1998) indican que los resultados del análisis de sendero pueden ser de utilidad para los mejoradores, como un índice indirecto de selección para rendimiento de grano, de segregantes en generaciones tempranas, cuando aún no se tiene producción de grano.

El área foliar a los 24 dds en ambiente normal con peso seco a los 38 dds y con una tasa relativa de crecimiento foliar a los 52 dds son las variables que mejor estiman los días a punteamiento en cilantro (Dávila *et al.*, 1998).

En otro análisis donde se evaluaron 17 componentes de rendimiento en 22 cultivares de chile dulce en la India se observó que el número de frutos por planta mostró el efecto directo más alto sobre rendimiento de fruta por planta en niveles fenotípicos y genotípicos. Días a 50% de floración, área foliar, número de cosechas y peso de 1000 semillas registraron un alto efecto directo negativo con el rendimiento por planta. El análisis de sendero reveló que el número de frutos por planta pareció ser el componente más importante en rendimiento (Mishra *et al.*, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Área Experimental

Este presente trabajo se realizó en Campo Agrícola Experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; la cual se encuentra situada geográficamente a 25°23' latitud norte y 101°00' longitud oeste, con una altura de 1742 msnm.

Características del Área Experimental

Clima

Es del tipo BWhw (x') (e), seco y templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 17.3°C, con una oscilación media de 10.4°C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto, con temperaturas máximas de hasta 39°C. Durante enero y diciembre se presentan las temperaturas más bajas, de hasta -10.4°C, con heladas regulares en el período diciembre a febrero. La precipitación media anual es de 460.7 mm y los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre; las lluvias en invierno son moderadas. Lo anterior da como resultado un 64.8% de humedad relativa media anual que se distribuye desigualmente; el verano es la estación de mayor humedad relativa, e invierno y primavera de mayor sequía (Mendoza, 1983).

Viento. Los vientos predominantes son del sureste, en casi todo el año, con excepción del invierno donde los del noroeste son predominantes y se presentan con mayor intensidad en los meses de febrero-marzo.

Vegetación. La vegetación se encuentra clasificada como matorral desértico rosetófilo, pastizal inducido y natural, matorral chaparral, bosque de pino, bosque de encino y bosque cultivado de pino.

Descripción del Material Experimental

Material Genético

El material vegetativo utilizado fue el pepino tipo americano de la variedad alcázar para invernadero, dicho híbrido pertenece a la casa comercial ENZA ZADEN. Soporta temperaturas frías no extremosas, es una planta fuerte, vigorosa y balanceada. Fruto cilíndrico, color verde oscuro, ligeramente con espinas, de 20 a 22 cm de largo, excelente vida de anaquel. Ginoica con casi 100% de floración femenina, tolerante al amarilleo, virus del pepino y cenicilla polvorienta.

Construcción del Macrotúnel

A continuación se mencionan los materiales utilizados para la construcción de los macro-túneles, cuyas dimensiones fueron las siguientes, 12 m. de largo por 4 m. de ancho y 2.20 m de altura.

1. Tubos galvanizados de 6.20 m. de longitud y un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada.
2. Ancas de 1 m. de altura y un diámetro de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
3. Tornillos con punta de broca.
4. Taladro.
5. Polietileno transparente calibre 6000 y mallas fotoselectivas con un 60% de transmitancia (azul, rojo, negro y blanco).
6. Postes de madera de 3 pulgadas de grosor por 3 m. de altura.
7. Alambre galvanizado de calibre 12.
8. Rafia.
9. Azadón.
10. Trozos de manguera de 1" diámetro.
11. Cinta métrica.
12. Pocera.

Material para la medición

- Flexómetro (20 m)
- Balanza analítica
- Vernier
- Estufa de secado LINDBERG/BLUEM
- Navajas
- Portable Area meter Mod. LI 3000 (LI-COR)
- Bolsas de papel (diferentes tamaños)

Diseño Experimental

El experimento de los seis tratamientos se estableció bajo un diseño de bloques al azar y tres repeticiones. Teniendo un total de 18 unidades experimentales, cada una constituida por una cama de 12 m. de longitud y una separación de 90 cm. entre camas, ocupando así un área total de 288 m². Para el análisis de datos, se utilizó el software Statistical Analysis System versión 6,0 (SAS 2001) y Matlab.

Tratamientos bajo Estudio

Se utilizaron cinco colores de cubierta, cuatro mallas fotoselectivas, una cubierta de polietileno y un testigo a campo abierto.

- T₁= Malla fotoselectiva de color azul
- T₂= Plástico transparente
- T₃= Malla fotoselectiva de color roja
- T₄= Malla fotoselectiva de color negra
- T₅= Malla fotoselectiva de color blanca
- T₆= Testigo

El estudio de biomasa comprendió el peso fresco y seco de tallo y peso fresco y seco de hoja. Se estimó además el número promedio de hojas por planta, altura de planta, grosor de tallo y área foliar frutos por planta, precocidad y rendimiento total.

Establecimiento del Experimento

En todos los tratamientos se utilizó acolchado de suelo usando un polietileno negro y un sistema de riego con cintilla, la cual también fue utilizada para realizar el fertirriego del cultivo, la cintilla con goteros cada 20 cm. La siembra se realizó el día 10 de agosto de 2010, en forma manual, el agua de riego provenía de las instalaciones del Departamento de Horticultura, la cual era conducida hacia un depósito y en éste se prepararon las mezclas para fertirrigar, posteriormente se conducía el agua por mangueras hasta los macrotuneles.

Preparación del Área Experimental

Preparación del Terreno

Por sus características topográficas del terreno fue necesaria una nivelación, en donde se realizaron cortes y rellenos de tierra con la finalidad de mejorar la estructura del suelo y así mantener un buen control del agua de riego y nutrición.

Establecimiento de la Estructura

Las dimensiones de cada Macrotúnel fue de 12 m. de largo por 4 m. de ancho con orientación N-S, se usaron tubos de $\frac{3}{4}$ de pulgada de diámetro y 1 m. de largo, los cuales se colocaron en los hoyos de 50 cm y se sujetaron con concreto funcionando como anclas, sobre éstos se colocaron tubos de media

pulgada de diámetro por 6.20 m. de largo arqueados a manera de semicírculo por medio de una plantilla y después se atornillaron a las anclas. Por encima de los tubos arqueados se colocó otro tubo como soporte y para mantener los arcos equidistantes, el cual posteriormente fue atornillado a estos.

Colocación de las Cubiertas

Se realizó una pequeña zanja alrededor de la estructura en la cual se colocó primeramente un polietileno a una altura de 50 cm sostenido por un alambre galvanizado el cual fue fijado de las anclas, posteriormente en la misma zanja se colocó la cubierta fotoselectiva la cual quedaron finalmente sujetadas con tierra.

En la parte frontal y posterior de cada macrotúnel fue colocada la malla de cada color, sujeta en los arcos con pequeños trozos de manguera colocados a presión.

Colocación de los Tutores

Se utilizaron postes de madera de 3 pulgadas de grosor por 3 m. de altura y alambre calibre 12. En cada macrotúnel se colocaron 3 alambres a una altura de 2 m uno para cada hilera, y se amarró a los postes previamente colocados a una distancia de un metro en frente de cada macrotúnel a una profundidad de 60 cm de igual forma fueron colocados en la parte posterior de los

macrotúneles. Luego el alambre fue sostenido con rafia a cada uno de los arcos para soportar el peso de las plantas.

