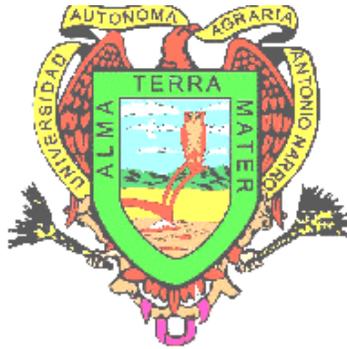


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



Reducción del daño por bajas temperaturas mediante el uso de un polímero comercial en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) producidas bajo invernadero.

POR:

OSCAR CRUZ JULIÁN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2004

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Reducción del daño por bajas temperaturas mediante el uso de un polímero comercial en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) producidas bajo invernadero.

PRESENTADA POR:

OSCAR CRUZ JULIÁN

**Que se Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial para Obtener el Titulo de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PhD. Alfonso Reyes López.

ASESOR PRINCIPAL

M.C Alfonso Rojas Duarte.

SUPLENTE

M.C. F. Javier Valdés Oyervides.

SINODAL

M.S Humberto Macias Hdz.

SINODAL

M.C. Arnoldo Oyervides García

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Marzo de 2004

DEDICATORIAS

A **Dios** por brindarme la oportunidad de vivir, por los padres que me has dado, por los hermanos que en unión formamos una gran familia. Que aunque yo no tuve oportunidad de escoger a ninguno de ellos: te doy gracias por permitirme existir y caminar al lado de ellos. Por mi esposa a quien si permitiste que yo escogiera, y por mi hija quien vino a iluminar mi camino y a enseñarme que en la vida hay que dar todo por los demás. **GRACIAS DIOS.**

A mis padres: **Hilario Cruz Enríquez (†) Guadalupe Julián Domitila:** por darme la oportunidad de vivir. A ti madre por tus grandes consejos y por que siempre estuviste conmigo cuando más te necesitaba, y por que eres una persona a quien admiro mucho, por tu fortaleza para con la vida, tu sencillez y tu gran fuerza de voluntad para realizar las cosas.

A mis hermanos (as): todos: en especial a **Mario, Adrián, Miguel, Eulalio y Angel;** por su gran apoyo para mi preparación profesional, por sus consejos y sobre todo por que sin que nadie los llamara y sin tener una responsabilidad de padre, se acercaron y me brindaron su ayuda sin condición alguna.

A ti **Sandy** por tu gran amor, por tu compañía, por que supiste comprenderme cuando lo necesitaba, por que estuviste conmigo en los momentos mas difíciles y compartiste conmigo alegrías y momentos amargos, por que a tu lado aprendí muchas cosas de la vida y sobre todo por la pequeña hija que me diste. Te amo.

A ti **Yoselin:** por que cuando te tuve en mis brazos por primera vez sabia que nos traerías alegrías, y desde ese momento comprendí que tenia un motivo mas para existir, para terminar de prepararme y sobre todo para compartir la

vida contigo y verte crecer. Gracias hija por iluminarme la vida. Te quiero mucho pequeña.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por permitirme la oportunidad de prepararme profesionalmente, por las personas que puso en mi camino y que me brindaron su apoyo en mi preparación y sobre todo por permitirme culminar mis estudios, ya que otros no tiene esa dicha. Gracias Dios mío.

A MI “ALMA” “TERRA” “MATER”:

Por abrigarme en tus aulas y haberme dado la oportunidad adquirir el conocimiento que ahora llevo, por darme la oportunidad de culminar mis estudios. Así mismo al Departamento de Horticultura y a todos los maestros que lo conforman gracias por intervenir en mi formación profesional e impartir una profesión humilde.

*Al **PhD. Alfonso Reyes López**, al cual admiro y respeto, por haber confiado en mi para la realización de este trabajo, por haberme apoyado facilitándome todo el material requerido, por todas sus asesorías, sugerencias y consejos.*

*Al **M.C. Alfonso Rojas Duarte**, por haberme asesorado, por sus sugerencias y por su buena disposición en participar en la realización de este trabajo.*

Al M.C. Francisco Javier Valdés Oyervides, por su disposición en la asesoría de este trabajo así como sus sugerencias y opiniones para la culminación de este trabajo.

Al M.S. Humberto Macias Hernandez, por su disposición en la asesoría de este trabajo así como sus sugerencias y opiniones para la culminación de este trabajo.

Al M.C. Mildred Inna Marcela Flores Verastegui, por su buena disposición, apoyo, por sus sugerencias y por sus buenos consejos para la realización de este trabajo.

Y HA TODOS MIS COMPAÑEROS DE LA XCVI GENERACION DE LA ESPECIALIDAD DE HORTICULTURA, POR BRINDARME SU APOYO, AMISTAD, Y SOBRE TODO POR SER LOS MEJORES AMIGOS. GRACIAS A TODOS. Y SUERTE EN TODO LO QUE EMPRENDAN.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPOTESIS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Origen e historia del cultivo.....	4
Características botánicas.....	5
Raíz.....	5
Tallo.....	5
Flor.....	5
Fruto.....	6
Producción de plántula.....	6
Calidad de la plántula.....	7
Polímeros.....	8
Definición de polímero.....	8
Estrés por bajas temperaturas.....	10
Definición de temperatura.....	10
Definición de estrés.....	11
Daños por bajas temperaturas.....	12
La perlita.....	14
Definición de perlita.....	14
Tipos de perlita.....	14
Ventajas de la perlita.....	15

MATERIALES Y METODOS.....	16
Ubicación del área experimental.....	16
Localización geográfica.....	16
Descripción del área experimental.....	16
Clima.....	16
Suelo.....	17
Características del invernadero.....	17
Descripción del material utilizado.....	17
Material de campo.....	17
Material vegetativo.....	18
Material de laboratorio.....	18
Sustancias.....	18
Descripción del polímero utilizado (Agrofilm AP).....	19
Descripción de tratamientos.....	20
Diseño experimental.....	21
Establecimiento del experimento.....	21
Lavado de charolas.....	21
Preparación de camas flotantes.....	21
Siembra del cultivo.....	22
Actividades realizadas durante el experimento.....	22
Metodología seguida para aplicación de tratamientos.....	23
Variables evaluadas.....	23
Altura y longitudes.....	23
Peso fresco.....	24
Peso seco.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
longitud total.....	25
longitud de raíz.....	26
longitud aérea.....	27

peso fresco total.....	29
peso fresco raíz.....	30
peso fresco aéreo.....	31
peso seco total.....	33
peso seco raíz.....	34
peso seco aéreo.....	35
CONCLUSIONES.....	37
LITERATURA CITADA.....	39
APENDICE	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Composición de la solución nutritiva Hoagland	18
3.2	Arreglo de temperaturas y tiempos a que se sometieron las charolas	21

INDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
4.1	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable longitud total.	25
4.2	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable longitud raíz.	26
4.3	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable longitud aérea.	27
4.4	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco total.	29
4.5	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco raíz.	30
4.6	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco aéreo.	31
4.7	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco total.	33
4.8	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco raíz.	34
4.9	Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco aéreo.	35

RESUMEN

El presente trabajo se llevo acabo en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que se ubica en Buenavista, al sur de Saltillo estado de Coahuila, entre las coordenadas $25^{\circ} 23' 42''$ de latitud norte y $100^{\circ} 50' 57''$ de longitud oeste, a una altitud de 1742 msnm, con una temperatura media anual de 18°C y una precipitación media de 365 mm al año. El propósito del trabajo fue evaluar la efectividad de un polímero como posible reductor del daño provocado por frío en plántulas de tomate, sometiendo a las plantas a temperaturas bajas y por diferentes tiempos. El establecimiento del experimento se realizo el día 20 de agosto del 2003. Sembrando un total de 12 charolas de 200 cavidades y en cada charola se pusieron 5 tratamientos. Los tratamientos por charola fueron los mismos. El T1 (testigo), T2 (antitranspirante comercial), T3 (polímero), T4 (polímero), T5 (polímero). Los tiempos y temperaturas a que se sometieron las charolas quedo de la siguiente manera: charola 1 a una T° de $5^{\circ} \text{C} / 1 \text{ hr}$. Charola 2 a una T° de $12^{\circ} \text{C} / 1 \text{ hr}$. Charola 3 a una T° de $7^{\circ} \text{C} / 1 \text{ hr}$. Charola 4 a una T° de $5^{\circ} \text{C} / 2 \text{ hr}$. Charola 5 a una T° de $12^{\circ} \text{C} / 2 \text{ hr}$. Charola 6 a una T° de $7^{\circ} \text{C} / 2 \text{ hr}$. Charola 7 a una T° de $5^{\circ} \text{C} / 3 \text{ hr}$. Charola 8 a una T° de $12^{\circ} \text{C} / 3 \text{ hr}$. Charola 9 a una T° de $7^{\circ} \text{C} / 3 \text{ hr}$. Charola 10 a una T° de $5^{\circ} \text{C} / 4 \text{ hr}$. Charola 11 a una T° de $12^{\circ} \text{C} / 4 \text{ hr}$. Charola 12 a una T° de $7^{\circ} \text{C} / 4 \text{ hr}$. La aplicación de los tratamientos se realizo el 28 de septiembre del 2003, y posteriormente se sometieron al estrés de frío. Luego se llevaron al invernadero y ahí se dejaron para observar el efecto y evaluar las longitudes de planta, raíz y parte aérea, así como biomasa seca y fresca. Se tomaron 4 muestras cada 5 días, sacando un total de 5 plántulas / tratamiento y se midieron las variables mencionadas. El diseño que se utilizo para análisis de datos fue un arreglo trifactoria el un completamente al azar. Tomando como factor a (tiempo), factor b (temperatura) y factor c (tratamientos). Los resultados que se obtuvieron fue que el polímero si reduce el estrés por frío y que influye posteriormente en la dinámica y crecimiento de la plántula. Los mejores resultados que se obtuvieron para las variables son; en

altura de planta (total, raíz y aérea), la dosis del polímero que mostró un mejor comportamiento fue de 10ml/lt.

