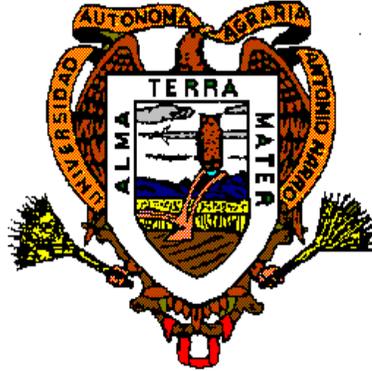


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**INFLUENCIA DEL COMPLEJO INTERPOLIELECTROLITICO NO
ESTEQUIOMÉTRICO DE GIPAN Y VPK APLICADO AL SUSTRATO DE
PLANTAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Por:

EDGAR RIVERA LARA

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

INFLUENCIA DEL COMPLEJO INTERPOLIELECTROLITICO NO
ESTEQUIOMÉTRICO DE GIPAN Y VPK APLICADO AL SUSTRATO DE
PLANTAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES
DE INVERNADERO.

POR:
EDGAR RIVERA LARA

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA.

APROBADO POR:

DR. ADALBERTO BENAVIDES MENDOZA
PRESIDENTE

DRA. HORTENSIA ORTEGA ORTIZ
SINODAL

ING. CARLOS ROJAS PEÑA
SINODAL

M.C. ALBERTO SANDOVAL RANGEL
SINODAL

M.C. REYNALDO ALONSO VELASCO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMIA

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. DICIEMBRE 2001.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVOS.....	4
HIPOTESIS.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Generalidades del cultivo.....	5
Origen e Historia.....	5
Requerimientos Climáticos.....	6
Requerimientos de Suelo y Fertilización.....	6
Valor Nutritivo.....	7
Definición de Polielectrolito.....	7
Usos Agronómicos.....	8
Otros Usos.....	10
Ventajas de su Utilización.....	11
Influencia del uso de los polímeros solubles en agua sobre las propiedades físicas del suelo.....	12
Poliacrilonitrilo Hidrolizado(GIPAN) y Cloruro de Polidimetil- dialilamonio (VPK).....	13
MATERIALES Y METODOS.....	15
Localización del Experimento.....	15
Descripción de Materiales.....	16
Establecimiento del Experimento.....	18
Manejo del Cultivo.....	19
Tratamientos.....	21
Variables a Evaluar.....	22
Diseño Experimental.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	25
CONCLUSIONES.....	31
LITERATURA CITADA.....	33

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Fertilización Base del Tomate.....	7
CUADRO 2: Temperaturas Registradas en el Invernadero durante el Desarrollo del Cultivo.....	15
CUADRO 3: Solución Nutritiva Douglas.....	18
CUADRO 4: Resultados de la Prueba DMS en Relación con el Porcentaje de Emergencia del Complejo.....	26

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Formula Estructural del Poliacrilonitrilo Hidrolizado(GIPAN).....	16
FIGURA 2: Formula Estructural del Cloruro de Polidimetildialilamonio(VPK)...	17
FIGURA 3: Segundo Muestreo de Altura de Plantula.....	27
FIGURA 4: Cuarto Conteo de Número de Frutos por Planta.....	29
FIGURA 5: Peso de los Frutos por Planta.....	30

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar la influencia del complejo de los polielectrolitos VPK y GIPAN en el cultivo de tomate bajo las condiciones de invernadero en ausencia de estrés de agua, desde su siembra hasta su cosecha.

La presente investigación se realizó en la UAAAN en el invernadero 3 y en el laboratorio de fisiología del Departamento de Horticultura en Buenavista, Municipio de Saltillo, Coahuila, durante el periodo de Verano-Otoño del 2000. Los tratamientos evaluados fueron dos al principio de la siembra en las charolas, con tres repeticiones cada uno, posteriormente al aplicarle el complejo al follaje de la plantula se hicieron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno. En las macetas se tuvieron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. La semilla de tomate utilizada fue de la variedad V.F. 6203 de tipo Saladette. Y para el análisis de varianza de los datos obtenidos se utilizo el programa Statgraphics, dentro del cual se evaluaron las siguientes variables; porcentaje de emergencia, altura y diámetro de plántula, número de frutos y peso del fruto, usándose un diseño completamente al azar.

Con los resultados obtenidos en las diferentes variables evaluadas durante el desarrollo del cultivo de tomate, se tiene que la solución del CPEN(GIPAN-VPK) aplicada en los tratamientos correspondientes en cada variable, aparentemente no presenta efectos tangibles bajo las condiciones de invernadero en ausencia de estrés de agua.

INTRODUCCION.

El jitomate o tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es considerado en México, la hortaliza de mayor importancia, por la gran aportación de divisas, que le da al país el tercer lugar como exportador a nivel mundial, y su principal destino es a los Estados Unidos. Además tiene una gran importancia por su generación de empleos, ya que para la producción de 75 000 has. emplea alrededor de 172 mil trabajadores de campo. Y como en otras partes del mundo, su consumo en México, es preferentemente en fresco, teniéndose un consumo de 13 kg por habitante en el año de 1997; además es utilizado como producto industrializado para la elaboración de pastas, salsas, purés, jugos, etc. Los estados de la República Mexicana que presentan mayor superficie sembrada son Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Michoacán y Sonora; obteniéndose una producción Nacional de 1 908 607 Tons. en el año de 1997.

Algunos de los principales problemas que se tienen en la zona norte del país son; la falta de agua, la erosión de los suelos y la textura de los mismos, esto es debido en su gran mayoría al tipo de clima que prospera en esas regiones. En donde el agua que es proporcionada a los cultivos por riego o por lluvia queda detenida en pequeñas depresiones de la superficie, y la mayor parte del agua retenida penetra en el suelo, aún cuando parte de ella se pierde por infiltración, percolación y evaporación.