Acolchado

Una vez hechas las camas, se colocaron las cintillas de riego por goteo, posteriormente se colocó manualmente la película plástica de color negro la cual se tensó y se ajustó con tierra.

Siembra

Para esta actividad, se colocó una semilla de la variedad comercial alcázar de la empresa ENZA ZADEN, en cada agujero del acolchado, en hilera simple para cada tratamiento. La siembra fue manual y se llevó a cabo el 10 de Agosto de 2012. El material vegetal se colocó a una profundidad de 2 cm y 20 cm de distancia entre planta y planta.

Riegos

Para el riego por goteo se usó la cintilla T-TAPE, y fue colocada una línea de riego por cada cama o hilera simple. Se usó agua potable de las instalaciones del Departamento de Horticultura, los riegos se aplicaban en función de las necesidades del cultivo que fueron 8 horas por semana.

Fertilización

Para todos los tratamientos, la fertilización fue homogénea para no causar diferencia alguna en los resultados del experimento, para ello se aplicó una vez por semana vía riego. La dosis de fertilización (Cuadro III.1) fue de la siguiente manera:

Cuadro III.1. Cantidad de fertilizantes a diluir en 1000 L de agua para tener una solución al 100%, y un pH de 5.5.

FERTILIZANTE	CANTIDAD
Ácido fosfórico	31 ml.
Sulfato de potasio	1000 gr.
Sulfato de magnesio	1230 - 1476 gr.
Nitrato de potasio	750 gr.
Nitrato de calcio	2600 - 3120 gr.
Sulfato de fierro	50 gr.
Sulfato de magnesio	5 gr.
Sulfato de zinc	2 gr.
Sulfato de cobre	2 gr.
Bórax	10 gr.

Otras Labores Agronómicas

Tutorado

Esta actividad se realizó forma manual y consistió en colocar el hilo rafia por cada planta, se sujetó mediante un anillo al tallo por debajo de la primera hoja verdadera y se enredó a la planta pasándolo por cada entrenudo hasta el brote terminal, posteriormente se estiro verticalmente y se amarro al alambre tensado anteriormente. Esta práctica se tuvo que realizar cada tercer día a lo largo del ciclo del cultivo a medida que este crecía.

Podas

Esta práctica se realizó cada tercer día a lo largo del ciclo del cultivo, para eliminar brotes laterales, hojas viejas y/o enfermas, el cultivo se manejó a un solo tallo, la finalidad de la poda es permitir la circulación del aire, evitar un excesivo follaje con la emisión de brotes y al desarrollo adecuado de la planta y calidad de fruto.

Control de Fitosanitario

Se estableció control químico contra plagas y enfermedades. Aplicándose diferentes productos de manera preventivo y curativo, con las dosis recomendadas por superficie y/o por densidad, utilizando productos químicos como: Abamectina, azoxistrobin + difenoconazol, Thiametoxam, Maneb y Mancozeb.

Las principales plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron minador de la hoja (*Liriomyza ssp.*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

Dentro de las enfermedades el principal problema que se presentó fue la Cenicilla de las Cucurbitáceas (*Erysiphe cichoracearum*).

Para la aplicación de estos agroquímicos se utilizó una bomba con motor de una capacidad de 15 litros.

Deshierbes

Se realizó en forma manual y de manera periódica, para evitar la competencia con el cultivo, dado que también pueden ser hospederos alternantes de plagas y enfermedades.

Cosecha

Los pepinos se cosecharon en diversos estados de desarrollo y se llevó a cabo aproximadamente a los 50 días después de la siembra, cortando el fruto con la ayuda de tijeras de podar y se colocaron en bolsas de papel para mejor comodidad al evaluar las variables de cosecha.

Variables Evaluadas

Las evaluaciones relacionadas con crecimiento y desarrollo se repitieron a cada diez días iniciando la primera el día 28 de Septiembre de 2010.

Para el caso de cosecha se tomaron al azar 10 plantas con competencia completa en un surco, quedando así 10 plantas por tratamiento. Se realizaron 7 cosechas en total, una cada 7 días, iniciando la primera el 10 de Octubre de 2010.

Rendimiento de Frutos por Planta (Kg/planta)

Teniendo los frutos de las diez plantas identificadas previamente, se pesaron con una balanza analítica los frutos cosechados, y al finalizar las cosechas se obtuvo la suma total del peso de los frutos.

Número de Frutos por Planta

De las diez plantas previamente identificadas en las cuales se realizó el corte, los frutos cosechados por planta fueron contados y con estos se estimó dicha variable en cada cosecha.

Numero de Hojas por Planta

De las plantas utilizadas para obtener los pesos de biomasa, se procedió a cuantificar el número total de hojas por planta, para reportarlas se promediaron los datos.

Área Foliar por Planta (cm²)

En las hojas removidas de los tallos para estimar el peso fresco y seco de hojas, previamente se midió el área, mediante un medidor de área foliar marca LICOOR.

Altura de Planta (cm)

Se midió desde la base de la planta hasta el brote apical, con la ayuda de una cinta métrica y se estimó un promedio.

Grosor de Tallo por Planta (cm)

Se midió la planta a cinco centímetros sobre la base del tallo, con la ayuda de un vernier de alta precisión y se obtuvo un valor promedio de diámetro o grosor del tallo.

Número Promedio de Estomas por Haz (EHF) y Envés Foliar (EEF)

Para el estudio de los estomas se realizó un muestreo a los 45 días después de siembra, se tomaron 6 muestras por tratamiento por haz y envés, de la hoja, dando así un total de 12 muestras por tratamiento, todas las muestras se obtuvieron de la hoja colocada en el entrenudo 10 cuya orientación de la misma fue hacia el oriente.

Esta actividad se realizó por la mañana, con la ayuda de un barniz transparente para uñas, del cual se colocó una capa delgada sobre la

superficie de la hoja cubriendo un área de 3 cm² aproximadamente, posteriormente se dejó secar por un minuto y la capa fue retirada cuidadosamente con la ayuda de cinta adhesiva, posteriormente fue colocada en el portaobjeto limpio y previamente identificado con una etiqueta la cual contenía datos sobre; fecha, tratamiento, repetición y parte de la hoja.

Una vez terminado el trabajo de campo se llevaron las muestras a analizar al laboratorio de citogenética, y con la ayuda de un microscopio se procedió a observar con el lente 40x y realizar los conteos de estomas.

Promedio de vasos por haz vascular (VHV) y Área (mm²) de Vasos por haz vascular (AVH)

El análisis de vasos por haz vascular y área de vasos por haz vascular, se tomaron 3 plantas por tratamiento, de las cuales se tomó el peciolo de la hoja 12 de la planta, con orientación hacia el oriente, esta actividad se realizó a los 60 después de la siembra, se obtuvieron dos segmentos del mismo peciolo para obtener un total de 6 muestras por tratamiento.

Análisis Estadístico

El diseño experimental utilizado en esta investigación, fue de bloques al azar con tres repeticiones.

Con los valores medios de cada variable se realizó el análisis de varianza (ANVA), cuyo modelo lineal aditivo fue el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Para:

$I = 1, 2, \dots, t$ (tratamientos)

$J = 1, 2, 3$ (repeticiones)

$\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

Dónde:

X_{ij} = es el valor observado del i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición.