En el caso de la biomasa fresca (total, raíz y aéreo); la dosis de Agrofilm que generó un incremento en peso fue la de 40 ml/lt. Para la biomasa seca (total, raíz y aérea); la dosis del polímero Agrofilm que mostró mejores pesos fue la dosis de 40 ml/lt. Igual que en las Variables de peso fresco.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en nuestro país en la producción de hortalizas especialmente el tomate a cobrado un gran auge, aumentando la superficie sembrada, divisas generadas y mano de obra requerida, en base a ello estamos obligados a generar tecnologías propias y adecuadas para elevar nuestra competitividad con los demás países productores y ganar nuevos mercados para mantener e incrementar estas estadísticas (Bancomext, 2003).

A nivel mundial el tomate ocupa el segundo lugar entre las hortalizas; Nacionalmente es el más importante tanto para la generación de empleos como por la aportación de divisas derivadas de las exportaciones (Arrellanó y Gutiérrez, 2003).

Mundialmente se producen 84, 412, 578.46 toneladas de tomate, donde México se ubica en el décimo lugar como país productor de este cultivo. La producción nacional en la última década (1991-2000), fue de 19 millones de toneladas, donde el 70 % de la producción se concentro en los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luis Potosí y Michoacán, (Sánchez *et al*, 2003).

Sin embargo en la producción de plántulas de tomate, existe una gran problemática por ejemplo; no se cuenta con instalaciones tecnificadas que garanticen el éxito de esta actividad. El uso de invernaderos ha tenido mucha

importancia en la producción de plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y de Chile (*Capsicum annuum* L) (Samaniego *et al*, 2002).

Aun y cuando la producción mundial de plántulas ha seguido creciendo y ha evolucionado notablemente a medida que ha avanzado la tecnología en los productos, equipos usados y el conocimiento del comportamiento de las plantas. Los esfuerzos de la investigación actual están orientados a mejorar la calidad y uniformidad de las plántulas y a evitar pérdidas en la producción, con la combinación de ambas cosas. Los productores han rebasado la etapa de conocimiento de los factores que determinan la producción vegetal; por lo que ahora están aprendiendo las nuevas tecnologías para modificar dichos factores y obtener plantas de calidad con las especificaciones deseadas (Koranski, 2003).

Dentro de las nuevas investigaciones de los últimos años sé esta estudiando la eficiencia en cuanto al uso de polímeros dentro de la agricultura, pero el empleo de estos a sido mayormente en sustratos para reducir el estrés hídrico, ya que los polímeros son moléculas que retiene gran cantidad de agua que van liberando lentamente.

Por lo anterior el presente trabajo de investigación se planteo con el propósito de probar la efectividad de un polímero de origen orgánico aplicado foliarmente, como reductor del estrés hídrico provocado por bajas temperaturas, considerando lo siguiente:

OBJETIVOS.

1. Determinar la viabilidad del uso del polímero comercial (Agrofilm AP) como posible reductor del estrés hídrico provocado por bajas temperaturas en la producción de plántulas de tomate bajo invernadero.
2. Determinar el efecto del polímero comercial (Agrofilm AP), sobre la dinámica de crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate bajo invernadero, después de ser sometidas a un estrés por bajas temperaturas.

HIPOTESIS.

La aplicación foliar del polímero comercial, reduce el estrés hídrico en plantulas de tomate, provocado por bajas temperaturas.

REVISION DE LITERATURA.

Origen e historia del cultivo.

El tomate es una planta originaria del Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varias formas silvestres. Al principio su uso fue como planta de ornato, no fue que hasta el año de 1890 que se extendió el cultivo usándolo como alimento humano (Anderlini, 1979).

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del tomate, dejando atrás a los otros dos países, este hecho es ampliamente aceptado en el mundo científico, ya que la utilización de formas domesticadas en el país, tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y ampliados como alimento por las culturas indígenas que habitaban en la parte central y sur de México (Centeno, 1986).

El tomate de los aztecas era una forma de *Physalis*, y una especie de *Lycopersicon* probablemente cerasiforme, bilocular, el término "tomate" fue utilizado desde 1695 por los viajeros botánicos, quienes lo tomaron de las palabras "xitotomate" o "xitomate" con las cuales los aztecas designaban a esta hortaliza (Anderlini, 1979).

Características Botánicas.

Raíz

El sistema de raíces es fibroso y robusto, pudiendo llegar hasta 1.8m de profundidad (Valadez, 1998).

Tallo

El tallo es dicotómico de 0.4 a 2.0 m de altura, cilíndrico y posteriormente anguloso de consistencia herbácea a algo leñosa (Pérez *et al.*, 1997).

Las hojas son grandes, compuestas de 7 a 9 folíolos con bordes dentados, de diferentes tonos de color verde en el haz y el envés de color grisáceo, de distintas formas, según la variedad. En las axilas de las hojas, se forman las yemas que producen los tallos secundarios. La disposición de las hojas sobre el tallo es de forma alterna, (León y Arosamena, 1980).

La iniciación de las hojas se produce a intervalos de 2.3 días, en función de las condiciones ambientales. En general, la producción de hojas y primordios florales aumenta con la irradiación del día y con la temperatura, siendo constantes cuando las condiciones ambientales también son constantes (Kinet, 1977).

Flor

Las flores son amarillas se originan en las axilas de las hojas, compuesta de 6 sépalos, el ovario es súpero, con 2 a 10 carpelos, el estigma es corto y las anteras alargadas que envuelven al estigma y al estilo lo que evita la

polinización cruzada. Se presenta de 4 a 8 flores en cada inflorescencia compuesta, una planta puede producir 20 o más inflorescencias.

El tomate, es una planta hermafrodita, la polinización es autogama en 95 –99 %, la polinización cruzada se presenta de un 0.5 a un 5.0 %, por medio de insectos (Pérez *et al.*, 1997).

Fruto

El fruto es una baya lisa de forma deprimida alargada y globular, redondeada, periforme de tamaño variable; de color rojo, rosada o amarillenta dependiendo de la manifestación del licopeno y caroteno, los frutos amarillos contienen caroteno y xantofilas y el color rojo se debe al pigmento del licopeno. El fruto tiene un diámetro de 3 a 16 cm, siendo su diámetro comercial aproximado de 10 cm, el número de lóculos va de 2 a 30 (Nuez 1999).

Leñano (1978), Menciona que existen muchos caracteres que se utilizan en la clasificación del tomate, sin embargo el fruto es uno de los más importantes para la clasificación. La forma del fruto es redonda y lisa, alargada, redondo y lobular, achatado semejando a peras (Leon y Arosamena, 1980).

Producción de plántulas.

En las especies hortícolas existen algunas que forzosamente se deben sembrar de manera definitiva en el terreno donde crecerán hasta culminar su ciclo. Mientras hay algunas que son capaces de tolerar el trasplante, se siembran en un terreno denominado almácigo o platero. Las plántulas pueden permanecer ahí de 1 a 3 meses según la especie, y una vez que ha llegado al

tamaño deseado, son arrancadas y llevadas al terreno definitivo donde terminaran su crecimiento hasta la cosecha.

Así pues, un almácigo es un pequeño pedazo de terreno, que se selecciona por sus buenas características para producir allí, para plantar varias hectáreas. Al ser una superficie muy reducida, permite al agricultor prever sus cuidados, además de ahorrar semilla, agroquímicos, mano de obra, terreno y tiempo (Loustalot, 1998).

La producción de plántulas en invernadero para trasplante crece y se desarrolla rápidamente. La tradicional siembra directa esta siendo sustituida por la trasplantación de plántulas en invernadero, que ha probado su eficiencia al disminuir los costos de producción e incrementar los rendimientos de las cosechas.

La inversión requerida para producir plántula para trasplante en invernadero ha sido la razón principal por lo que esta técnica no se ha desarrollado como debería. Pero los ahorros y oportunidades que pueden presentar en costos de producción y tiempo, hacen necesaria su adopción ya sea comprándolas o produciéndolas (Martínez, 1998).

Calidad de plántulas.

En la utilización de insumos de calidad (fertilizantes, plaguicidas, semillas certificadas, substratos, fitorreguladores apropiados, etc.), y manejo adecuado (control de plagas, enfermedades, ventilación, iluminación, fertirriego, sistemas de riego, altura uniforme, tallo fuerte, consistencia al transporte, etc.), permitirán al final obtener plántulas de más alta calidad, e ahí el éxito de la producción de plántulas (Minero, 1998).

Las siguientes variables agronómicas tales como el área foliar, peso seco de la planta, diámetro del tallo, salud radical y color del follaje, son los criterios para evaluar el vigor de plántulas de tomate (Navarrete *et al.*, 1997).