Con la finalidad de eficientar el uso del agua se han realizado investigaciones desde hace varios años por especialistas en el área. De ahí la introducción de una amplia gama de técnicas de manejo del agua que han permitido mejorar su uso, entre ellas, podemos citar: el mejoramiento de los métodos de riego, las coberturas plásticas (acolchado) para evitar la evaporación y la erosión y la utilización de superabsorbentes o hidrogeles de origen sintético, los cuales a parte de eficientar el uso de el agua, a la vez mejoran la textura del suelo.

Tomando en cuenta que una de las principales pérdidas del agua es por evaporación, y para tal problema se han usado eficientemente las cubiertas plásticas, se pretende emplear el CPEN de poliacrilonitrilo hidrolizado (GIPAN) y polidimetildialilamonio (VPK) como otra alternativa para atacar este problema, ya que tienen la característica de formar una película plástica transparente al ser aplicados al suelo formando aglomerados lo que evita así la erosión del suelo, además de que no suprime el crecimiento vegetal y es permeable al agua y al aire, y a su vez mejoran la estructura del suelo y mantienen la humedad del mismo por más tiempo que si no se tuviera esta película, y además propician un aumento en la fertilidad del suelo debido a la introducción de fertilizantes. Y la ventaja más importante con respecto a las cubiertas plásticas es que su proceso de fabricación es sencillo y su aplicación es práctica y económica.

Objetivos:

- Determinar la influencia del complejo interpolielectrolítico no estequiométrico (CPEN) de VPK y GIPAN aplicado al sustrato en la emergencia de la semilla y el crecimiento de la plántula de tomate en invernadero.
- Determinar la influencia del CPEN(VPK-GIPAN) al aplicarlo en macetas después del trasplante, tanto sobre el desarrollo del cultivo como en su producción final.

Hipótesis:

La solución acuosa de los complejos interpolielectrolíticos aceleran (protegen) la germinación, precocidad y producción de las plantas.

REVISION DE LITERATURA.

Generalidades del cultivo.

Origen e Historia.

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es originario de América del sur en la región andina del Perú, a lo largo y ancho se encontraron numerosos parientes silvestres, como también en Ecuador y Bolivia, así como en las Islas Galápagos(Alcazar, 1981). Considerándose en varios tratados a México como el centro de domesticación del cultivo al ser utilizado como alimento cotidiano dentro de la dieta de sus habitantes. Además, el nombre “tomate” viene del lenguaje nahuatl de México y las variantes han seguido al jitomate en su distribución por el mundo (Heiser, 1969).

El primer escrito documental del jitomate viene del viejo mundo y data de 1554 por el botánico italiano Pier Andrea Mattioli. En donde los primeros cultivares introducidos a Europa probablemente eran originarios de México y no de Sudamérica. La planta fue conocida primeramente como “Manzana de Oro” o “Manzana Golden”, debido probablemente a que las primeras introducciones eran de color amarillo y no rojas. Y en Francia fue conocida como “Manzana del Amor”. Fue hasta 1830 que el jitomate empieza a adquirir la popularidad que lo han hecho un alimento muy consumido hasta nuestros días(Tigchelaar, 1986).

Requerimientos Climáticos.

El jitomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12 a 16 °C(mínima 10°C y máxima de 30°C) y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21 a 24°C, siendo la óptima de 22°C; a temperaturas menores de 15°C y mayores de 35°C puede detenerse su crecimiento. La temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18 a 24°C; si la temperatura es menor de 13°C, los frutos tienen una maduración muy pobre. Se afirma que a temperaturas de 22 a 28°C se obtiene una óptima pigmentación roja(Valadez, 1997).

Requerimientos de Suelo y Fertilización.

Esta hortaliza está clasificada como tolerante a la acidez, con valores de pH 5.0 - 6.8. en lo referente a salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm(10 mmho). Con respecto a la textura del suelo, se desarrolla en suelos livianos(arenosos) y en suelos pesados(arcillosos), siendo los mejores los arenosos y limo-arenosos con buen drenaje(Valadez, 1997).

De acuerdo a las publicaciones de Grupo Disagro(1996), la guía de fertilización de nutrientes extraídos por el cultivo del tomate es:

Cuadro 1: Fertilización base del tomate.

ELEMENTO	CONSUMO (Kg/ha)
N	300
P (como P ₂ O ₅)	120
K (como K ₂ O)	450
Mg (Como MgO)	25
S	40
Ca	40
B (Como B ₂ O ₃)	10
Microelementos	10

Valor Nutritivo.

El jitomate es relativamente rico en vitaminas. Obteniéndose en 100 gr. base de tomate maduro listo para consumo: 95.0% de agua; 1.1 gr. de proteínas; 4.7 gr. de carbohidratos; 13.0 mg de Ca; 27.0 mg de P; 0.5 mg de Fe; 3.0 mg de Na; 244.0 mg de K; 23.0 mg de ácido ascórbico; 0.06 mg de tiamina (B1); 0.04 mg de riboflavina(B2), y 900 U.I. de Vitamina A (Valadez, 1997).

Definición de Polielectrolito.

Los polielectrolitos son polímeros solubles en agua, los cuales tienden a separarse en iones positivos y negativos, cuando se les coloca en agua.

Cuando están en solución, las moléculas neutras tienden a enrollarse formando lo que los científicos denominan un “ovillo al azar” (Grassino, 1998).

Polielectrolitos. Son polímeros, en los cuales su unidad monomérica contiene grupos funcionales, capaces de disociarse electrolíticamente cuando se les coloca en agua (Almendáres, 1998).

Los polielectrolitos son coagulantes (solidificantes de líquidos) orgánicos, ya que están formados por moléculas de gran longitud que tienen la capacidad de atrapar partículas en suspensión. Pueden tener características aniónicas, catiónicas o no iónicas, en donde las aniónicas y catiónicas pueden ser utilizadas como coagulantes inorgánicos (Schifini, 1996).

Los complejos polielectrolíticos son productos de las interacciones entre macromoléculas de cargas opuestas, cuya estabilidad depende drásticamente de la concentración de las sales de bajo peso molecular en el sistema. En sí, son compuestos macromoleculares anfifílicos, ya que contienen sitios hidrofóbicos e hidrofílicos (Pergushov, et al; 1996).