μ = media general

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto de la j -ésima repetición

ε_{ij} = efecto del error experimental

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1. Rendimiento fruto por planta (Kg/planta)

La Figura IV.1, muestra que el Tratamiento 2 presento el mayor rendimiento de fruto por planta (2.67), mientras que el tratamiento 1 (0.51) fue el que mostró la menor cantidad de frutos por planta. Lo anterior puede ser consecuencia de la modificación de las características radiométricas transmitidas a través de la cubierta y que influyeron en la modificación de variables climáticas.

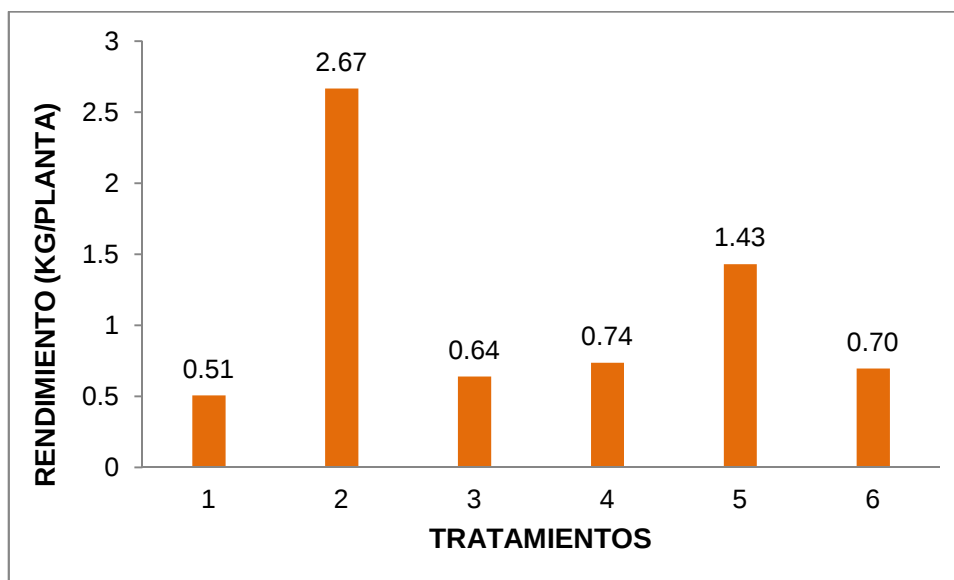


Figura IV.1. Rendimiento fruto por planta (Kg/planta) evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.2. Número de fruto por planta

El Tratamiento 2 fue el que presento el mayor número de fruto por planta (7.57), mientras que el tratamiento 1 (1.43) como se puede observar presenta el menor número de fruto por planta (Figura IV.2), por lo tanto se puede indicar que el uso de la cubierta, de polietileno favorece la formación de frutos por planta, probablemente debido al incremento de las temperaturas de los macrotúneles contruidos con polietileno.

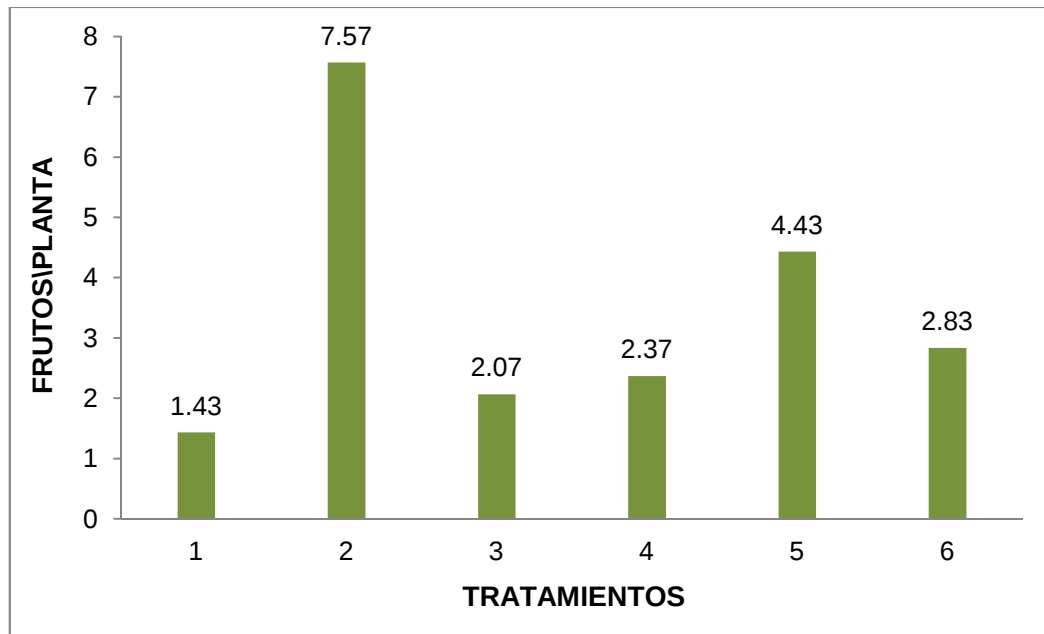


Figura IV.2. Número fruto por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.3. Número de hojas por planta

Como en los casos anteriores nuevamente el tratamiento 2 macrotúneles con cubierta plástica fue el que registro las plantas con el mayor numero de hojas por planta con 23.33, mientras que las plantas del tratamiento 3 fueron las que presentaron el valor más bajo con 14.33 (Figura IV.3).

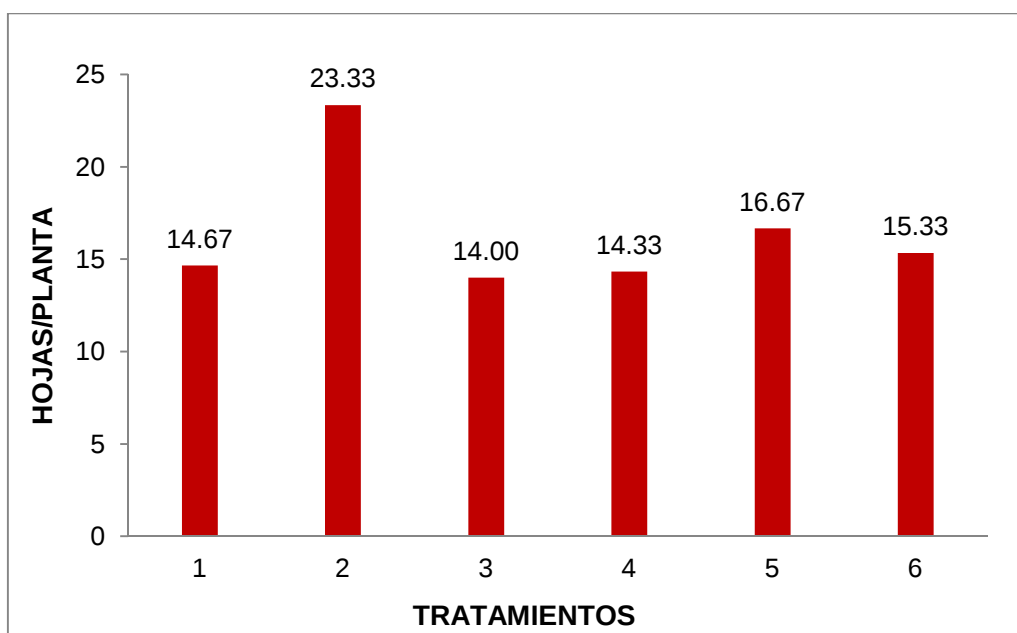


Figura IV.3. Número de hojas por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.4. Área foliar por planta (cm²)

En la Figura IV.4, Se puede observar que el Tratamiento 2 con (5705.90) fue el que presento mayor de área foliar, por lo tanto la cubierta plástica de polietileno ayuda a un buen desarrollo del área foliar mientras que el tratamiento 6 (2350.80) Testigo presento un número menor en cuanto a esta variable.