Dumas (1990), encontró fuerte correlación entre peso seco de brotes y área foliar: reparto de materia seca entre brotes y raíces indica la capacidad competitiva de regiones de demanda y el estado fisiológico de la planta de tomate.

Polímeros.

Definición de polímero.

Billmeyer (1975), cita que un polímero, es una gran molécula constituida por la repetición de pequeñas unidades químicas, simples en algunos casos. La repetición es de forma lineal semejante a una cadena que la forman sus eslabones.

Evans *et al.* (1990), señalaron que los polímeros pueden absorber grandes porciones de agua destilada (tanto como mil veces su peso), pero las aplicaciones en el campo muestran que la hidratación excede raramente 400 a 500 veces su peso (g/g) debido al nivel de salinidad en la mayoría de las fuentes de agua. Como la concentración de los iones aumenta, la cantidad de hidratación del polímero disminuye. El tamaño de la partícula varía de 5 micras a 2 mm para un número específico y entre diferentes tipos de polímeros.

Jonhson y Veltkmap (1985), reportaron que la mayoría de los polímeros específicos para la industria hortícola son fabricados considerando los siguientes criterios; la capacidad de retención, la porosidad del suelo, la posibilidad de sobrevivencia en el transplante, el porcentaje de germinación, así como la disminución del efecto de la compactación del suelo en el crecimiento de las plantas.

Los polímeros se degradan perdiendo del 10 al 95 % de su actividad cada año. La degradación de los hidrogeles es debido a la acción de microorganismos, así como la modificación de la estructura física con el tiempo y la descomposición química.

En una prueba realizada para evaluar la efectividad de complejos de poli ácido acrílico y quitosan de peso molecular 15,000 (PQ15) y 100,000 (PQ) en plántulas de lechuga y cebolla aplicados foliarmente. Se verificó el crecimiento postransplante así como la sensibilidad relativa de las plántulas al déficit de agua. En las plántulas no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos antes de la aplicación del estrés. En cambio, después de aplicar el estrés hídrico fue notable mayor biomasa en las plantas tratadas con PQ15, mientras que las tratadas con PQ fueron menores (Benavides, 2002).

En otro trabajo de investigación donde se evaluó un polímero (polímero acrílico quitosan) en tomate se reporto que para la biomasa fresca de raíz se tuvo un incremento, no así para el peso aéreo que no se vio afectado. Sin embargo en la biomasa fresca si se ven afectadas positivamente al mostrar un incremento en peso. Para el caso de la altura de planta reporta que

estadísticamente son iguales, pero observo en el campo que las tratadas con polímero muestran mayor altura. (Ramírez, 2001).

Lo anterior mencionado en cuanto a la altura de planta coincide con lo que reporto Rivera (2001), donde menciona que al aplicar un complejo de Gipan y Vpk en el sustrato y en forma foliar en plántulas de tomate, encontró que la altura de las plantas no se ve afectada.

Sin embargo Solis (2000), evaluó la efectividad de un polímero biodegradable para la producción de plántulas de tomate. Reporto que si hay incremento en biomasa fresca seca y alturas de planta.

Penagos (2002), corrobora lo anterior al evaluar la efectividad de aplicación de espumas hidrofílicas y poliacrilamida y encontró que aumentan la biomasa fresca, la biomasa seca en plántulas. Así como también se ve afectada positivamente la altura de planta.

Estrés por bajas temperaturas.

Definición de temperatura.

La temperatura es una expresión que indica el promedio de energía cinética de las moléculas de un cuerpo, siempre en referencia a un estándar. La escala Celsius o temperatura, marca como estándares el punto de congelación y el punto de ebullición del agua pura al nivel del mar (Gordon y Barden, 1979).

Definición de estrés.

Se ha definido el estrés como una desviación significativa de las condiciones óptimas para la vida. Como respuesta a dicha desviación se inducen cambios en todos los niveles funcionales del organismo, pudiendo ser dichos cambios reversibles o permanentes. El significado literal de la palabra “estrés” es restricción (lt. *stringere*) o fuerza que empuja deformando un cuerpo. Para los físicos el estrés es la tensión interna de un material o estructura frente a una fuerza externa que potencialmente puede causar extensión o compresión.

En el área biológica el término estrés ha adquirido una connotación más amplia, refiriéndose tanto a los estímulos ambientales que se apartan de los rangos óptimos como al estado fisiológico que se observa en el organismo como consecuencia de los estímulos ambientales negativos (Larcher, 1995).

Sin embargo, el uso correcto del término debe circunscribirse a la descripción del estado del organismo. Partiendo de lo anterior, la definición de **estrés** que se utilizará en este escrito es: “conjunto de respuestas bioquímicas o fisiológicas que definen un estado particular del organismo diferente al observado bajo un rango de condiciones óptimas”. El estrés ambiental es una fuerte restricción para el aumento de la productividad y de la extensión de los cultivos. Se estima que únicamente un 10% de la superficie de tierra arable se encuentra libre de estrés. Cerca del 20% de la tierra presenta algún tipo de deficiencia o toxicidad mineral, 26% es afectada por estrés de sequía y 15% por congelación (Blum, 1988).

Incluso bajo condiciones de producción protegida como invernaderos y túneles se presentan eventos de estrés biótico o abiótico que disminuyen la productividad y calidad de los cultivos. Los intentos para disminuir un estrés, o

para mejorar la resistencia o la adaptación de las plantas a dicho estrés, tendrán mayor alcance si se entiende el trasfondo fisiológico y bioquímico sobre el cual transcurren las respuestas de las plantas. Con ello es posible desarrollar estrategias de manejo razonables para disminuir las pérdidas debidas a las distintas clases de estrés.

Aún si la condición de estrés es temporal, es normal que la vitalidad de la planta se vea disminuida entretanto se realizan los ajustes requeridos para la nueva situación. Si el estrés es demasiado intenso o si el período de acción es demasiado largo entonces los daños latentes se transforman en daño irreversible que puede afectar a la planta entera o partes de la misma.

Daño por bajas temperaturas.

Hay diversos factores ambientales que afectan la fisiología de los vegetales y la temperatura es uno de los mas importantes. Por ello, desde tiempos remotos los investigadores han dedicado gran parte de su esfuerzo en estudiar y comprender los efectos de la temperatura en los procesos vitales de las plantas.

Las plantas son organismos poiquilotémicos, es decir cuya temperatura depende de la del ambiente, que responden en forma completamente diferente cuando se encuentran expuestos a cambios en la temperatura. Por otra parte, las temperaturas extremas son importantes en la producción comercial de cultivos. Así, temperaturas bajas pueden dañar a la planta por frío o por congelamiento y las temperaturas altas pueden ocasionar un choque de calor. Los resultados pueden ser tan dañinos que las plantas mueren.

En el daño por frío, se incrementa el rompimiento de proteínas y enzimas y la permeabilidad de la membrana (se pierde la semipermeabilidad de la membrana y frecuentemente aparece un verde más intenso y anegamiento ligero en agua).

En el daño por congelación se presenta un daño celular directo. Cuando el congelamiento es rápido se forma hielo en el citoplasma y hay ruptura celular.

Cuando el congelamiento es lento se forma hielo en la pared celular y el citoplasma se deshidrata. También, se presenta desecación, daños a la corteza, rompimiento físico y quemaduras de sol.

El concepto de estrés por frío, tiene una gran importancia en la fisiotecnia hortícola y en particular en los frutales caducifolios que han sido establecidos en regiones con inviernos benignos (insuficiente frío) y heladas tardías (Erez *et al*, 2000).

Una planta puede morir por frío cuando se paraliza el sistema enzimático crítico o cuando cesa el flujo de nutrientes al aumentar la viscosidad del agua. Temperaturas justo menores a 0° C originan que el agua extracelular se congele; mientras que se requieren temperaturas muy negativas para que el agua protoplásmica o vacuolar se congele. Esta condición adversa provoca disturbios hormonales tales como reducción en el contenido de giberelinas y auxinas (Rojas M Gardicueñas y Ramírez, 1996)

La pérdida de agua por un dosel vegetal es un proceso inevitable considerando que las plantas utilizan la transpiración como mecanismo de enfriamiento. Por otra parte, la asimilación de CO₂ a través de los estomas da

lugar a la pérdida de vapor de agua, por lo tanto, para mantener un adecuado ritmo de crecimiento las plantas normalmente pierden gran cantidad de agua con respecto al peso ganado de CO₂.

Perlita.

Definición de perlita.

Este sustrato es conocido también según su zona como: agrolita, hortiperlita, termolita y hortilita. Es un compuesto binario, el cual está constituido por ferrita y cementita que son obtenidos por procesos metalúrgicos.

Tipos de perlita.

Existen dos tipos de perlitas en función de su estructura microscópica, que puede ser laminar o granular. Cuando la perlita granular se calienta a 1000°C, se expande obteniéndose unas formas esferoides muy ligeras, y cuya densidad aparente es del orden de 130 a 180 Kg/m³. (Termolita S.A de C.V 2003)

Este material expandido se utiliza en la agricultura principalmente hortícola solo o mezclado con otros sustratos, para cultivos fuera del suelo o en contenedores (charolas, macetas, etc.), se trata de un sustrato inerte de color blanco, cuya morfología es ligeramente esférica y su diámetro oscila entre 2 y 6 milímetros.