Usos Agronómicos.

Son utilizados como aglomerantes para los sistemas dispersores, es decir, para evitar la erosión del suelo por el viento o agua, en donde sus

partículas tienen la característica de unir las partes hidrofílicas e hidrofóbicas, y por ello son capaces de absorberse en superficies de distinta naturaleza. Al ser asperjados los complejos interpolielectrolíticos (CPEN) al 1% en agua forman una película transparente de un espesor aproximado de 3 a 5 mm, la cual es insoluble después de formada la película, se conserva estable con respecto a la acción del viento de fuerza huracanada (30 m/s), de resistencia mecánica alta, soporta el peso de una persona de 70 kg sin deformarse. Además de prevenir la erosión del suelo, evita el acarreo de las semillas y de los fertilizantes por parte del viento o el agua. También poseen una acción estimulante para la germinación y emergencia de las semillas de las plantas y para su desarrollo posterior (Zezín, 2000).

Según Pergushov et al(1996) el tratamiento con los polielectrolitos al suelo da como resultado la aglomeración de las partículas del suelo por medio de delgadas capas del producto, en donde, cuya aglomeración propicia un aumento en la fertilidad del suelo debido a la introducción de fertilizantes, herbicidas, estimuladores del crecimiento de las plantas, etc.

Se ha hecho una prueba con la mezcla de lo polielectrolitos (GIPAN+VPK) en semillas de diferentes especies de plantas aplicándoles un tratamiento con los mencionados, lo cual mostró que los compuestos no son tóxicos para la germinación de las semillas (Rivera Lara E., datos no publicados).

Otros Usos.

Han sido utilizados también en tratamientos de materiales que suelen dispersarse o regarse, tales como el carbón, la arena, el azufre granulado y otros, los cuales se transportan a grandes distancias en vagones abiertos de ferrocarril, ya que evitan casi por completo la pérdida de tales productos como consecuencia de la acción del viento (Zezín, 2000).

Son utilizados como coagulantes que sirven para que las partículas pequeñas que están en suspensión, se aglomeren y formen granos más pesados o flóculos, que son fácilmente removidos en el proceso de sedimentación. Además se han utilizado en la clarificación /filtración de aguas (Servicios Globales, 2000).

Según Schifini(1996), menciona que los polielectrolitos orgánicos se han adicionado para tener un acondicionamiento del desecado, ya que tienen la propiedad de reducir el contenido de agua ó extraer la humedad en el lodo.

De acuerdo a Benavides(1997), los polielectrolitos se han utilizado para tratamientos de efluentes y lodos de la industria petrolera, ya que trabajan en forma eficiente en los procesos de clarificación; formando lodos de bajo volumen, compactos, con alto contenido de sólidos para fácil disposición. Usándoseles principalmente en sedimentación, en la clarificación del agua; ya que mejoran la calidad del efluente por reducción de sólidos suspendidos y turbiedad. También utilizados en la industria papelera, ya que optimizan el

consumo del sulfato de aluminio o de otros químicos que intervienen en el proceso de encolado de la manufacturera de papel.

Grassino (1998) menciona que son utilizados en la elaboración de geles para el cabello y para la fabricación de pañales para bebés.

Ventajas de su Utilización.

Las ventajas que presentan, sobre todo en comparación con las cubiertas plásticas y el látex, es que no pueden ser eliminadas por el agua de lluvia o de riego, ya que forman en la superficie del suelo una película de un espesor determinado, juntando las partículas del suelo, además son permeables para el agua y el aire, favoreciendo así el crecimiento vegetal. Presentando también, la ventaja de que su aplicación es práctica, barata y altamente procesable y no es necesario retirarlos después de la cosecha (Zezín, 2000).

Además presentan la ventaja que se pueden mezclar con abonos y herbicidas, y presentan resistencia a la degradación por radiación solar y pueden ser utilizados en contenidos de agua mucho más altos, en comparación con otros productos comerciales, como el hidrogel (Zezín, 2000).

Influencia del Uso de los Polímeros Solubles en Agua Sobre las Propiedades Físicas del Suelo.

Weston(1994) realizó estudios sobre polímeros solubles en agua, los cuales presentaron una reacción lineal con suelos de textura arcillosa, ya que estos forman agregados estables con agua en el suelo, y además mejoran las propiedades físicas del suelo.

El conocimiento de la porosidad es importante en los cultivos en estratos ya que se tiene la ventaja en la selección del medio de crecimiento, además de que las propiedades del suelo pueden ser mejoradas al incorporar medios físicos, como la incorporación de polímeros solubles en agua ó absorbentes al sustrato (Bugbee and Frink, 1986).

Una buena aireación es indispensable para tener máxima absorción de agua y nutrientes, ya que el suministro adecuado de oxígeno a las raíces mantiene un nivel alto la respiración y la permeabilidad de las membranas celulares (Narro, 1987).

La aireación es de vital importancia en el crecimiento de los cultivos, como un proceso de intercambio de gases consumidos y producidos bajo la superficie del suelo con los gases de la atmósfera (Bugbee y Frink, 1986).

Wallace y Wallace (1986) mencionan que los polímeros son usados para formar agregados estables al agua en los suelos, no solo han tenido un efecto favorable sobre la infiltración, si no que también disminuyen la erosión de los suelos, pues al producir éstos una gran estabilidad de agregados evitan la percolación de coloides.

Poliacrilonitrilo Hidrolizado (GIPAN) y Cloruro de Polidimetildialilamonio (VPK).

Estos polielectrolitos fueron diseñados para tener todas las ventajas de los hidrogeles covalentes reticulados, pero sin sus desventajas. El GIPAN es un derivado hidrofílico del acrilato, con una estructura única de multibloques. Cada encadenamiento de estos productos se compone de varias unidades secuenciales de grupos hidrofílicos colgantes (bloques suaves) y de varias unidades secuenciales de grupos colgantes de nitrilo (bloques duros). Se elaboran de una base polimérica, usando reactivos solubles en agua y el polímero obtenido es extremadamente puro, ya que no contienen monómeros libres, plastificantes o estabilizadores (Zezín, 2000).