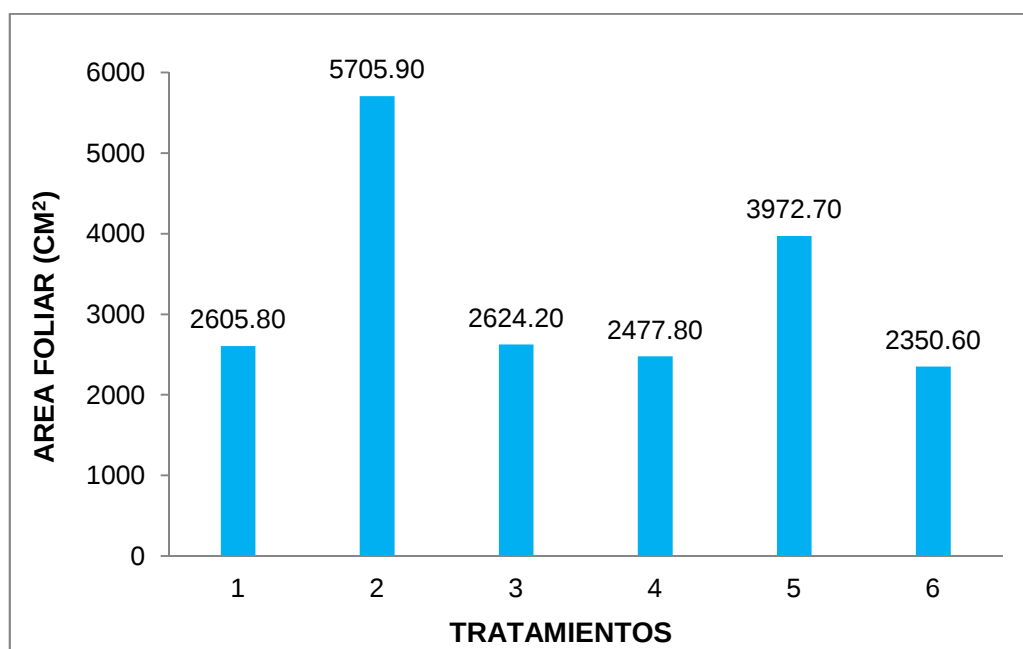


Figura IV.4. Área foliar (cm²) por planta evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.5. Altura de planta (cm)

En la Figura IV.5, se puede apreciar cada uno de los tratamientos bajo estudio, la cual nos indica que el tratamiento número 2 con la cubierta de polietileno, tuvo una mayor altura de planta (164.87cm), mientras tanto el tratamiento 6 Testigo, presento una altura menor de planta (98.33). En esta variable al igual que las ya mencionadas, tuvo buena respuesta debido a la cubierta de polietileno.

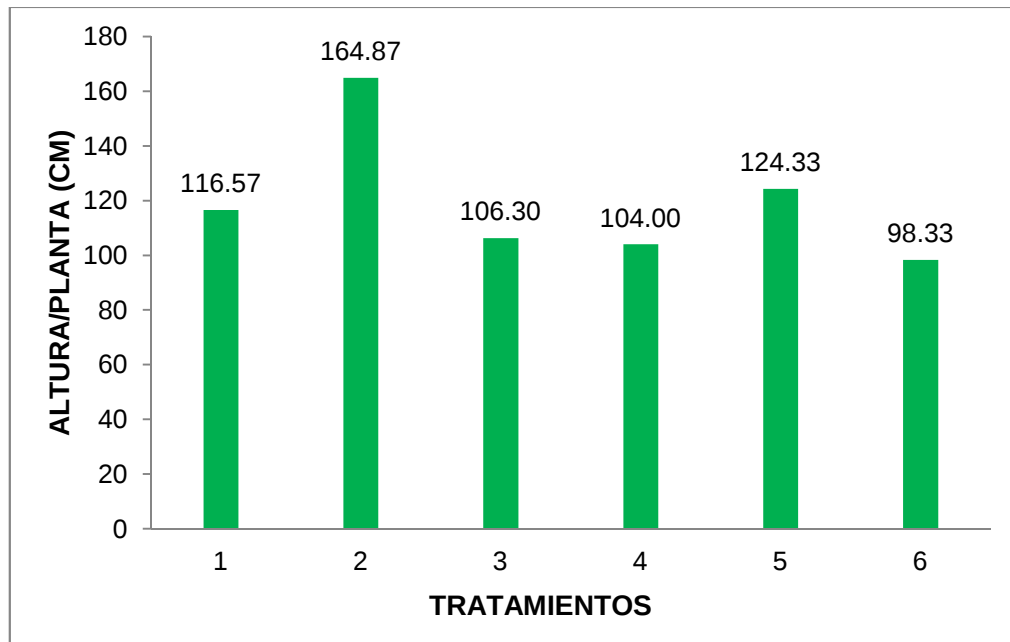


Figura IV.5. Altura de planta (cm) evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.6. Grosor de tallo (cm)

En la Figura IV.6, se puede observar cada uno de los tratamientos, la cual indica que el tratamiento número 2 con cubierta de polietileno tiene un mayor grosor de tallo (0.96), mientras tanto el tratamiento 1 que representa la maya fotoselectiva color azul, presenta un menor grosor de tallo (0.67) probablemente por la cantidad menor de radiación.

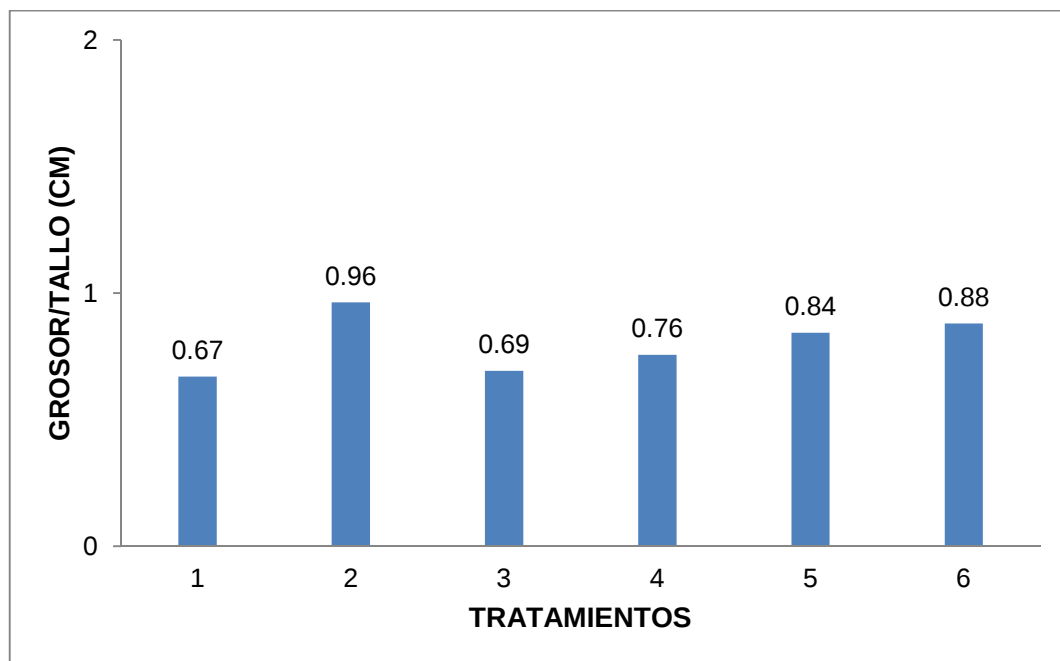


Figura IV.6. Grosor de tallo evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.7. Número Promedio de Estomas por Haz Foliar

En la Figura IV.7, se puede observar que el Tratamiento 6 que es testigo fue el que presentó el mayor número promedio de estomas por haz foliar (11.72), mientras que el tratamiento 3 (6.41) presentó un número promedio de estomas resultando este el tratamiento con el menor número promedio de estomas por haz foliar. Esto puede ser debido a la cantidad de radiación solar, transmitida a través de la cubierta que influyó en esta variable.