Químicamente es inerte, a pH 7 a 7.5, pero a pH ácido puede liberar aluminio, que es uno de sus componentes, baja CIC, y alta capacidad de retención de humedad. A menudo se utiliza en mezclas con turba con la finalidad de aumentar el drenaje y la aireación de la turba (Solis, 2000).

Ventajas de la perlita

Según termolita S.A de C.V (2003), describen las siguientes:

- Es acondicionadora de suelos.
- Es estéril, inorgánico, inerte y ligero.
- Proporciona aireación.
- Retiene la humedad.
- Se usa en semihidroponia y enraizamiento.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del área experimental.

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN). Durante el periodo del 20 de agosto al 22 de octubre del 2003.

Localización geográfica.

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” se encuentra ubicada en Buenavista, al sur de Saltillo, estado de Coahuila, México. Estando situada entre las coordenadas 25° 23' 42" de latitud norte y 100° 50' 57" de longitud oeste, así también a una altitud de 1742 msnm.

Descripción del área experimental.

Clima.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García (1964), el tipo de clima de Saltillo, Coahuila, México, es definido como seco estepario Bs K (x') donde Bs con coeficiente P/T (22.9). La temperatura media anual es de 18°C y la precipitación media anual es de 365 milímetros; los meses más lluviosos son de junio a septiembre pero el más lluvioso es junio (Navarro, 1986).

Suelo.

La textura de los suelos varia de migajon arenosos a migajon arcilloso, localizados sobre un substrato calcáreo, duro y continuo denominado petrocalcico.

Características del invernadero.

El tipo de invernadero es baticenital, esto significa que tiene ventilación pasiva (cortinas móviles); con ventilación lateral en todos sus lados y cenital en cada nave. El área que dicho invernadero ocupa es de 1200 m², el plástico con el que esta construido es de tipo térmico calibre 200.

Descripción del material utilizado.

Material de campo.

Los materiales que se utilizaron fueron: Camas flotantes como contenedores para las charolas, Charolas de poliestireno "unicel" de 200 cavidades, Perlita que se utilizo como substrato para germinación y dar anclaje a las plántulas de tomate, Atomizador de 600 mililitros para la aplicación de los tratamientos, Tonel de 200 litros para realizar las mezclas de fertilizante y prepara la solución Hoagland, cubetas de 20 litros para aplicar la solución fertilizante a cada una de las charolas y una espátula para sacado de las plántulas y evitar dañar las raíces.

Material vegetal.

Semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) del híbrido 22671 “río grande” de habito determinado, tipo saladette.

Material de laboratorio.

Probeta de 500 mililitros para medir las cantidades de tratamientos aplicar, Balanza analítica “A&D” modelo “HR-120” con capacidad máxima de 120 gramos y mínima de 0.0001 gramos, para evaluación de peso fresco y Seco de las muestras. Estufa “Lindberg/ Blue M” modelo “Gravity Oven”, con capacidad máxima de 260°C y mínima de 40°C para secar las muestras frescas, Regla graduada para medir las plántulas, Bolsas y Sobres de papel para envolver las muestras y colocarlas a la estufa.

Sustancias.

Solución Hoagland, fertilizante triple 17 plus, funguicida previcur para control de enfermedades, antitranspirante comercial (Frost Shield, producto orgánico), polímero comercial a diferentes dosis.

Cuadro 3.1 Composición de la solución nutritiva Hoagland.

<i>Nomenclatura</i>	<i>Gramos/Litro</i>	<i>Solución final (MI/L)</i>
$H_4H_2PO_4$	114.98	1
KNO_3	101.11	6
$Ca (NO_3)_2$	236.09	4
$MgSO_4$	246.36	2
H_3BO_3	2.86	1

<i>MnCl₂</i>	<i>1.81</i>	<i>1</i>
<i>ZnSO₄</i>	<i>0.22</i>	<i>1</i>
<i>CuSO₄</i>	<i>0.08</i>	<i>1</i>
<i>H₂MoO₄</i>	<i>0.02</i>	<i>1</i>
<i>EDTA</i>	<i>0.22</i>	

Descripción del polímero utilizado (Agrofilm AP).

Es una mezcla de resinas solubles en agua, formada por polímeros de oxido de etileno. El grado de polimerización varia de 2,000 a 18,000 unidades monomericas dependiendo del grado de viscosidad de la mezcla de resinas.

El peso molecular es de cerca de 100,000 a 4 millones. La mezcla de resinas solubles en agua esta formada por polímeros unidos al agua mediante puentes de hidrógeno. El punto de fusión cristalina (Rayos X y KMR) es de 62 – 67° C. La temperatura de fusión de chorro es mayor a 98° C. La densidad de la masa del polvo es de 20-28 libras por pie cubico. El contenido de compuestos volátiles como porcentaje de empaclado.

Tiene apariencia de forma de polvo blanco y en forma de liquido blanco: un olor parecido a isopropanol; no tiene sabores un material opaco; su densidad es de 0.960mg/cc; un pH de 6.75 – 7.0. Tiene una tensión superficial de 0.5 cm.

En solución al 25%; su viscosidad es de N=3.21ML/ seg. La densidad de la resina soluble g/cc es de 1.15 – 1.26; el calor de fusión es igual a 33 cal/g; el

tamaño de la partícula en % de peso de polvo medido a través de malla No. 10 y No. 20 (Estándar de los Estados Unidos) son 100 y 96 respectivamente.

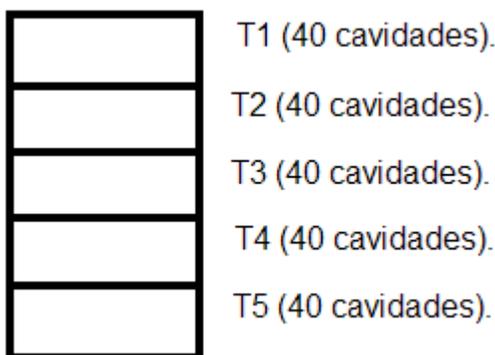
Los fuertes enlaces de hidrogeno de las resinas se explica por la asociación de los poliésteros con varios compuestos polares, tales como ácido fenolito, ácidos minerales, halógenos, ureas, ácidos lignino sulfonicos y poliácidos carboxílicos.

Como resultados de la fuerte asociación intermolecular se obtienen varios complejos nuevos que frecuentemente exhiben propiedades muy diferentes a ambos componentes.

Descripción de tratamientos.

En las 12 charolas sembradas se colocaron 5 tratamientos / charola como sigue: T1 (testigo), T2 (Antitranspirante Frost Shield), T3 (Agrofilm AP a 10 ml/lt), T4 (Agrofilm AP 20 ml/lt), T5 (Agrofilm AP a 40 ml/lt).

El arreglo topologico de los tratamientos por charola fue como sigue:



Cuadro 3.2 arreglo de temperaturas y tiempos a que se sometieron las charolas.

Temperatura / Tiempo	1 hrs.	2hrs.	3hrs	4hrs.
5°c	Charola 1	Charola 4	Charola 7	Charola 10
12°c	Charola 2	Charola 5	Charola 8	Charola 11
7°c	Charola 3	Charola 6	Charola 9	Charola 12

Diseño experimental.

Se hizo un arreglo factorial con tres factores, en un bloques completamente al azar.

Establecimiento del experimento.

Lavado de charolas.

Para esta actividad se uso una solución de agua y cloro (cloralex a 6%). Esta actividad fue muy importante para guiar el aspecto fitosanitario del experimento, ya que las charolas eran de rehusó. Para la limpieza de las cavidades se uso un cepillo dental. Para asegurar una buena desinfección de las charolas se dejaron por un día en la solución de agua y cloro. Esta actividad se realizo del 19 de agosto al 23 de mismo mes.

Preparación de camas flotantes.

La preparación de las camas flotantes se realizó durante los días 23 y 24 del mes de agosto. Para esto se limpio de malezas el área donde se colocaron las camas. Para el armado de las camas flotantes se usaron cintas de madera,

plástico negro y clavos para fijar el plástico. Las dimensiones de las camas flotantes fueron de 50 cm x 1 mts. Para cada charola.

Siembra del cultivo.

La siembra se realizó con el sustrato en húmedo el día 26 de agosto del 2003, donde se colocaron dos semillas por cavidad, utilizándose como sustrato la perlita y charolas de 200 cavidades. La profundidad en la que las semillas fueron colocadas fue de 1 centímetro; la semilla utilizada fue del híbrido 22671 "Río Grande" de crecimiento determinado tipo saladette, de la empresa distribuidora Petoseed; al terminar la siembra se procedió inmediatamente a colocar las charolas a las camas flotantes, las cuales contenían 8 litros de pura agua por espaciamiento para cada charola. El número de charolas que se sembraron fue de 12 en total.

Actividades realizadas durante el experimento.

La fertilización en un principio fue con triple 17 plus, posteriormente se usó la solución Hoagland. El cambio de la solución nutritiva se realizaba cada 5 días. La fertilización se inició 3 días después de la emergencia de las plántulas. Dado que se presentaron problemas con Damping off se realizaron 2 aplicaciones de Previcur para su control a una dosis de 2ml/lit. La forma de aplicación fue en drench ya que por el tamaño de la plántula no se tenía un área foliar como para hacerlo por aspersión además de que de esta manera el efecto fuese más rápido.

Metodología seguida para aplicación de tratamientos.