Debido a los bloques rígidos de su estructura, se forma una estructura cristalina fuerte, no fundible, por lo cual se les considera polielectrolitos termoplásticos hidrofílicos. Y por lo tanto son utilizados en la construcción de materiales médicos (Zezín, 2000).

Tienen excelentes propiedades mecánicas aún a altas concentraciones de agua (más del 92%). Por todas sus propiedades especiales, tales como una biocompatibilidad excelente, velocidades de transición al gas y a la humedad; baja absorción de proteínas, tienen ventajas sobre los hidrogeles comerciales. Además pueden ser esterilizados por radiación gamma y no son solubles en alcoholes, cetonas, ésteres, compuestos aromáticos, hidrocarburos y en solventes tratados con cloro (Zezín, 2000).

El VPK polidimetildialilamonio, es una amina cuaternaria que se utiliza como un polication en la formación del complejo interpolielectrolítico por tener grupos amina cuaternarios(Zezín, 2000).

MATERIALES Y METODOS.

Localización del Experimento.

El estudio de la influencia del complejo(GIPAN y VPK) aplicado al sustrato de plantas de tomate(*Lycopersicon esculentum* Mill) tuvo inicio el 16 de agosto del 2000 y concluyo el 12 de enero del 2001, realizándose en el Invernadero 3 del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”; ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; con una altitud de 1743 msnm, una latitud norte de 25° 22’ y una latitud oeste de 101° 22’. El experimento tuvo inicio el 16 de Agosto del 2000 y concluyo el 12 de Enero del 2001.

Los datos correspondientes a temperatura obtenidas durante los meses del ciclo de desarrollo del cultivo, fueron proporcionados por el encargado del Invernadero, en donde se llevo acabo el experimento, y son presentadas en el Cuadro 2:

Cuadro 2: Temperaturas registradas en el invernadero durante el desarrollo del cultivo.

Meses	Temp. Máxima °C	Temp. Mínima °C	Temp. Media °C
Agosto	37.4	13.6	25.5
Septiembre	37.6	10.7	24.15
Octubre	37.4	9.0	23.2
Noviembre	34.2	5.7	19.9
Diciembre	34.7	1.1	17.9
Enero	34	4.2	19.1

Su espectro se obtuvo de infrarrojo donde se observan las señales características de este polímero(GIPAN) como son las bandas a 1680 cm^{-1} del grupo carbonilo ($-\text{C}=\text{O}$), a 1640 cm^{-1} para el grupo amina primaria ($-\text{NH}_2$), a 2260 cm^{-1} el grupo nitrilo ($-\text{C}\equiv\text{N}$) y a 3400 cm^{-1} el grupo hidroxilo ($-\text{OH}$).

El VPK, este polímero tiene un peso molecular promedio en peso de 15,000 y un grado de polimerización de 100.

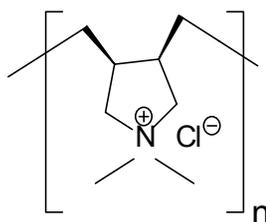


Fig. 2. Formula Estructural del Cloruro de Polidimetildialilamonio (VPK).

En su espectro de infrarrojo del VPK se observan las señales características que comprueban que este polímero es una amina cuaternaria ($-\text{NH}_3^+$) al observarse la señal aproximadamente a 3000 cm^{-1} , a 2960 cm^{-1} se encuentra la señal para los grupos metilo ($-\text{CH}_3$), a 1470 cm^{-1} la señal para los grupos metileno ($-\text{CH}_2-$) en ciclopentanos.

Preparación del complejo interpolielectrolítico no estequiométrico GIPAN-VPK: en un litro de agua se agregan 10 g de la solución de GIPAN(al 18% en peso en H_2O), 10 g de la solución de VPK(al 30% en peso en H_2O) y 50 g de KNO_3 (CTR. P.M.101.10. 99.5%).

Para la nutrición de las plantas se utilizó la Solución Nutritiva Douglas, la cual contiene los siguientes elementos:

Cuadro 3: Solución Nutritiva Douglas.

ELEMENTO	Cantidad (mg/lt)
Nitrato de Calcio	325
Sulfato de Magnesio	25
Nitrato de Potasio	210
Sulfato de Calcio	100
Sulfato cúprico	0.05
Bórax	0.25
Sulfato Férrico	1
Sulfato de Manganeso (II)	0.25
Acido Molibdico	0.0005
Sulfato de Zinc	0.25
Fosfato de Sodio Monobasico	25

Se utilizaron macetas de plástico para el transplante, las cuales tenían una capacidad de 20 lts. Utilizándose para el llenado de las mismas, peat moss (Sunshine Mix # 3) como medio de sostén de la planta.

Establecimiento del Experimento.

Se establecieron las charolas el 16 de agosto del 2000, ya sembradas en una cama flotante que contenía solución nutritiva, en ese mismo instante se les aplicó la solución de los polielectrolitos al sustrato de cada charola que le correspondía, posteriormente, el seis de Septiembre del mismo año se le aplicó a la mitad de cada charola los polielectrolitos al follaje de las plántulas. Después del establecimiento de las charolas en la cama flotante todos los días

se le aplicaba agua a dicha cama para recuperar el nivel perdido, y cada semana se renovaba la solución nutritiva.

Posteriormente, se establecieron las plántulas el 24 de Septiembre del 2000 en las macetas, aplicándoles la solución del complejo(GIPAN-VPK) al sustrato, el 29 de Septiembre del mismo año.

Manejo del Cultivo.

Riegos.

