

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA**



**Efecto de Proteína de Lombriz (*Eisenia foetida*) en el Crecimiento y Desarrollo de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**POR**

**Julio César García Dean**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Mayo 2005**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Efecto de Proteína de Lomriz (*Eisenia foetida*) en el Crecimiento y Desarrollo de Plántulas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**Por:**

**Julio César García Dean**

**TESIS**

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Producción.

Aprobada por el Comité de Tesis:

Asesor Principal

Sinodal

\_\_\_\_\_  
Ing. René A. de la Cruz Rodríguez

\_\_\_\_\_  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Sinodal

Sinodal

\_\_\_\_\_  
Ing. José Ángel de la Cruz Bretón

\_\_\_\_\_  
Ing. Modesto Colin Rico

Coordinador de la División de Agronomía

\_\_\_\_\_  
M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo del 2005

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS: Por darme la vida y la salud necesaria para poder lograr uno de mis sueños mas anhelados, y por darme los padres más maravillosos del mundo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por brindarme la oportunidad de ser parte de ella y por ser parte de mi formación profesional.

Al Ing. René A. De la Cruz Rodríguez, por su extraordinaria y admirable asesoría, por su disponibilidad de atención, por sus conocimientos brindados que enriquecieron y sacaron adelante este trabajo de investigación, además de su amistad y confianza brindada. Gracias.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo, por su asesoría y útiles sugerencias en la elaboración de este trabajo. Gracias.

Al Ing. José Ángel De la Cruz Bretón, por el apoyo brindado en la elaboración de este trabajo de investigación. Gracias.

Al Ing. Modesto Colin Rico, por su valiosa colaboración en la elaboración de este trabajo

A la Ing. Martina De la Cruz Casillas, por su desinteresada y valiosa participación en la revisión de este trabajo.

A la Lic Sandra López Betancourt, por su gran apoyo otorgado para la realización de este trabajo de investigación además de su amistad y confianza brindada.

A mi novia Elvira por compartir días de tristezas y alegrías, por contar contigo en todo momento, por tu apoyo y amor que me demuestras cada día.

A todos mis maestros por trasmitirme sus conocimientos los cuales forman parte de mi formación profesional.

A mis compañeros de generación y en especial a mis amigos: Alfredo, Armando, Jimmy, Luis, Isidro, Alejandro, Gerardo, Jacobo, Santiago, Jorge Campos, José Manuel, Artemio, Juan Pablo, Miguel, Osman, Oguer, Fredy, William, Dagoberto, Viviana, Yanet, Lainer, Rubio, a todos ellos por la amistad que siempre ha existido entre nosotros, por todos esos momentos tan felices que hemos compartido.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES.**

**Jorge Saúl García Escandón**

**Neri Dean Sanchez**

Por haberme dado la mejor herencia que se le puede dar a un hijo, mi formación profesional, por todo el amor y confianza que me han brindado en toda mi vida, por todos esos consejos llenos de sabiduría que me han ayudado a seguir el camino correcto, por ser el principal pilar que ha permitido mantenerme siempre de pie y por ser los mejores padres del mundo. Los quiero mucho, Dios me los bendiga siempre.

### **A MIS HERMANITAS.**

**Edith Guadalupe**

**Marli Arilu**

**Cruz Georgina**

A quines con mucho cariño y amor al igual que mis padres me dieron su amor, confianza y sus consejos en todo momento, les dedico esta mata alcanzada por ser las personas más importantes y con quienes he compartido momentos de alegría y tristeza en el trayecto de mi vida.

### **A MI SOBRINO.**

Jorge Daniel Ordóñez García, por que al llegar tú, trajiste la felicidad a nuestro hogar, por que eres una personita muy importante en nuestras vidas.

### **A MIS ABUELITOS.**

En especial a: Lili Escandon y Blanca Sánchez, por haberme dado unos padres tan maravillosos, que siempre se han preocupado por darnos lo mejor en la vida, tanto a mí como a mis hermanitas.