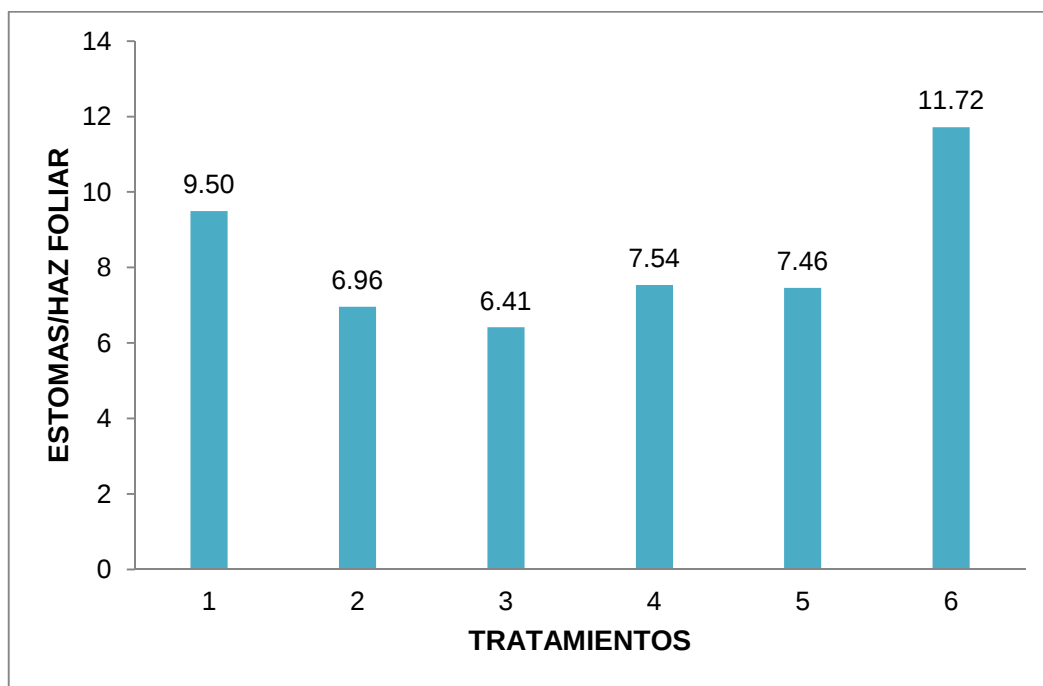


Figura IV.7. Número promedio de estomas por haz foliar evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.8. Número promedio de estomas por envés foliar

En la Figura IV.8, se puede apreciar cada uno de los tratamientos bajo estudio, la cual indica que el tratamiento número 6 tiene un mayor promedio de estomas por envés foliar (16.66), mientras tanto el tratamiento 3, presenta un menor número de estomas por envés foliar (10.04). En esta variable también influyeron las radiaciones transmitidas a través de las cubiertas.

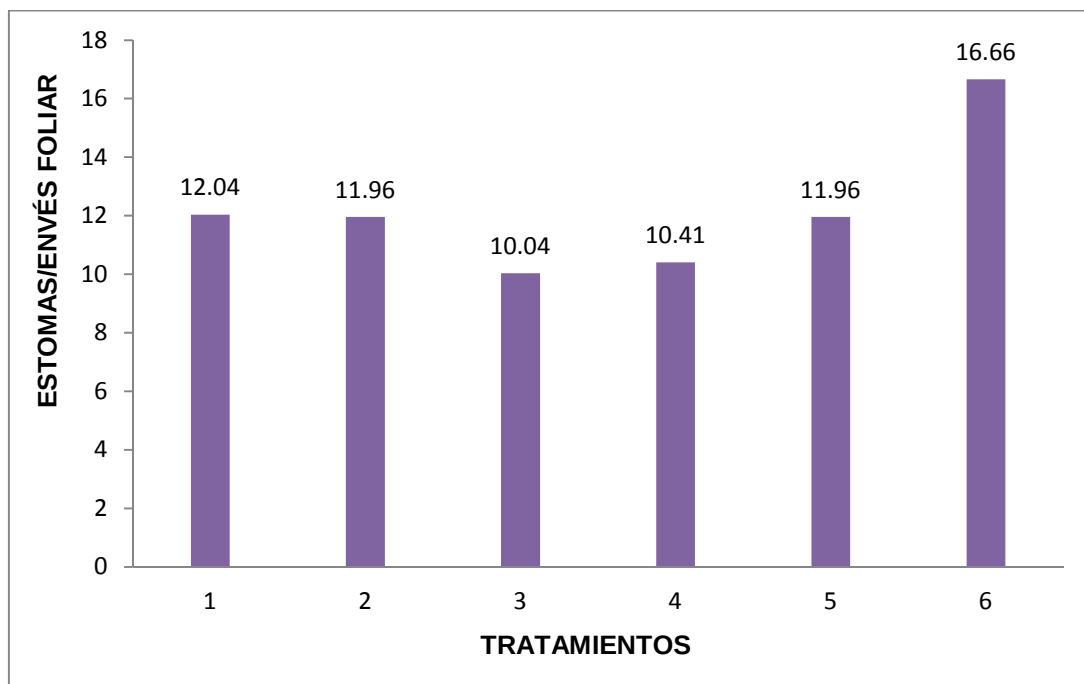


Figura IV.8. Número promedio de estomas por envés foliar evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010

IV.9. Promedio de vasos por haz vascular

En la siguiente figura IV.9, se puede apreciar los tratamientos estudiados, en cual se puede observar, que el tratamiento 4 con (20.43), tiene un mayor número promedio de vasos por haz vascular, siendo lo contrario el tratamiento 6 (11.10). Lo anterior puede ser debido a que la malla fotoselectiva va acumulando y separando el calor, lo cual puede ser consecuencia para la modificación de esta variable.