Una vez establecidas las plantas en las macetas se les regaba con solución nutritiva cada cuatro o cinco días, dependiendo de las condiciones climáticas. Se les aplicaba un volumen de un litro y medio por maceta en los primeros días, y de dos a tres litros en los dos últimos meses del ciclo del cultivo.

Podas.

Solamente se le hizo una poda, debido a que el cultivo era de crecimiento determinado.

Poda de Sanidad: es la eliminación de mamones, foliolos y chupones hasta la primer horqueta o bifurcación, solamente se hace una vez y hasta que aparece el primer racimo floral. Esto es para airear la parte basal de la planta.

También se realiza esta poda para eliminar partes de la planta dañadas por plagas y enfermedades.

Tutoreo.

Es la práctica de colocar soportes a la planta para su adecuado desarrollo, se inician a poner cuando la planta tiene una altura de 30 a 40 cm, lo que ocurre aproximadamente al mes y medio después del trasplante; en este caso se utilizaron hilos de plástico (rafia) para el soporte de las plantas y de sus frutos, manteniendo con esto una planta de buen porte y los frutos arriba del suelo, evitando así daños en el fruto y facilitando su cosecha.

Plagas y Enfermedades.

Las plagas que se presentaron durante el desarrollo del cultivo fueron la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y el gusano del fruto (*Heliothis* sp.), en donde la mosquita blanca se presentó en plántula y durante los primeros días del cultivo, ya establecido en las macetas, controlándosele con Endosulfan 3CE para los dos casos, a una dosis de 1.2 ml/lit de agua. En el caso del gusano del fruto (*Heliothis* sp.), se presentó durante la aparición de los primeros frutos, controlándosele con Lannate a una dosis de 1 gr/ lit. de agua.

Con respecto a las enfermedades, la única que se presentó fue el tizón tardío (*Phytophthora infestans*), aplicando para su control Ridomil Gold (metalaxil-clorotalonil) a una dosis de 2 gr/lit de agua. Aplicándole también al

cultivo, Captan cada ocho días, a una dosis de 1.5 gr/lt de agua para la prevención de algunas enfermedades, empezando las aplicaciones a los 20 días después de la siembra hasta floración del cultivo.

Tratamientos.

Los tratamientos al principio en las charolas fueron dos, con tres repeticiones cada uno:

- T1 : Aplicación de la solución del complejo en el sustrato de la charola después de la siembra.
- T2 : Sin la aplicación de la solución del complejo en el sustrato de la charola después de la siembra (testigo).

Posteriormente al aplicarse los polielectrolitos al follaje se obtuvieron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno:

- T1 : Aplicación de la solución del complejo al sustrato de la charola después de la siembra y al follaje de la plantula.
- T2 : Aplicación de la solución del complejo al sustrato de la charola después de la siembra y al follaje de la plantula no.
- T3 : Aplicación de la solución del complejo al follaje de la plantula y no sobre el sustrato de la charola.
- T4 : Sin la aplicación de la solución del complejo en el sustrato de la charola y ni al follaje de la plantula (testigo).

En cuanto a los tratamientos en las macetas fueron cuatro, con cuatro repeticiones cada uno:

- T1 : Planta que se le aplico la solución del complejo al sustrato de la charola, y al sustrato de la maceta.
- T2 : Planta que se le aplico la solución del complejo al sustrato de la charola, y no al sustrato de la maceta.
- T3 : Planta que no se le aplicó la solución del complejo en el sustrato de la charola, pero sí en el sustrato de la maceta.
- T4 : Planta que no se le aplicó la solución del complejo en el sustrato de la charola, ni en el sustrato de la maceta (testigo).

Variables a Evaluar.

Porcentaje de emergencia

Para la evaluación de esta variable, se hicieron cinco lecturas, en donde el primer conteo se realizó a los siete días después de la siembra, es decir, el 23 de agosto del 2000, el segundo el 25 de agosto, el tercero el 27 de agosto, el cuarto el 30 de agosto y el quinto conteo el primero de septiembre del mismo año.

Altura y Diámetro de la Plantula.

Estas variables se evaluaron tomando dos muestreos de cuatro plantas al azar por tratamiento. El primero se tomó a los 29 días después de la siembra,

es decir, el 13 de septiembre del 2000, y el segundo el 20 de septiembre del mismo año. Utilizando para tomar la altura de planta en centímetros, una regla de plástico graduada hasta 30 cm, tomando la lectura desde el cuello del tallo hasta el ápice de la hoja más joven. Y para medir el diámetro en mm se utilizó un vernier, tomando la lectura a nivel del cuello del tallo de la planta.

Número de frutos.

Con respecto a esta variable se hicieron cuatro conteos. El primero, el 21 de noviembre del 2000, el segundo el 28 de noviembre, el tercero el 05 de diciembre del mismo año, y el último el día de la cosecha total, el 12 de enero del 2001. Para esto se contó todos los frutos de diferentes diámetros y tamaños, que contenía la planta.

Peso del Fruto.

Para medir esta variable se realizó un solo corte el día 12 de Enero del 2001, debido a que la planta sufrió daños a causa de una helada de -6°C que se presentó el 19 de diciembre del 2000. Para tal caso se cortó todo el fruto, tanto verde como maduro y se pesó en una báscula, obteniéndose el peso total de cada planta ó repetición en gramos por planta.

Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar, tanto en charolas como en macetas. Evaluándose al principio en las charolas dos tratamientos con tres repeticiones cada uno, dando un total de 6 unidades experimentales. Y posteriormente, al aplicarse el complejo al follaje de las plántulas se obtuvieron cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno, dando un total de 12 unidades experimentales para este caso. Y para las plantas en maceta se evaluaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, obteniéndose un total de 16 unidades experimentales. En donde cada unidad experimental en este último caso era una maceta con una planta de tomate.

Se hizo un análisis de varianza para cada variable seguido de una prueba de Medias de DMS al 0.05. Y para el análisis de los datos se utilizó el programa Statgraphics.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Porcentaje de Emergencia.

Al evaluar esta variable, en la prueba global obtenida en las charolas mostró una diferencia altamente significativa, de acuerdo al análisis de varianza (ANVA), tanto para los tratamientos, como para las fechas.