Para el caso del primer tratamiento no llevo nada, para el segundo tratamiento se aplico un producto comercial de origen orgánico (Frost Shield) a la dosis recomendada 30 ml/lt. Para el tercer tratamiento se aplico el polímero a dosis de 10 ml/lt. Para el cuarto tratamiento se aplico el polímero a una dosis de 20 ml/lt. Y para el quinto tratamiento se aplico el polímero a una dosis de 40 ml/lt.

La aplicación de todos los tratamientos se llevo a cabo el día 28 de septiembre del 2003, en el invernadero del Departamento de Horticultura. Posteriormente se dejo que el área foliar secase inmediatamente después se llevaron las charolas y se metieron en los cuartos fríos a las temperaturas y tiempos mencionados en el cuadro anterior. Después de esto se retiraron las charolas y fueron llevadas al invernadero en condiciones naturales, para ver como reaccionaban las plantas.

Variables a evaluar.

Las variables a evaluar fueron: Altura de planta, longitud de raíz, longitud de vástago, peso fresco de raíz, peso fresco del vástago, peso fresco total, peso seco de raíz, peso seco del vástago y peso seco total.

Altura y longitudes.

Este parámetro fue determinado con la ayuda de una "Regla" graduada. Las plántulas se midieron desde la ultima hoja de crecimiento hasta la punta final de la raíz (en el caso de la altura de planta) y de la base de la raíz hasta la punta final de esta (para la longitud de la raíz). Y para la longitud del vástago se

midió de la base del tallo hasta la última hoja de crecimiento. Las medidas tomadas se reportaron todas en centímetros.

Peso fresco.

Para la determinación de los pesos frescos tanto de la raíz como del vástago de cada una de las plantas de cada tratamiento y para cada evaluación se procedió a hacer lo siguiente: cada una de las plántulas fueron separadas la parte de la raíz con el vástago, cortándola con una tijera. La raíz fue previamente lavada para eliminar las partículas de sustrato adherido y no alterar el peso de las mismas. Las muestras fueron pasadas en la balanza analítica "A&D" modelo "HR-120" con capacidad máxima de 120 gramos y mínima de 0.0001 gramos. Para el peso total se sumaron los pesos de la raíz y del vástago.

Peso Seco.

Para la determinación del peso seco de cada una de las muestras utilizadas en el peso fresco, estas fueron secadas a 60°C durante 4 días, hasta alcanzar un peso constante dentro de la estufa "Lindberg/ Blue M" modelo "Gravity Oven", con capacidad máxima de 260°C y mínima de 40°C. Todas las muestras fueron colocadas en bolsas de estraza del No 3 bien identificadas con el tratamiento y charola. Para el peso seco total se sumaron las dos anteriores.

Para la evaluación se tomaron 4 muestras se tomaron 5 plántulas/tratamiento/charola y en las doce charolas. Haciendo un total de 300 plántulas a evaluar / cada muestra. La primera muestra se tomó el día 30/sep./2003, la segunda el 3/oct./2003, la tercera el 07/oct./2003. y la cuarta el día 10/oct./2003.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados arrojados por los análisis para los factores temperatura y tiempo, fueron los esperados, motivo por el cual no se presentan en este capítulo, solo se presentaran los resultados del factor C que son los tratamientos y por que según los objetivos planteados al inicio del trabajo de investigación solo se pretende evaluar el efecto del polímero Agrofilm AP a diferentes dosis.

LONGITUD TOTAL.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, se observo una diferencia altamente significativa indicando que al menos uno de los tratamientos es diferente.

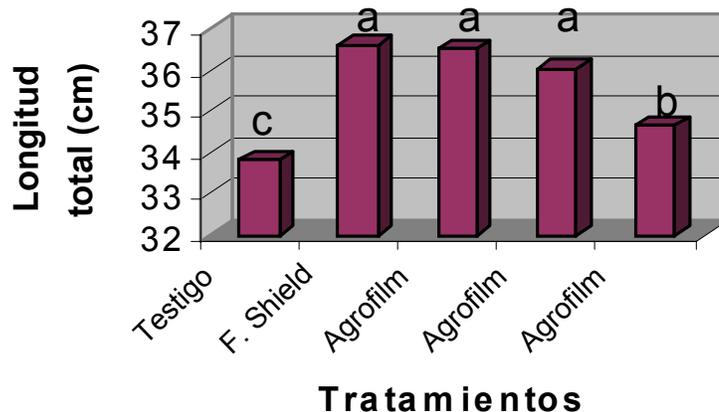


Figura. 4.1 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable longitud total. Letras diferentes representan diferencia significativa al 95 % de probabilidad.

Para determinar el mejor tratamiento se aplicó una prueba de rango múltiple con un nivel de significación de 0.05. Dentro de los mejores tratamientos que arrojó la prueba se tiene al T₂ (Frost Shield con una dosis de 30 ml/lit) como el mejor tratamiento, registrando una media de 36.61 cm. Seguido del T₃ (Agrofilm AP a una dosis de 10 ml/lit) con una media de 36.51 cm de longitud. En relación con la que presentó el T₁ (testigo) que fue de 33.82 cm. El incremento que manifestó la aplicación del polímero con relación al testigo es de 2.69 cm (Fig. 4.1).

LONGITUD RAIZ.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, se observó una diferencia significativa al 0.05, esto indica que al menos uno de los tratamientos se comporta diferente.

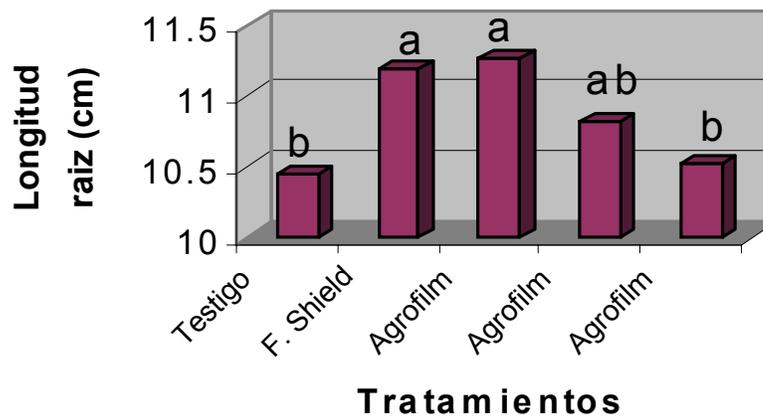


Figura. 4.2 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable longitud raíz. Letras diferentes representan diferencia significativa al 95 % de probabilidad.

Para determinar al mejor tratamiento se aplicó una prueba de rango múltiple (DMS) con un nivel de significancia de 0.05. Y como se observa en la figura los mejores tratamientos que arrojó la prueba se tiene al T₃ (Agrofilm AP con una dosis de 10 ml/lit) como el mejor, registrando una media de 11.27 cm. Seguido del T₂ (Frost Shield a una dosis de 30ml/lit) con una media de 11.18 cm de longitud. Con relación a la que presentó el T₁ (testigo) que fue de 10.4 cm. El incremento que manifestó la aplicación del polímero con relación al testigo es de 0.87 cm. (Fig. 4.2).

LONGITUD AEREA.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) realizado para esta variable, se observó una diferencia altamente significativa al 0.05 indicando que al menos uno de los tratamientos es diferente.

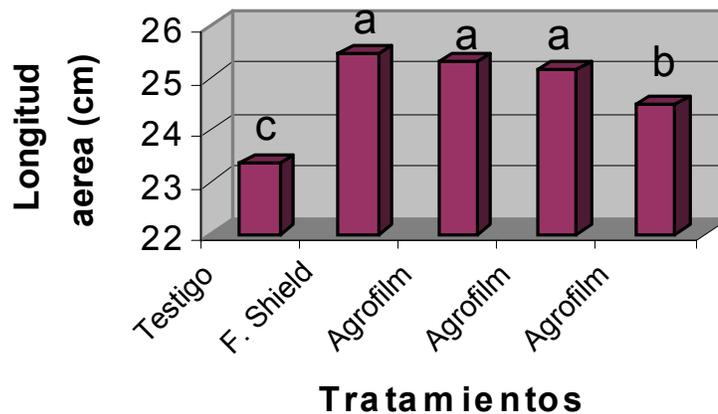


Figura. 4.3 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable longitud aérea. Letras diferentes representan diferencia significativa al 95 % de probabilidad.

La manera de definir al mejor tratamiento fue por una prueba de rango múltiple (DMS) con un nivel de significancia de 0.05. Dentro de los resultados arrojados por la prueba se tiene que los mejores tratamientos son el T₂ (Frost Shield a una dosis de 30 ml/lit) como el mejor, registrando una media de 25.44 cm. Seguido del T₃ (Agrofilm AP a una dosis de 10 ml/lit) con una media de 25.31 cm de longitud. Otro fue el T₄ (Agrofilm AP a una dosis de 20 ml/lit) con una longitud promedio de 25.17 cm. En relación con la que presento el T₁ (testigo) que fue de 23.34 cm. El incremento que manifestó la aplicación del polímero con relación al testigo es de 1.97 cm. (Fig. 4.3)

Los resultados reportados para las longitudes (total, raíz y aérea); muestran que el uso del polímero (Agrofilm AP), genera incremento en las 3 variantes medidas. Lo que coincide con lo mencionado por Solis (2000) y Penagos (2002), que reportaron que la aplicación de polímeros en forma foliar y en el sustrato de plantulas de tomate aumenta el crecimiento total de la plántula así como la longitud de raíz y aérea se ven afectadas positivamente.