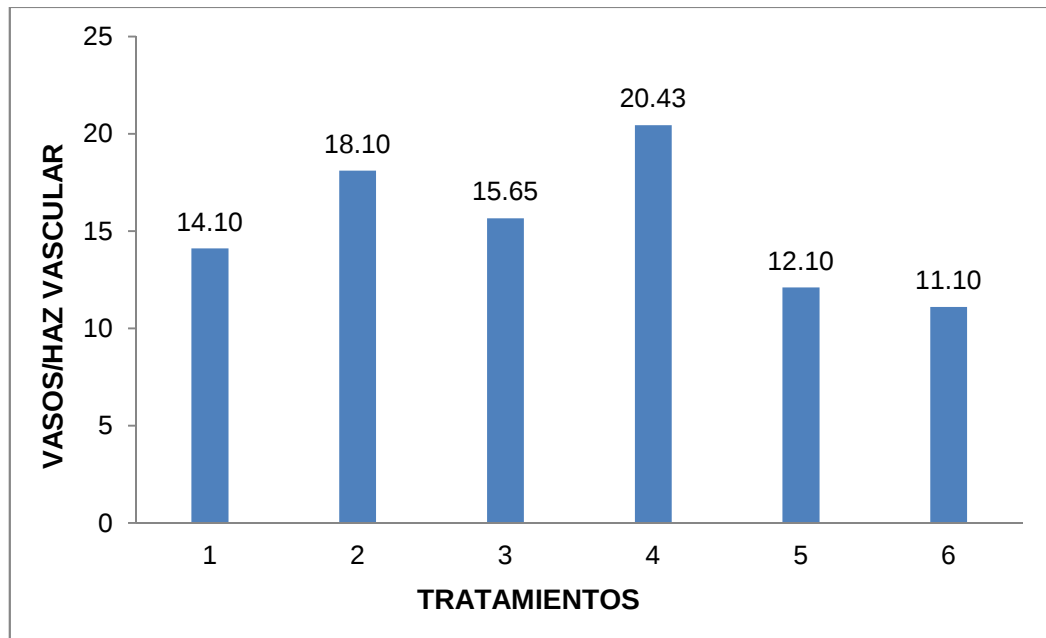


Figura IV.9. Promedio de vasos por haz vascular evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.10. Área de vasos por haz vascular

En la Figura IV.10, se puede apreciar cada uno de los tratamientos, el cual nos indica que el tratamiento número 1 tiene una mayor área de vasos por haz vascular (11797.97), mientras tanto el tratamiento 6, presenta un menor número de área de vasos por haz vascular (9899.45), Área (mm²)/de vasos/haz. En cuanto al efecto de la cobertura de color azul sobre el área de vasos por haz vascular, en este estudio, esta cobertura mostró resultados positivos contra el testigo.

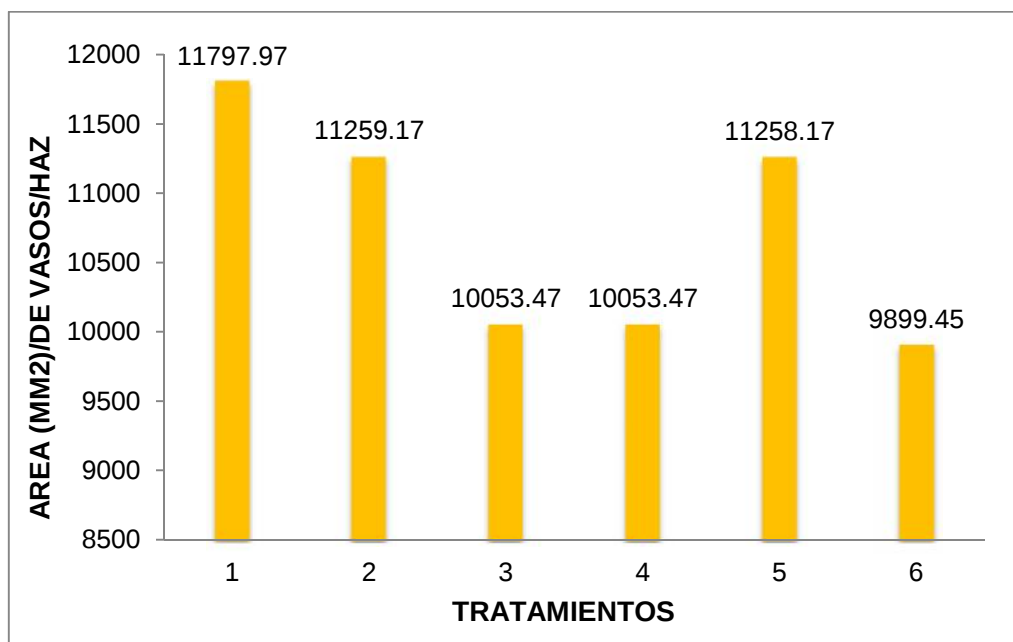


Figura IV.10. Área de vasos por haz vascular evaluados en Saltillo, Coahuila, 2010.

IV.11. Análisis de Correlación Entre Variables Agronómicas

En el Cuadro IV.3, se muestran las correlaciones fenotípicas entre las distintas variables bajo estudio, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.).

En el Cuadro IV.3, se muestran las correlaciones fenotípicas entre las variables bajo estudio en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) desarrollado bajo mallas plásticas fotoselectivas. Se encontraron correlaciones positivas y significativas al $P \leq 0.05$ entre hojas por planta ($r = 0.9672$), área foliar ($r = 0.9631$), altura de planta ($r = 0.8959$), y grosor del tallo ($r = 0.8715$) con frutos por planta y la correlación entre frutos por planta con rendimiento por planta fue positiva y altamente significativo ($P \leq 0.01$) con un valor de $r = 0.9913$.

Los coeficientes de correlación antes presentados indican que el aumento de los valores de HPP, AF, AP y GT influyen sobre el aumento del número de frutos por planta y el aumento de ésta variable contribuye al aumento del rendimiento de fruto por planta. Por lo tanto las variables correlacionadas se pueden utilizar como indicadores indirectos en procesos de selección para el desarrollo de variedades de mayor rendimiento, así como también se pueden utilizar para mejorar la nutrición y manejo del cultivo a fin de mejorar el comportamiento de las variables HPP, AF, AP y GT con la certeza que dicho mejoramiento podrá contribuir al aumento del rendimiento de fruto de pepino.

Una correlación positiva y altamente significativa se presenta entre hojas por planta y rendimiento de frutos por planta con un coeficiente de correlación

de $r = 0.9770$, y una correlación positiva y significativa entre hojas por planta y área foliar (0.9588), así mismo se encontró también una correlación positiva y altamente significativa con altura de planta con $r = 0.9494$, se encontró una correlación alta entre hojas por planta y grosor de tallo con $r = 0.8089$, aunque ésta no es significativa.

Así mismo, el área foliar tiene una correlación positiva y altamente significativa con altura de planta con un coeficiente de correlación de $r = 0.9714$ y la correlación del área foliar con el rendimiento de fruto fue de $r = 0.9860$, indicando que al tener mayor área foliar se puede incrementar el rendimiento de fruto por planta.

Una correlación positiva y altamente significativa se presenta entre altura de planta y el rendimiento de fruto por planta con una $r = 0.9423$, éste comportamiento sugiere que la mejor nutrición puede inducir mayor altura de planta que inducirá mayor rendimiento de fruto.

No se encontraron correlaciones significativas de grosor tallo, número promedio de estomas por haz vascular, número promedio de estomas por envés vascular, promedio de vasos por haz vascular, área de vasos por haz vascular con rendimiento de fruto, en el cultivo de pepino bajo cubiertas de mallas fotoselectivas.

Cuadro IV.11. Correlaciones fenotípicas de variables en pepino evaluados en Saltillo, Coahuila, en el 2010.