A continuación se discutirá el porcentaje de emergencia obtenido para la semilla en charolas. En la primer lectura realizada a los siete días después de la siembra se presentó una diferencia no significativa entre los tratamientos como se muestra en los resultados (Cuadro 4) de acuerdo al ANVA, a los nueve días después de la siembra se tomó la segunda lectura donde se presentó una diferencia altamente significativa del tratamiento dos con respecto al tratamiento uno, como se muestra en los resultados (Cuadro 4) de acuerdo al ANVA, en la tercera lectura realizada a los once días después de la siembra se presentó una diferencia significativa como se muestra en los resultados (Cuadro 4) de acuerdo al ANVA, en la cuarta lectura a los catorce días después de la siembra no se apreciaron diferencias entre los tratamientos según se muestra en los resultados (Cuadro 4) de acuerdo al ANVA. Por último en la quinta lectura realizada a los dieciséis días después de la siembra, se volvió a presentar una diferencia no significativa entre los tratamientos como se muestra en los resultados (Cuadro 4) de acuerdo al ANVA. En base a los resultados anteriores podemos decir que, en estos tratamientos el comportamiento fue semejante y

que no hubo alguna influencia apreciable en cuanto a la emergencia de la semilla.

CUADRO 4: Resultados de la prueba DMS en relación con el porcentaje de emergencia del complejo.

TRATAMIENTO	LECTURAS				
	1ar.	2da.	3ra.	4ta.	5ta.
1	7.5000 a	74.8333 a	90.6667 a	95.6667 a	98.50 a
2	5.3333 a	89.00 b	96.6667 b	98.1667 a	100 a

- T1: Aplicación de la solución del complejo en el sustrato de la charola después de la siembra.
- T2 : Sin la aplicación de la solución del complejo en el sustrato de la charola después de la siembra (testigo).

Los resultados anteriores no concuerdan con lo reportado por Zezín (2000), donde menciona que los complejos poseen una acción que estimula a la emergencia de las semillas. Cabe mencionar sin embargo que dicho autor trabajó en condición de campo abierto, mientras que lo aquí reportado corresponde a invernadero.

Altura y Diámetro de Planta.

En cuanto a la altura de la planta en la primer lectura realizada a los veintinueve días después de la siembra se obtuvo una diferencia no significativa. Pero en la segunda lectura realizada a los 36 días después de la siembra se mostró una diferencia significativa como se muestra en la figura 3 de acuerdo al ANVA, siendo los tratamientos dos y cuatro los que presentaron mayor longitud de planta de acuerdo a la prueba de rango múltiple.

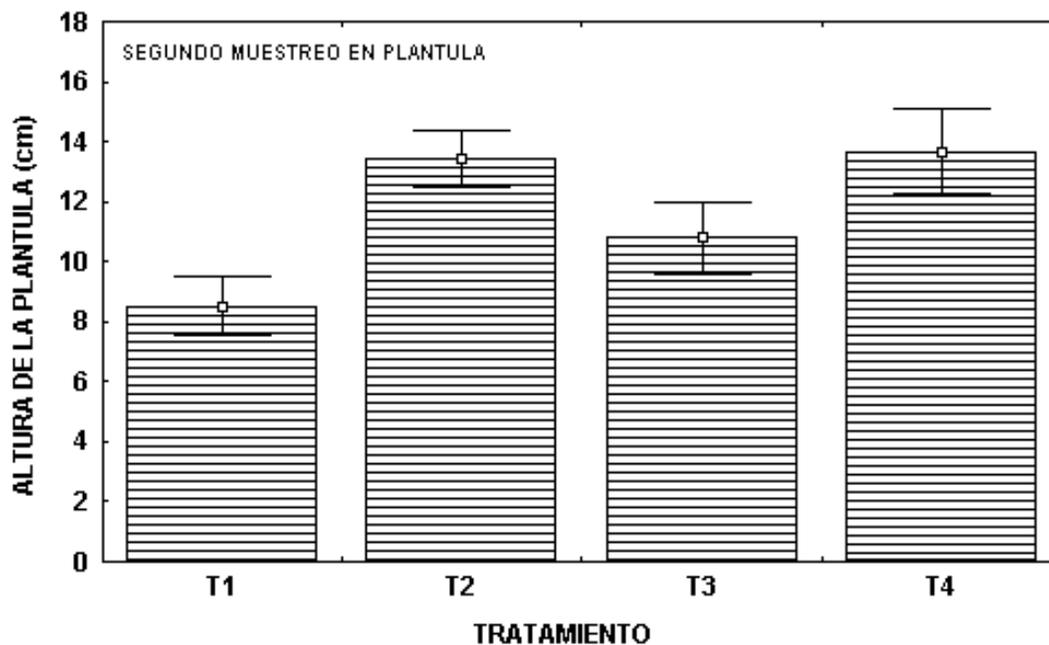


Figura 3: Segundo muestreo de altura de plántula

T1: aplicación del complejo al sustrato de la charola y al follaje de la planta.

T2: aplicación del complejo al sustrato de la charola y al follaje no.

T3: sin aplicación del complejo al sustrato de la charola y al follaje si.

T4: sin aplicación del complejo al sustrato de la charola y ni al follaje.

La diferencia que se presentó en la última lectura de longitud de planta, se puede deber a que en los tratamientos uno y tres se les aplicó el complejo al follaje de la plántula, el cual pudo haber detenido el crecimiento de dichas plantulas, en donde las sales disueltas en el complejo (k^+ , Cl^- , H^+ , etc.) podrían haber provocado un retraso en sus procesos fisiológicos.

Respecto al diámetro de planta no se mostró una diferencia entre los tratamientos aplicados de acuerdo al ANVA, tanto en la primera lectura realizada a los veintinueve días después de la siembra, como para la segunda lectura realizada a los treinta y seis días. Por lo que podemos decir que, con

los tratamientos aplicados a las plántulas el comportamiento presentado fue igual para el diámetro de la planta, ya que no hubo una influencia mayor de las plantulas tratadas con el complejo respecto a las no tratadas.