Sin embargo se discierne con lo reportado por Ramírez y Rivera (2001) quienes mencionaron que la aplicación de polímeros al sustrato y en forma foliar no tienen influencia sobre el crecimiento de la plantulas de tomate.

El incremento en la altura de planta y crecimiento de raíz y parte aérea en cuanto a longitud, posiblemente se deba a que al aplicar el polímero al follaje de la plántula y propiciar a la formación de una película que evitara la transpiración, ayudo a que la plantas al estar en condiciones de baja temperatura no entraran en estrés hídrico, por lo que los procesos

fisiológicos y metabólicos de la planta no se vieron muy afectados lo que permitió que la planta siguiera realizando sus funciones. Mientras que el testigo que no se le agregó nada le fue más difícil resistir en condiciones de baja temperatura

PESO FRESCO TOTAL.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Lo que quiere decir que todos los tratamientos se comportan igual.

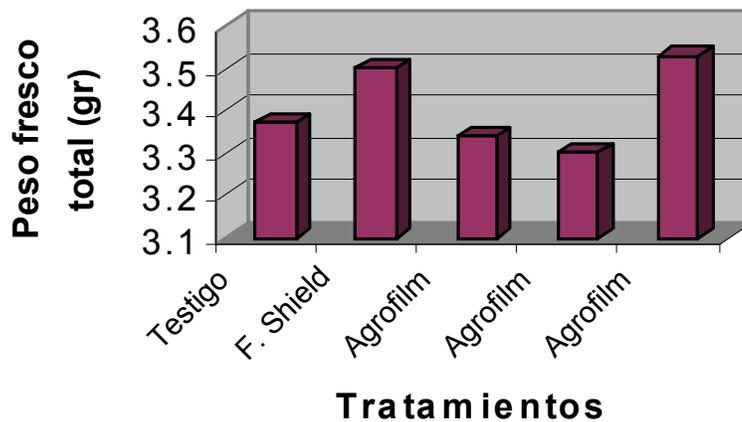


Figura. 4.4 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco total.

Dado que en análisis de varianza de esta variable no se encontraron diferencias significativas, si se registraron diferencias numéricas entre los diferentes tratamientos. Cabe enfatizar que el tratamiento que registro el mejor peso fue el T₅ (Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lt) con una media de 3.54 gr. Seguido del T₂ (Frost Shield a una dosis de 30 ml/lt) con un promedio de 3.49 gr. Con relación al testigo que obtuvo una media de 3.36

gr. El aumento que se presentó en relación con el testigo para el peso total fue de 0.18 gr. (Fig. 4.4)

PESO FRESCO RAIZ.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Lo que quiere decir que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

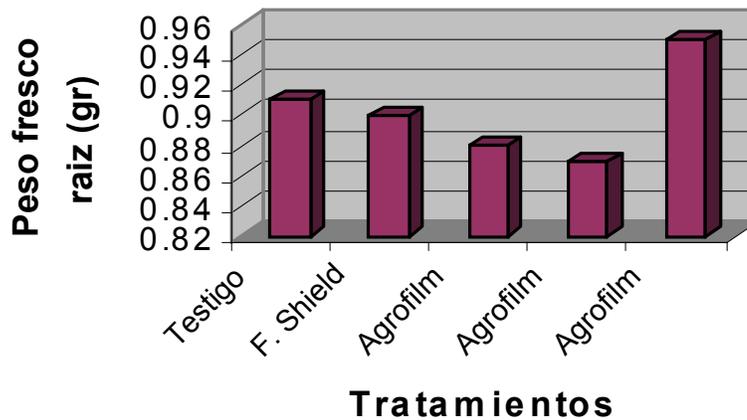


Figura. 4.5 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco raíz.

En el análisis de varianza de esta variable no se encontraron diferencias significativas, si se registraron diferencias numéricas entre los diferentes tratamientos, el tratamiento que registro el mejor peso fue el T₅ (Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lit) con una media de 0.946 gr. Seguido del T₁ (testigo) con un promedio de 0.906 gr. El aumento que se presentó en relación con el testigo para el peso raíz fue de 0.04 gr. (Fig. 4.5)

PESO FRESCO AEREO.

Analizado el análisis de varianza (ANVA) realizado para esta variable, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Lo que significa que los tratamientos tienen un comportamiento similar.

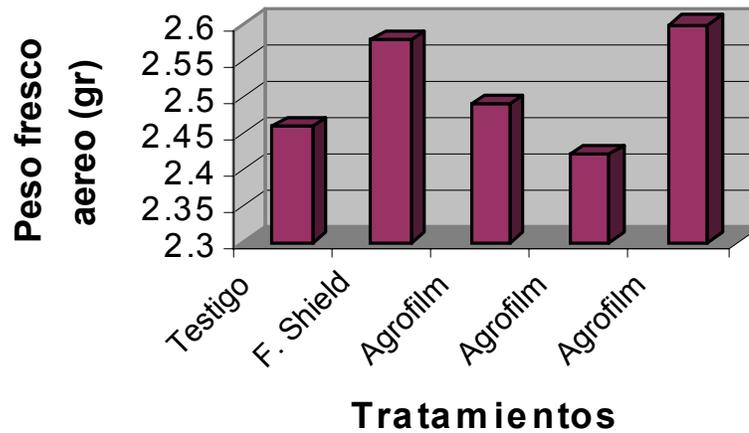


Figura. 4.6 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso fresco aéreo.

Para el análisis de varianza de esta variable no se encontraron diferencias significativas, mas si se registraron diferencias numéricas entre los diferentes tratamientos. Para esta variable el tratamiento que registro el mejor peso fue el T₅ (Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lt) con una media de 2.601 gr. Seguido del T₂ (lt Frost Shield a una dosis de 30 ml/lt) con un promedio de 2.57 gr. En relación con el testigo que obtuvo una media de 2.459 gr. El aumento que se presento en relación con el testigo para peso aéreo fue de 0.142 gr. (Fig. 4.6)

Los resultados arrojados por los ANVA en cuanto a biomasa (total, raíz y aérea) no muestran diferencias estadísticas. Sin embargo si hay diferencias numéricas, los mejores pesos frescos, las muestran las plántulas tratadas con el polímero (Agrofilm AP) con la dosis de 40ml/lt.

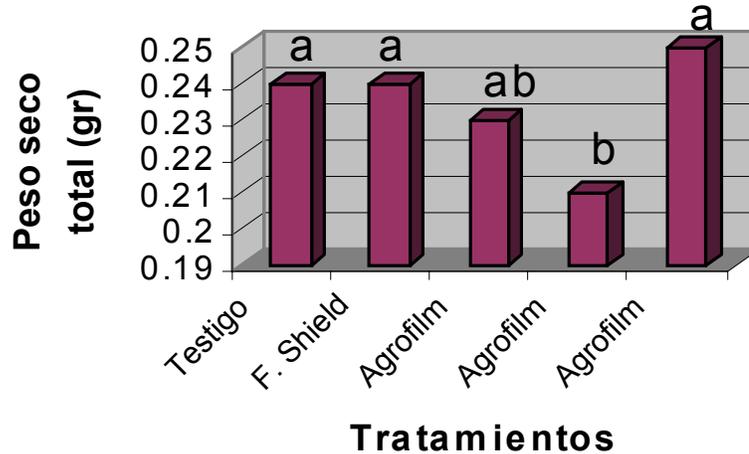
Esto coincide con lo reportado por Benavides y Penagos (2002), Solis (2000) que reportaron que la aplicación de polímeros incrementa la biomasa fresca. Pero se discierne con lo reportado por Ramírez (2001), que menciona que la aplicación de polímeros a plántulas de tomate no aumenta el peso fresco aéreo pero si afecta positivamente al incremento en raíz.

El incremento en peso puede ser que debido a la película formada por el polímero, el proceso de transpiración, absorción de agua y nutrientes no se vio afectado y la pérdida de agua en condiciones de baja temperatura fue menos, con relación al testigo que se vio mas afectado. Así mismo el proceso metabólico no se vio tan afectado, lo que permitió a la planta seguir sintetizando biomasa y mostrar un mayor peso que el testigo.

Los plantas tratadas con el antitranspirante Frost Shield mostraron un peso mayor el testigo pero menos que el polímero Agrofilm AP. Cabe resaltar que este producto contiene aminoácidos y otros productos que ayudarían a la planta a resistir mejor un estrés por bajas temperaturas, sin embargo se vio superado por el polímero Agrofilm AP.

PESO SECO TOTAL.

Para el análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, se observó una diferencia altamente significativa indicando que al menos uno de los tratamientos es diferente.