	HPP	AF	AP	GT	EHV	EEV	VHV	AVH	RFP
FPP	0.9672	0.9631	0.8959	0.8715	-0.3321	0.0469	0.1825	0.2971	0.9913
HPP		0.9588	0.9494	0.8089	-0.2610	0.0633	0.2169	0.4088	0.9770
AF			0.9714	0.7204	-0.4543	-0.1245	0.2094	0.4998	0.9860
AP				0.6050	-0.4317	-0.1743	0.2760	0.6116	0.9423
GT					0.0865	0.4729	-0.0612	0.0127	0.8043
EHV						0.8950	-0.6045	-0.1147	-0.4042
EEV							-0.6738	-0.1525	-0.0532
VHV								-0.1183	0.2517

RFP = Rendimiento futo/planta (kg); FPP= Frutos por planta; HPP= Hojas por planta; AF= Área foliar; AP= Altura de planta; GT= Grosor tallo; EHV= Numero promedio de estomas por haz vascular; EEV= número promedio de estomas por envés vascular; VHV= Promedio de vasos por haz vascular; AVH= Área de vasos por haz; *, ** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

IV.12. Análisis de sendero en el cultivo de pepino

El análisis de correlación solo estima la relación positiva o negativa entre caracteres, por lo tanto no es una herramienta adecuada para estimar las relaciones indirectas entre variables. Sin embargo Singh y Singh (1973) señalan que la correlación simple no toma en cuenta las relaciones extremadamente complejas, entre varios caracteres que están relacionadas a variables dependientes. En éste sentido Fonseca y Patterson (1968) indican que el análisis de coeficientes de sendero es útil en la partición de asociaciones complejas en efectos directos e indirectos.

Se realizó un análisis de sendero a fin de determinar los efectos directos y efectos indirectos de las diferentes variables bajo estudio sobre la variable dependiente que es el rendimiento de fruto por planta.

Aunque se encontró una correlación positiva y significativa de frutos por planta con el rendimiento de fruto con un valor de $r = 0.9913$, el efecto directo de frutos por planta sobre el rendimiento en realidad es negativo y las mayores contribuciones indirectas hacia rendimiento de fruto son debidas al área foliar y a la altura de planta. Igualmente el número de hojas por planta tuvo un efecto directo negativo sobre el rendimiento de fruto y nuevamente son el área foliar y altura por planta las variables que tuvieron la mayores efectos indirectos al rendimiento de fruto a través de la variable hojas por planta (Cuadro IV.4).

El área foliar es la variable que tiene el mayor efecto indirecto hacia el rendimiento de fruto indicando que dicha variable es de gran importancia para lograr altos rendimientos de fruto, indicando la relevancia en proporcionar una adecuada nutrición o manejo de planta para lograr altos rendimientos de fruto en el cultivo de pepino bajo condiciones protegidas con mallas plásticas como cubierta. Además es posible ver que la altura de planta tiene una contribución indirecta hacia el rendimiento de fruto.

La altura de planta también manifiesta una contribución directa hacia rendimiento de fruto, mientras que el área foliar presenta un efecto indirecto hacia rendimiento de fruto, a través de la altura de planta.

El grosor de tallo tienen un efecto directo negativo sobre el rendimiento de fruto, sin embargo el área foliar y altura de planta tiene efectos indirectos a través de ésta variable.

Aunque el número promedio de estomas por haz vascular tuvo una correlación negativa no significativa con rendimiento de fruto, el análisis de sendero indica que en realidad ésta variable tiene un efecto directo (0.8127) alto sobre el rendimiento de fruto en pepino. Lo anterior confirma la importancia que tienen los estomas en la acumulación de materia seca y sobre todo en el rendimiento de fruto. En cambio el número de estomas por el envés de la hoja no contribuye al rendimiento de fruto.

El número de vasos por haz vascular tuvo un efecto directo bajo sobre el rendimiento, así mismo la correlación entre dichas variables no fue significativa, por lo tanto se puede indicar que dicha variable es de poca importancia en la contribución hacia el rendimiento de fruto en pepino.

El área de vasos de xilema por haz vascular muestra un efecto directo negativo sobre el rendimiento de fruto en pepino, sin embargo el área foliar y altura de planta tienen un efecto indirecto a través del área de vasos de xilema por haz vascular.

Cuadro IV.12. Efectos directos e indirectos de diferentes variables sobre el rendimiento de fruto en pepino evaluados en Saltillo, Coahuila, 2012.

	FPP	HPP	AF	AP	GT	EHF	EEV	VHV	AVH	RFP
FPP	<u>-0.1694</u>	-1.3684	2.2855	0.6852	-0.0163	-0.2699	-0.0111	0.0264	-0.1708	0.9913
HPP	-0.1639	<u>-1.4148</u>	2.2753	0.7262	-0.0151	-0.2121	-0.0149	0.0314	-0.2351	0.9770
AF	-0.1632	-1.3565	<u>2.3731</u>	0.7430	-0.0134	-0.3692	0.0293	0.0303	-0.2874	0.9860
AP	-0.1518	-1.3432	2.3052	<u>0.7649</u>	-0.0113	-0.3508	0.0411	0.0399	-0.3517	0.9423
GT	-0.1477	-1.1444	1.7096	0.4628	<u>-0.0187</u>	0.0703	-0.1115	-0.0089	-0.0073	0.8043
EHF	-0.0563	0.3693	-1.0781	-0.3302	-0.0016	<u>0.8127</u>	-0.2110	-0.0875	0.0660	-0.4042
EEF	-0.0079	-0.0896	-0.2954	-0.1333	-0.0088	0.7273	<u>-0.2357</u>	-0.0975	0.0877	-0.0532
VHV	-0.0309	-0.3069	0.4969	0.2111	0.0011	-0.4913	0.1588	<u>0.1447</u>	0.0680	0.2517
AVH	-0.0503	-0.5784	1.1861	0.4678	-0.0002	-0.0932	0.0359	-0.0171	<u>-0.5750</u>	0.3755

RFP = Rendimiento futo/planta (kg); FPP= Fruto por planta; HPP= Hojas por planta; AF= Área foliar; AP= Altura de planta; GT= Grosor de tallo; EHF= Numero de estomas en el haz foliar; EEV= número promedio de estomas en el envés foliar; VHV= Promedio de vasos de xilema por haz vascular; AVH= Área de vasos de xilema por haz vascular; *, ** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente. Residual = 0.0067.

CONCLUSIONES

El numero promedio de estomas por haz y envés foliar ambas tuvieron la misma respuesta, dado a que el mismo tratamiento que fue el número 6 en ambos datos presento un mayor número en promedio y el tratamiento 3 presento el menor número promedio de estomas de haz y envés ser el número menor.

Las variables frutos por planta, hojas por planta, área foliar y altura de planta presentaron correlaciones positivas y altamente significativas con rendimiento de fruto, sin embargo el análisis de sendero muestra que el área foliar y altura de planta son las variables que también tienen efectos directos altos y positivos hacia el rendimiento de fruto en el cultivo de pepino.

Los frutos por planta y el número de hojas por planta aunque presentan una correlación positiva y significativa con rendimiento de fruto, en realidad presentan efectos directos negativos hacia rendimiento de fruto, el valor positivo y significativo de la correlación de éstas variables con el rendimiento de fruto, es debido a efectos indirectos del área foliar y la altura de la planta.

Aunque el número de estomas en el haz de la hoja presenta una correlación negativa con rendimiento de fruto, el número de estomas tienen un efecto directo alto y positivo sobre el rendimiento de fruto.