### **A TODA MI FAMILIA**

Que de alguna u otra forma contribuyeron en mi carrera profesional en especial a mi tía Martha Escandón García por el amor y apoyo que siempre me ha brindado.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pagina.
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	iv
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	v
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
OBJETIVOS.....	4
HIPÓTESIS .....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
SEMILLA.....	5
PRODUCCIÓN DE PLANTULA DE TOMATE .....	5
Siembra.....	6
Preparación de la Semilla y Método de Siembra.....	6
GERMINACIÓN .....	7
Condiciones para la Germinación.....	7
TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTULA DE TOMATE.....	8
Selección del Material (Charolas).....	9
CALIDAD DE PLANTULA .....	9
TRASPLANTES .....	12
Ventajas de los Trasplantes .....	13
Desventajas de los Trasplantes de Almacigo .....	14
ACONDICIONAMIENTO NUTRITIVO .....	15
REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	16
Hormona Vegetal.....	16
Sensibilidad a Hormonas.....	16
EFECTO DE LAS HORMONAS EN PLANTAS .....	17
Auxinas .....	17
Giberelinas.....	18
Citocininas .....	18
Etileno.....	18
Ácido Abscísico.....	19

BIOZYME PP -----	19
Efectos Biológicos-----	20
PROTEINA ANIMAL DE LOMBRIZ-----	21
PROTEINA -----	24
AMINOÁCIDOS-----	25
Lista de Aminoácidos Presentes en la Proteína de Lombriz y Función de cada uno de ellos -----	27
Alanina -----	27
Arginina -----	27
Ácido Aspártico -----	27
Cisteína -----	27
Ácido Glutámico -----	27
Glicina -----	28
Histidina-----	28
Isoleucina-----	28
Leucina-----	28
Lisina -----	28
Metionina -----	28
Fenilalanina -----	29
Prolina-----	29
Serina -----	29
Treonina -----	29
Triptófano-----	29
Tirosina -----	29
Valina-----	30
<b>MATERIALES Y MÉTODOS -----</b>	<b>31</b>
UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO -----	31
MATERIAL GENÉTICO -----	31
DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS -----	32
ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO-----	33
INFORMACIÓN GENERAL DE LOS PRODUCTOS-----	34



Proteína-----	34
Biozyme pp -----	34
<b>OBTENCIÓN DE LA PROTEÍNA</b> -----	<b>35</b>
<b>FERTILIZACIÓN</b> -----	<b>35</b>
Solución Concentrada “A” -----	35
Solución Concentrada “B” -----	36
<b>VARIABLES EVALUADAS</b> -----	<b>36</b>
Germinación -----	37
Longitud de Plántula-----	37
Diámetro de Tallo -----	37
Número de Hojas por Planta -----	38
Longitud de Raíz -----	38
Peso Fresco de Follaje -----	38
Peso Fresco de Raíz -----	38
Peso Seco de Follaje -----	39
Peso Seco de Raíz -----	39
<b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b> -----	<b>39</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> -----	<b>41</b>
Germinación -----	42
Longitud de Plántula-----	43
Diámetro de Tallo -----	45
Número de Hojas-----	46
Longitud de Raíz -----	47
Peso Fresco de Follaje -----	48
Peso Fresco de Raíz -----	50
Peso Seco de Follaje -----	51
Peso Seco de Raíz -----	52
<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>54</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> -----	<b>55</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> -----	<b>56</b>
<b>CITAS DE INTERNET</b> -----	<b>58</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
2.1 Tamaño de Cavidades de Charolas de Poliestireno para Producción de Plántula bajo Invernadero .....	9
2.2 Composición Porcentual del Biozyme pp.....	20
2.3 Composición de Aminoácidos en la Proteína de algunas Harinas (gramos de aminoácidos/100 grs de proteína.....	22
2.4 Contenido de Vitaminas en la Harina de Lombriz.....	22
2.5 Análisis Proximal de Lombriz de Tierra ( <i>Helodrilus foetidus</i> Roja Híbrida).....	23
2.6 Concentración Mineral en la Lombriz de Tierra ( <i>Helodrilus foetidus</i> Roja Híbrida) Liofilizada.....	23
4.1 Cuadrados Medios y Significancia del Análisis de Varianza para cada una de las Variables.....	41

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
4.1 Germinación de Semilla de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	42
4.2 Velocidad de Germinación de Semilla de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	43
4.3 Altura de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	44
4.4 Velocidad de Crecimiento de Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	45
4.5 Diámetro de Tallo de las Plántulas de Tomate en mm.....	46
4.6 Número de Hojas Verdaderas de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	47
4.7 Longitud de Raíz de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	48
4.8 Peso Fresco de Follaje de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	49
4.9 Peso Fresco de Raíz de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	50
4.10 Peso Seco de Follaje de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	51
4.11 Peso seco de Raíz de las Plántulas de Tomate, Tratadas con Proteína de Lombriz.....	52

## INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo del tomate es de suma importancia ya que está comprendido dentro de la dieta alimenticia, para consumo en fresco o procesado, además como generador de divisas por que su manejo produce una gran cantidad de jornales por hectárea (Valadez,1998).

Según cifras de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la superficie sembrada de jitomate en el año 2003 fue de 50,684,.55 ha. (anuario estadístico 2003).