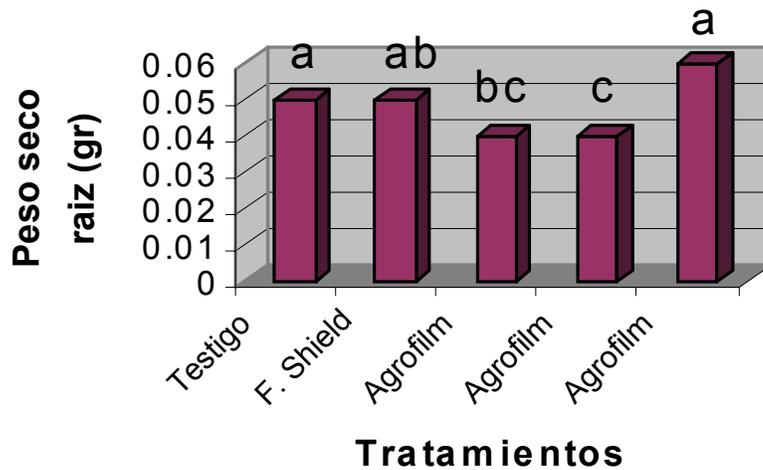


Figura, 4.7 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco total. Letras diferentes representan diferencia significativa al 95 % de probabilidad.

Para definir al mejor tratamiento se aplicó una prueba de rango múltiple (DMS) con un nivel de significancia de 0.05. Y como se observa en la figura los mejores tratamientos arrojados por la prueba se tiene al T₅ (Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lit) como el mejor, registrando una media de 0.246 gr. Seguido del T₁ (testigo) con una media de 0.239 gr. Otro fue el T₂ (Frost Shield a una dosis de 30 ml/lit) con un peso promedio de 0.238 gr. El aumento en relación con el testigo para el peso seco total fue mayor con 0.007 gr. (Fig. 4.7).

PESO SECO RAIZ.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, se observó una diferencia altamente significativa indicando que al menos un se comporta diferente.

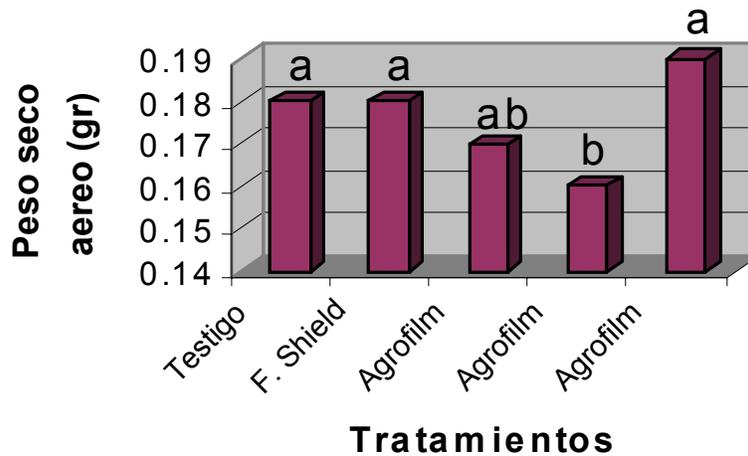


Figura, 4.8 Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco raíz. Letras diferentes representan diferencia significativa al 95 % de probabilidad.

Para definir al mejor tratamiento se realizó una prueba de rango múltiple (DMS) con un nivel de significancia de 0.05. Como se observa en la figura los tratamientos que registraron los mejores promedios se tiene al T₅ (Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lit) como el mejor, registrando una media de 0.058 gr. Seguido del T₁ (testigo) con una media de 0.056 gr. El aumento en relación con el testigo para peso seco raíz fue de 0.002 gr. (Fig. 4.8)

PESO SECO AEREO.

En el análisis de varianza (ANVA) obtenido para esta variable, se observó una diferencia altamente significativa indicando que al menos uno de los tratamientos es diferente.



Figura, 4.9. Comportamiento de los diferentes tratamientos de acuerdo a la variable peso seco aéreo. Letras diferentes representan diferencia significativa al 95 % de probabilidad.

Para determinar al mejor tratamiento se aplicó una prueba de rango múltiple (DMS) con un nivel de significancia de 0.05. Se observa en la figura que los mejores tratamientos que arrojó la prueba se tiene al T₅ (Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lt) registrando una media de 0.190 gr. Seguido del T₂ (Frost Shield a una dosis de 30 ml/lt) con una media de 0.185 gr. Para esta variable el testigo resultó significativo con un peso promedio de 0.182gr. El aumento en relación con el testigo para peso seco aéreo fue de 0.008 gr. (fig. 4.9).

Para el caso de la biomasa de materia seca (peso seco raíz, peso seco aéreo y peso seco total) mostraron un incremento con la aplicación del polímero Agrofilm AP a una dosis de 40 ml/lt, corroborando lo encontrado en la variable biomasa fresca (total, raíz y aérea) donde las plantas tratadas con el polímero y a la misma dosis mostraron un incremento en peso fresco.

Y de nuevo se coincide con lo reportado por Benavides (2002), Solís (2000) y Penagos (2002) que encontraron que la aplicación foliar de polímeros a plántulas de tomate incrementa la biomasa seca. Se piensa que el efecto positivo que tiene el polímero sobre las plántulas de tomate es debido a que al aplicarlo en forma foliar se forma una capa delgada del polímero sobre el área foliar, esto impide que la plántula pierda agua y entre en estado de estrés.

Al evitar que la planta entre en estado de estrés hídrico y estando aun en condiciones de baja temperatura se mantiene turgente, esto permite que los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta no se vean tan afectados. Si disminuye la eficiencia de estos procesos pero no a tal grado que el daño sea irreversible.

La planta al entrar nuevamente en condiciones favorables de crecimiento le es más fácil reanudar los procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos, dado que el grado de estrés que alcanza le permite hacer esto. De aquí que la biomasa fresca y seca así como la altura de la plántula se vea menos afectada que el testigo y se logren plántulas de mayor calidad y de mejor resistencia a transplante.

CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados al inicio de la investigación se concluye que:

La aplicación de polímero comercial Agrofilm AP, tiene efecto positivo como reductor del daño por bajas temperaturas, así como en la dinámica de crecimiento después del estrés.

Para las variables altura de planta (total, raíz y aérea), la dosis del polímero que mostró un mejor comportamiento fue de 10ml/lt.

En el caso de la biomasa fresca (total, raíz y aéreo); la dosis de Agrofilm que genero un incremento en peso fue la de 40 ml/lt.

Para la biomasa seca (total, raíz y aérea); la dosis del polímero Agrofilm que mostró mejores pesos fue la dosis de 40 ml/lt. Igual que en las Variables de peso fresco.

Sugerencias

Dado que en los resultados no se obtuvo una sola dosis como la mejor se recomienda seguir realizando más trabajos de investigación para definir una mejor dosis y tener más bases para recomendar que productores de plántulas de tomate puedan emplear esta tecnología como una alternativa para reducir el daño por frío.

Además de tratar de trabajar con temperaturas un poco más bajas y con tiempos más prolongados para observar el potencial total que tiene el producto como reductor de estrés por bajas temperaturas.

LITERATURA CITADA.

- Anderlini, R. 1979. El cultivo del tomate.3^a. Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 37 p.
- Arrellanó, G. A. y M. A. Gutiérrez. 2003. Efecto de la nutrición vegetal en el peso y numero de frutos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). X congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 – 24 de octubre del 2003. Chapingo, Mex. 13 p.
- Benavides, M. A. 2002. Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p 151.
- Bancomext. 2003. Situación actual de mercados extranjeros para exportación de productos alimenticios. Revista de comercio exterior. Vol.54.No.1. México, D.F.
- Billmeyer, F. W. 1975. Ciencia de los polímeros. 3-4 p. 2^a edición.
- Blum, A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC Press, Inc. Boca Ratón, Florida. 223 p.
- Centeno, G.E.1986. Monografía. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Saltillo, Coahuila, México. P.p 3 – 71.

Dumas, Y. 1990. Interrelation of linear measurements and total leaf or dry matter production in young tomato plants. *Advances in horticultural science*. 4(3): P.p 172 –176.

Erez, A., Z. Yablowitz and R. Korcinski. 2000. Temperature and chemical effects on competing sinks in peach bud break *Acta Hort*. 514: 51-58.

Evans, R. T; I. Sisto and D.C. Bowman. 1990. The effectiveness of hydrogels in container plant production is reduced by fertilizer salts. *Foliage. Dig.* 3: 3-5 p.

Gordon, and Barden. 1979. Efecto de la temperatura en las plantas. Primera edición. Editorial limusa. P 23- 24

Johnson, M. S. And Veltkmap. 1985. Degradation of water-absorbing polymers. Used as soil ameliorants. *Arab. Gulf. J. S Cuience Res.* 3(2);745-750 p.

Kinet, J. M. 1997. Effect of light condition on the development of the inflorescence in tomato. *Sci. Hort.* 6: 15 – 26 pp.

Larcher, W. 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 506 p.

Leñano, R. A. 1978. *Hortalizas de fruto. Como, donde, cuando*. Manual de cultivo moderno. Primera edición. Ed. De vecchi, S.A. Barcelona España.

León, G.H. 1980. *El cultivo del tomate para su consumo en fresco en el valle de Culiacán*. CIAPAN – CAECAU. México.