LITERATURA CITADA

- Baradas, M. W. (1994). Crops requirements of tropical crops. In: Handbook of agricultural meteorology. New York, USA: J. F. Griffiths. Oxford University Press, 189-202 p.
- Benacchio S. S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano. FONAIAP-CNIA. Maracay, Venezuela, 202 p.
- BHATT, G.M. 1973. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of the character association. Euphytica (Holanda). 22(2):338-343.
- Calixto, C. N., J. D. Molina G. y A. Hernández S. 1976. Detección de caracteres determinantes del rendimiento de grano, mediante índices de selección, coeficientes de sendero y regresión lineal múltiple. Tesis de M.C. Colegio de Posgraduados, México.
- Cano, Z. J.J. 2005. Agroproductos y Servicios Orgánicos de Uruapan.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Colección Fenix. U.A. Chapingo. Chapingo, México.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2003. Guía técnica de pepino *Cucumis sativus*. Guía técnica No. 17. La libertad, El salvador.
- Cruz, C.D. y A.J. Regazzi. 1997. Modelos biométricos aplicados al mejoramiento genético. 2ª ed. Ediciones Universidad Federal de Vicosa. Vicosa, MG, Brasil. 390p.
- Dávila et al., 1998 Regresión, correlación y análisis de sendero para predecir la floración en cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

- Destenave, J.C. 2007. La producción de cultivos en invernaderos la mejor alternativa para invertir en México. El Campo Avanza. Órgano Informativo de la Secretaría de Fomento Agropecuario. 2: 9.
- Espitia, M.; Armendáriz, H.; Cadena. J. 2008a. Correlaciones y análisis de sendero en algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en el caribe colombiano. Rev. Fac. Nal. Agronomía (Colombia). 61(1):4325-4335.
- FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2007). <http://apps.fao.org/faostat> consulta de base de datos de producción mundial y comercio internacional de pepino.
- Fonseca, S. And F.L. Patterson 1968. Yield component heritabilities and interrelationship in winter wheat (*Triticum eastivum* L.) Crop Sci. 8 (5) 614 - 617.
- Gálvez H F .2004. El cultivo de pepino en invernadero, Editor Manual de Producción Hortícola en Invernadero, 2a ed. R J Castellanos (ed). INTAGRI. Celaya, Gto. México. pp:282-293.
- Garza, M.; Molina, M. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el Estado de Nuevo León. SAGARPA, México. p. 183.
- Grijalva, R.L.; Robles, F. 2003. Avances en la producción de hortalizas en invernaderos. Publicación Técnica No. 7. INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora. México. 14-18.
- HABIB, H.; SADAQAT, S.; ASHFAQ, M.; AHMAD, R. 2007. Genetic association and path analysis for oil yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Internal. J. Agr. & Biology (Pakistan). 9(2):359-361.
- Khan, M. A., Sadaquat H. A. y Tariq M. 1991. Path Coefficient analysis in cotton (*Gossypium hirsutum*) Journal Agric Pakistan V. 29 (2) 177-183.

- Martínez-Gil, F. (1995). Elementos de Fisiología Vegetal. MP. México.
- Mc. Giffen, M. E., Pantone D. J. y Masiunas, J. B. 1994. Path analysis of tomato yield in relation to competition with black and eastern black nightshade (*Solanum nigrum*) Amer Soc. For Horticulture Sci. Journal 119 (1) 6-11
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la influencia inmediata a la UAAAN.
- Mendoza, M. 1990. Estudio de coeficientes de sendero y correlaciones fenotípicas en cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) Tesis, UAAAN, Saltillo Coahuila.
- Mishra, A. C., Singh R.V. y Ram H. H. 2002. Path coefficient analysis in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes under mid hills of uttaranchal. Veg. Sci. India V. 29/7 71-74.
- Mosqueda V.R. y J. Molina G. 1974. Estudio de caracteres correlacionados y análisis de componentes de rendimiento empleando coeficientes de sendero en Carica papaya L. Agrociencia 11:3-4
- Orona, C.F. 1994 Estimación de heterosis y coeficiente de sendero para rendimiento y sus componentes en arroz (*Oryza sativa* L.) Tesis Maestría UAAAN, Saltillo Coahuila.
- Mc. Giffen, M. E., Pantone D. J. y Masiunas, J. B. 1994. Path analysis of tomato yield in relation to competition with black and eastern black nightshade (*Solanum nigrum*) Amer Soc. For Horticulture Sci. Journal 119 (1) 6-11
- Muñoz V. 1972. El cultivo de pepino. INIA. Chapingo, México. Novedades hortícolas.
- Rodríguez Suppo, Florencio. 2005. Fertilizantes. Nutrición vegetal (Cuarta reimpresión). AGT Editor S.A: México

- Rodríguez C., E. 1986. El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) en hidroponía bajo el sistema de grava con subirrigación. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. 92 p.
- Salisbury, F.B. y Ross C.W. (1994) Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Samonte, S. O., L. T. Wilson and A.M. Mc Clung 1998. Path analysis of yield and yield- related traits of fifteen diverse rice genotypes. Crop Sci. 38 (5) 1130-1136.
- SAS Institute. 2001. PROC user's manual, version 6th ed. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- SIAP-SAGARPA (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). SAGARPA, México, 2010.
- Sindhu, J.S. 1973 Correlation in paddy. Indian J. Genetic plant Breeding 33 (3): 314-318.
- Singh, M. and R. K. Sing 1973. Correlation and Path - coefficient analysis in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Indian Journal Agric. Sci, 43 (5): 455-458
- SQM. 2006. <http://www.kno3.org/es/product-features-a-benefits/roles-of-n-and-k-in-plant-nutrition>.
- Srivastava, L.S. and S.C.P. Sachran 1973. Genetics Parameters, correlation coefficient an path – coefficient analysis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Indian Agric. Sci. 43 (6): 604-607.
- Vencovsky, R. and P. Barriga. 1992. Genética biométrica de fitomejoramiento. Sociedad Brasileira de Genética, Brasil. 496 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.

Willman, M. R., F. E. Bellow, R.J. Lambert, A.E. Howey and D.W. Mies. 1987. Plant traits related to productivity of maize. I Genetic variability, environmental variation, and correlation with grain yield and stalk lodging. Crop Sci. 27(6): 1116-1121.

Valdez L. A. 1998. Producción de hortalizas. Noriega editores. México. D.F.

Ariel Ruiz Corral, Guillermo Medina G., Irma Julieta González a., Ceferino Ortiz T., Hugo E. Flores L., Ramón Martínez P. Y Keir F Byerly M. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Dic 1999.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

Food and Drug Administration (FDA). <http://www.fda.gov/>

Happyflower 2011. http://www.happyflower.com.mx/Guia/05_Fertilizantes.html

Monografía de Pepino. Portal Veracruz <http://portal.veracruz.gob.mx>

Red de Oficinas Económicas y Comerciales de España en el Exterior. Consulta de base de datos de información sobre mercados exteriores y oportunidades comerciales <http://www.oficinascomerciales.es>

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesca, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio, SAGARPA Consulta de indicadores de producción Nacional de pepino www.siap.sagarpa.gob.mx

Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados. Consulta de precios de Pepino. <http://www.economia-sniim.gob.mx>

Trade Map. Trade Statistics for International Business Development
<http://www.trademap.org>

www.trademap.org (070700) Fracción arancelaria “Pepinos y pepinillos frescos o refrigerados”.