Los resultados obtenidos de altura y diámetro de plántula no concuerdan con lo mencionado por Zezín (2000), que los complejos contienen una acción estimulante para el crecimiento y desarrollo de las plantas, porque funcionan como aglomerantes manteniendo la fertilidad y humedad del sustrato.

Número de Frutos

Para esta variable, en el análisis global no se mostró una diferencia significativa entre los tratamientos de acuerdo con el ANVA, pero en las muestras y sus repeticiones se obtuvo una diferencia altamente significativa.

El número de frutos obtenidos en cada tratamiento se discutirá a continuación; el primer conteo realizado a los cien días después de la siembra presentó una diferencia no significativa entre los tratamientos de acuerdo al ANVA, el segundo conteo realizado a los ciento siete días después de la siembra se volvió a presentar una diferencia no significativa de acuerdo al ANVA, al tercer conteo realizado a los ciento catorce días después de la siembra se volvió a obtener una diferencia no significativa entre los tratamientos de acuerdo al ANVA, y para el cuarto conteo realizado al momento de la cosecha otra vez se obtuvo una diferencia no significativa entre los

tratamientos como se muestra en la figura 4 de acuerdo al ANVA, lo que quiere decir, que todos los tratamientos se comportaron iguales en esta variable.

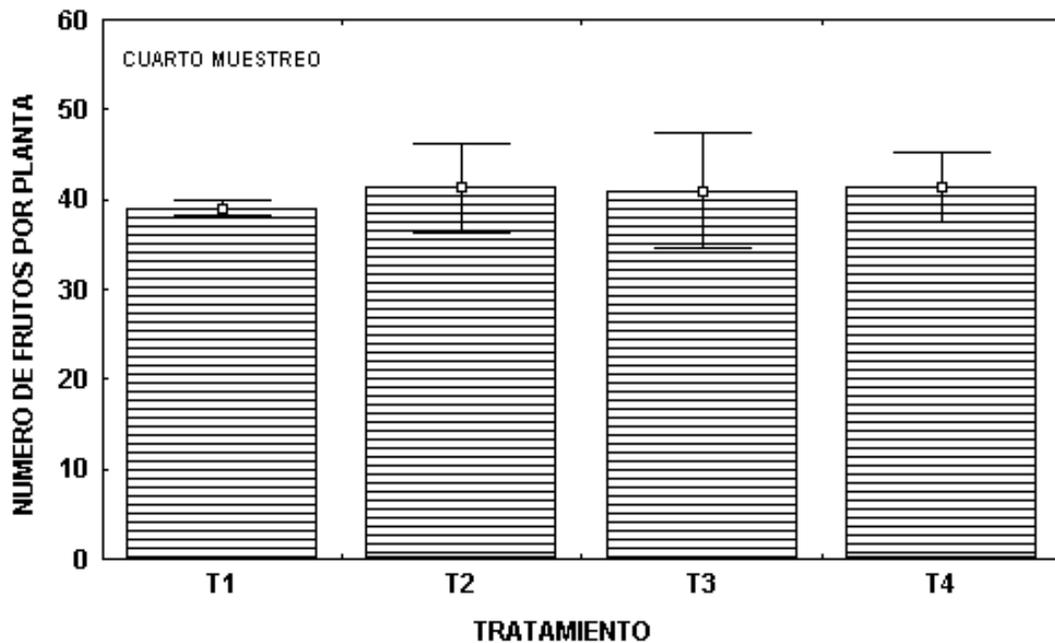


Figura 4: Cuarto conteo de número de frutos por planta

T1: aplicación del complejo al sustrato de la charola y al sustrato de la maceta.

T2: aplicación del complejo al sustrato de la charola y al sustrato de la maceta no.

T3: sin aplicación del complejo al sustrato de la charola y al sustrato de la maceta si.

T4: sin aplicación del complejo al sustrato de la charola y ni al sustrato de la maceta.

Peso del Fruto

En el momento del corte se tuvo una diferencia no significativa en cuanto al peso del fruto entre los diferentes tratamientos aplicados a la planta según se muestra en la figura 5 de acuerdo al ANVA, observándose así que, en relación al peso del fruto, los comportamientos presentados fueron semejantes en cuanto a las plantas tratadas y sin tratar con el complejo.