- León, H. M G. y M. Arosamena, D. 1980. El cultivo del tomate para consumo en fresco en el valle de Culiacán. CIAPAN- CAEVACU. México. 17 p.
- Loustalot, L.M.E. 1998. Producción de plántulas con alta tecnología. Productores de hortalizas (pagina del Publisher) año 3. No.5. P.p 6.
- Martínez, T.R.1998. Insumo de calidad, plántulas de calidad. Revista hortalizas, flores y frutas. Publicación periódica. Abril de 1998. P.p 21 – 23.
- Minero, L. 1998. Manual para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero.
- Navarrete, M.B. Jeannequin and M. Sebillotte. 1997. Vigor of greenhouse tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill): analysis of thy criteria used by growers and search for objetive criteria. J. Hort. Sci. 72 (5): P.p 821 – 829.
- Nuez, F. 1999. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi – Prensa. España. Pp 94 – 669.
- Penagos, D. E M. 2002. Uso de espumas hidrofílicas para aumentar la eficiencia de uso de agua en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Bajo invernadero. Tesis. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN.
- Pérez, G; M, F. Marqués S. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento genetico de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. México. Pp 14- 179.
- Ramirez, V. D. 2001. Evaluación del complejo Interpolielectrolitico No-Estequiometrico (polímero acrílico quitosan) en tomate (*Lycopersicon esculentum*

Mill). Tesis, Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Rivera, L. E. 2001. Influencia del complejo interpolielectrolítico no estequiométrico de Gipan y Vpk, aplicado al sustrato de plántulas de tomate (tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)). Bajo condiciones de invernadero. Tesis, Ingeniero Agrónomo en Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Rojas – Garcidueñas, M. Y H. Ramírez. 1996. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Ed. Limusa, México. 239 p.

Samaniego, C.E. 2002. Producción de plántulas de tomate y pimiento con cubiertas de polietileno reflejante para disminuir la temperatura en invernadero. Artículo agrociencia 36: P.p. 305 –318.

Sánchez, L. A. et al. 2003. Comportamiento y caracterización de diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill); extrafirmes de hábito indeterminado. X congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 – 24 de octubre del 2003. Chapingo, Mex. P 20.

S. Koranski.D.2003. recomendaciones generales Ballseed para producción de plántulas. <http://www.faxsa.com.mx/semflor1/seaaa10.htm>

Solis, L.J. 2000. Evaluación de un poliuretano biodegradable en base almidón como sustrato en la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. C.V. Floradade). Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p. 6- 17.

Termolita S.A de C.V. 2003. Empresa distribuidora. Santa Catarina, Nuevo León, México.

Valadez, L.A.1998. Producción de hortalizas. 4^a. Edición. Editorial Limusa. México, D.F. P.p 197 – 211.

APENDICE.

CUADRO A3; análisis de varianza obtenido para la variable longitud total.

FV	GL	SC	CM	F	
P>F					
FACTOR A	3	630.406250	210.135422	41.9812	0.000
FACTOR B	2	69.968750	34.984375	6.9892	0.002
FACTOR C	4	364.625000	91.156250	18.2113	0.000
A X B	6	468.437500	78.072914	15.5975	0.000
A X C	12	105.062500	8.755208	1.7491	0.057
B X C	8	28.781250	3.597656	0.7187	0.677
A X B X C	24	201.406250	8.391927	1.6766	0.028
ERROR	240	1201.312500	5.005469		
TOTAL	299	3070.000000			

** altamente significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 6.2971%

CUADRO A4; comparacion de medias DMS obtenida para la variable longitud total en el factor C correspondiente a tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	36.6133 A
3	36.5183 A
4	36.0350 A
5	34.6517 B
1	33.8267 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.8002

CUADRO A5; análisis de varianza obtenido para la variable longitud de raiz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	85.824	28.608	8.945	0.000
FACTOR B	2	133.054	66.527	20.803	0.000
FACTOR C	4	33.468	8.367	2.616	0.035
A X B	6	121.058	20.176	6.309	0.000
A X C	12	82.992	6.916	2.162	0.014
B X C	8	48.378	6.047	1.891	0.062
A X B X C	24	97.410	4.058	1.269	0.186
ERROR	240	67.511	3.197		
TOTAL	299	1369.699			

* significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 16.4880%

CUADRO A6; comparacion de medias DMS obtenida para la variable longitud de raiz. En el factor C correspondiente a tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
3	11.2667 A
2	11.1833 A
4	10.8133 AB
5	10.5233 B
1	10.4433 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.6398

CUADRO A7; análisis de varianza obtenido para la variable longitud aerea.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	305.843750	101.947914	73.8885	0.000
FACTOR B	2	91.593750	45.796875	33.1921	0.000
FACTOR C	4	179.218750	44.804688	32.4730	0.000
A X B	6	371.328125	61.888020	44.8544	0.000
A X C	12	33.578125	2.798177	2.0280	0.022
B X C	8	23.859375	2.982422	2.1616	0.031
A X B X C	24	79.515625	3.313151	2.4013	0.001
ERROR	240	331.140625	1.379753		
TOTAL	299	1416.078125			

** altamente significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 4.7456%

CUADRO A8; comparacion de medias DMS obtenida para la variable longitud aerea. En el factor C correspondiente a tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
2	25.4400 A
3	25.3067 A
4	25.1633 A
5	24.5033 B
1	23.3467 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.4202

CUADRO A9; análisis de varianza obtenido para la variable peso fresco total.

FV P>F		GL	SC	CM	F
FACTOR A	3	29.734131	9.911377	32.3213	0.000
FACTOR B	2	0.613770	0.306885	1.0008	0.371
FACTOR C	4	2.514893	0.628723	2.0503	0.087
A X B	6	30.182617	5.030436	16.4044	0.000
A X C	12	5.651855	0.470988	1.5359	0.112
B X C	8	3.240479	0.405060	1.3209	0.233
A X B X C	24	7.921143	0.330048	1.0763	0.372
ERROR	240	73.596436	0.306652		
TOTAL	299	153.455322			

^{NS} No significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 16.2527%

CUADRO A10; análisis de varianza obtenido para la variable peso fresco raiz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	1.486679	0.495560	14.2129	0.000
FACTOR B	2	0.438736	0.219368	6.2916	0.003
FACTOR C	4	0.269394	0.067348	1.9316	0.105
A X B	6	1.694901	0.282483	8.1018	0.000
A X C	12	0.542816	0.045235	1.2974	0.220
B X C	8	0.177200	0.022150	0.6353	0.749
A X B X C	24	0.775574	0.032316	0.9268	0.566
ERROR	240	8.368057	0.034867		
TOTAL	299	13.753357			

^{NS} No significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 20.7898%

CUADRO A11; análisis de varianza obtenido para la variable peso fresco raiz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	1.486679	0.495560	14.2129	0.000
FACTOR B	2	0.438736	0.219368	6.2916	0.003
FACTOR C	4	0.269394	0.067348	1.9316	0.105
A X B	6	1.694901	0.282483	8.1018	0.000
A X C	12	0.542816	0.045235	1.2974	0.220
B X C	8	0.177200	0.022150	0.6353	0.749
A X B X C	24	0.775574	0.032316	0.9268	0.566
ERROR	240	8.368057	0.034867		
TOTAL	299	13.753357			

^{NS} No significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 20.7898%

CUADRO A12; análisis de varianza obtenido para la variable peso seco total.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.162659	0.054220	19.6787	0.000
FACTOR B	2	0.064831	0.032415	11.7650	0.000
FACTOR C	4	0.040937	0.010234	3.7145	0.006
A X B	6	0.169376	0.028229	10.2457	0.000
A X C	12	0.056520	0.004710	1.7095	0.065
B X C	8	0.024597	0.003075	1.1159	0.353
A X B X C	24	0.071600	0.002983	1.0828	0.364
ERROR	240	0.661257	0.002755		
TOTAL	299	1.251778			

** altamente significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 22.5343%

CUADRO A13; comparacion de medias DMS obtenida para la variable peso seco total. En el factor C correspondiente a tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
5	0.2459 A
1	0.2396 A
2	0.2382 A
3	0.2286 AB
4	0.2124 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.0186

CUADRO A14; análisis de varianza obtenido para la variable peso seco raiz.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.009214	0.003071	10.4342	0.000
FACTOR B	2	0.001569	0.000785	2.6653	0.070
FACTOR C	4	0.003679	0.000920	3.1248	0.016
A X B	6	0.005586	0.000931	3.1626	0.006
A X C	12	0.002664	0.000222	0.7541	0.698
B X C	8	0.003855	0.000482	1.6372	0.114
A X B X C	24	0.008102	0.000338	1.1469	0.293
ERROR	240	0.070648	0.000294		
TOTAL	299	0.105318			

* significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 32.3853%

CUADRO A15; comparacion de medias DMS obtenida para la variable peso seco raiz. En el factor C correspondiente a tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
5	0.0570 A
1	0.0565 A
2	0.0534 AB
3	0.0497 BC
4	0.0483 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.0051

CUADRO A16; análisis de varianza obtenido para la variable peso seco aereo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	3	0.112964	0.037655	21.8184	0.000
FACTOR B	2	0.051169	0.025585	14.8247	0.000
FACTOR C	4	0.021778	0.005445	3.1548	0.015
A X B	6	0.124943	0.020824	12.0661	0.000
A X C	12	0.039824	0.003319	1.9230	0.032
B X C	8	0.011827	0.001478	0.8566	0.555
A X B X C	24	0.047801	0.001992	1.1541	0.286
ERROR	240	0.414196	0.001726		
TOTAL	299	0.824502			

* significativo (factor c tratamientos).

C.V. = 23.0748%

CUADRO A17; comparacion de medias DMS obtenida para la variable peso seco aereo. En el factor C correspondiente a tratamientos.

TRATAMIENTO	MEDIA
5	0.1890 A
2	0.1848 A
1	0.1833 A
3	0.1789 AB
4	0.1643 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

DMS = 0.0148