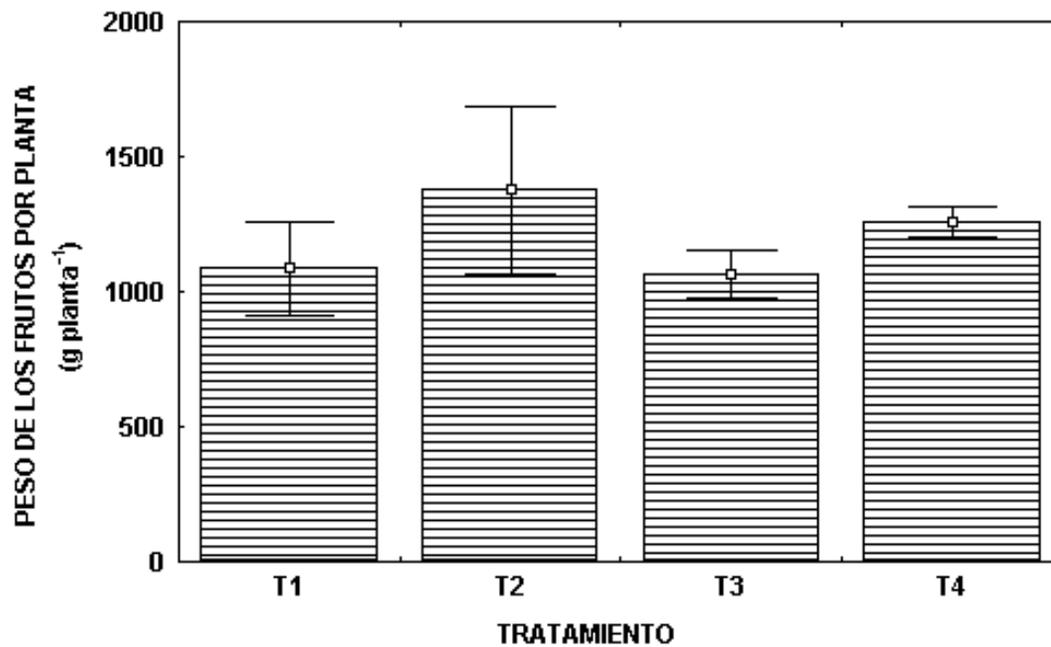


Figura 5: Peso de los frutos por planta

- T1: aplicación del complejo en el sustrato de la charola y al sustrato en la maceta.
T2: aplicación del complejo en el sustrato de la charola y al sustrato de la maceta no.
T3: sin aplicación del complejo en el sustrato de la charola y al sustrato de la maceta si.
T4: sin aplicación del complejo en el sustrato de la charola y ni al sustrato de la maceta.

CONCLUSIONES

Aparentemente el complejo interpolielectrolítico no estequiométrico aplicado al sustrato de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), no presentó ninguna influencia sobre el crecimiento de la plántula. Pudiendo deberse este comportamiento a que no se tenían las condiciones óptimas para el crecimiento de la planta ya que durante el desarrollo del experimento no se obtuvieron las temperaturas adecuadas dentro del invernadero para el desarrollo del cultivo.

En relación con los resultados obtenidos en las diferentes lecturas de emergencia de la semilla, solo en la segunda y en la tercera lectura se mostraron diferentes los tratamientos, siendo el mejor el que no se le aplicó la solución de los polielectrolitos con una media de 89.00% en la segunda lectura y de 96.66% para la tercera.

Con respecto a la altura de la planta no hubo en la primera lectura una diferencia entre los tratamientos, pero en la segunda lectura sí se mostró diferencia, siendo los mejores resultados el tratamiento dos y cuatro, con una media de altura de 13.4167 cm y 13.6567 cm respectivamente, los cuales no se les aplicó los polielectrolitos al follaje de la plántula. Lo que concierne al diámetro de la plántula no fue afectado por ninguno de los tratamientos.

En cuanto a las variables de número de frutos y peso del fruto no fueron afectadas por el complejo de los polielectrolitos.

Como recomendación, sugiero que la aplicación del complejo de los polielectrolitos VPK y GIPAN en el desarrollo del tomate bajo condiciones de invernadero en ausencia de estrés de agua no es factible, ya que no se tiene ningún efecto positivo en dicho cultivo. Sin embargo, es posible que se pueda utilizar para dicho cultivo en otras condiciones. Igualmente debe estudiarse como opción para ser aplicado como tratamiento antitranspirante o antioxidante en hojas y frutos, debiéndose para ello eliminar la necesidad de añadir sales en gran concentración en la fórmula del complejo VPK-GIPAN.

LITERATURA CITADA

- Alcázar, J.T. 1981. Genetic Resources of Tomatoes and Wild Relatives. International Board for Plant Genetic resources, Rome.
- Almendárez, N. 1998. Comprobación de la Efectividad del Polímero Natural. PIDMA-UNI, Managua. <http://www.elnuevodiario.com.ni/archivo/2000/agosto/13-agosto-2000/variedades/variedades2.html>
- Benavides, L. 1997. "Guía para el Diseño de Rellenos de Seguridad en América Latina". <http://www.ferralca.com.ve/novedade.htm>
- Bugbee, G.J. and C.R Frink. 1986. Aeration Of Potting Media and Plant Growth, Soil Science. 141(5): 363-367.
- Flores, I. 1982. "Hortalizas". Editorial I.T.E.S.M. Monterrey, N.L. México, D.F.
- Grassino, B.S. 1998. Polielectrolitos. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.psrc.usm.edu/spanish/floor3.htm>
- Grupo Disagro. 1996. Fertilización Especifica en el Cultivo del Tomate. Publicación Disagro 4(7):1-4. <http://www.gerona.inf.cu/citma/ciget/Agricultura/Plan%20de%20manejo%20del%20Tomate2.htm>
- Heiser, C.J. 1969. Love Apples. In Nightshades: The Paradoxical Plants. Freeman San Francisco CA, pags. 53-55.
- Narro, F.E.A. 1987. Física de Suelos con Enfoque Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pags. 5-13, 5-21.

Pergushov, D.V., Izumrudov, V.A., Zezín, A.B., Kabanov, U.A. 1996. Paper Presented on Third ICI/ECSSM, Lyon, France.

Schifini, J.P. 1996. Nuevos Desafíos para la Potabilización del Agua.

<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi2000/capfed/elagua/uso/medio/editorial/nuedesaf.htm>

Servicios globales. 2000. Medio Ambiente. Copyright ACS.

<http://www.acsmedioambiente.com/LoNuevo/enero.htm>

Tigchelaar, E.C. 1986. Tomate Breeding. Breeding Vegetable Crops. (Edite by Mark J. Bassett). Vegetable Crops Departament. University of Florida. AVI Publishing Company. Gainesville, Florida, pags. 135-141.

Valadez, L.A. 1997. Producción de Hortalizas. Grupo Noriega Editores. Balderas 95, México, D.F. pags. 197-211.

Vega, G.J.D. 1979. Curso de Uso y Manejo del Agua, Monterrey, N.L. ITESM.

Wallace, G.P. and A. Wallace. 1986. Control of Soil Erosion by Polymeric Soil Conditioners. Soil Science. 141(5): 363-367.

Weston, L.A. 1994. Gel Polymer vs. Water-soluble polymers. Hort Science. 29(6): 606.

Zezín, A, B. 2000. Facultad de Quimica Cátedra de Compuestos de Alto Peso Molecular de la Universidad Estatal de Moscú.