Tomando en cuenta lo anterior se requeriría producir entre 1,013,691,000 y 1,267, 113,750 plántulas para cubrir la superficie sembrada tomando como referencia una densidad de población entre 20,000 y 25,000 plantas por hectárea.

Para seguir aumentando los niveles de producción es necesario producir plántulas que resistan los rigores de manejo, sobrevivan al estrés del movimiento de ambientes protegidos hacia ambientes de campo, queden establecidas y reinicien el crecimiento activo inmediatamente después del trasplante, produzcan rendimientos aceptables sin reducciones ni retrasos comparativos con métodos alternativos de establecimiento (Latimer y Beverly, 1993).

Muchos productores han cambiado la siembra directa por el trasplante por que dá poblaciones más homogéneas, cosechas más tempranas y maduración uniforme de las plantas, para esto hay que seleccionar la semilla adecuada, el medio de crecimiento y calidad de agua (Hassell, 1994).

Para conseguir un crecimiento satisfactorio de las plántulas, es necesario un suministro adecuado y constante de elementos nutritivos al medio de cultivo la composición y la frecuencia de aplicación de la solución al medio de cultivo determinan el estado nutritivo, y por tanto el crecimiento de las plántulas (Guzmán, 1992).

Siempre se están buscando nuevas alternativas de producir plántula y que ésta sea de mayor calidad lo cual conllevaría a tener una mayor tolerancia al trasplante por lo anterior se ha hecho uso de sustratos, se han establecido rigurosos calendarios de fertilización, aplicación de pesticidas, así como de algunos otros productos como los elaborados a base de hormonas y ácidos húmicos etc.

Ayala (2005) en su trabajo de investigación (efecto de la proteína animal y abonos orgánicos sobre la germinación de semilla deteriorada y desarrollo de plántulas de tomate) encontró que la proteína generó una respuesta favorable en el porcentaje de germinación (plántulas normales) y también incrementó la variable porciento de plántulas anormales, la mayor concentración generó una mayor respuesta, en el caso de plántulas

anormales debido a que se utilizó semilla deteriorada, la proteína generó un mayor número de plántulas anormales por lo que a esta semilla la obligó a germinar pero sin la fuerza suficiente para desarrollar una planta normal al momento de la evaluación, pero estas plántulas pueden tener la capacidad de desarrollarse normalmente si se dejaran más tiempo o si se utilizara semilla menos deteriorada.

Debido a lo anterior se diseñó el presente trabajo con la aplicación de proteína para producción de plántula ya que se asume que la proteína podría incrementar la respuesta por parte de la plántula obteniendo plántulas de mayor calidad. Por lo cual, este trabajo de investigación tiene los siguientes:

## **OBJETIVOS**

- Evaluar el efecto de proteína de lombriz en el crecimiento y desarrollo de plántula de tomate.
- Aplicar diferentes dosis de proteína de lombriz en el riego para determinar la mejor.

## **HIPÓTESIS**

- La aplicación de proteína lombriz generara una respuesta favorable en las plántulas de tomate.
- Al incrementar las dosis de proteína de lombriz se incrementara la respuesta por parte de la planta.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### **Semilla**

En términos agronómicos y comerciales se conoce como semilla a toda clase de granos, frutos y estructuras más complejas (unidad semilla) que se emplean en las siembras agrícolas. Y desde el punto de vista de la Botánica, una semilla verdadera es un embrión en estado latente, acompañado o no de tejido nutricional y protegido por el episperma (Moreno, 1996)

Camacho (1994) define a la semilla en un sentido Botánico estricto, como un óvulo fecundado, independiente de la planta madre, que ha madurado hasta adquirir la diferenciación y capacidad fisiológica para originar un nuevo vegetal.

### **Producción de Plántula de Tomate**

La producción de plántulas de tomate en bandejas tiene ventajas, entre las que se mencionan (Casseres, 1981).

- Uso eficiente de la semilla.



- Producción de plántulas de excelente calidad (sanas, con buen desarrollo foliar y radicular).
- Fácil manejo de las plántulas a la hora del trasplante.
- Disminución de pérdida de plántulas.
- No se provoca daño a las raíces a la hora del trasplante.
- Puede trasplantarse a cualquier hora del día.

### **Siembra**

Para garantizar el número requerido deberá considerarse un 3 % adicional de semillas al momento de la siembra. La semilla deberá colocarse en el centro de la celda, a una profundidad del doble de su tamaño. Al sembrarla a mayor profundidad se tiene problemas con la emergencia; y con siembras a menor profundidad se corre el riesgo de que la semilla quede descubierta al aplicar el riego. La emergencia ocurre a los 6 u 8 días después de la siembra.

### **Preparación de la Semilla y Método de Siembra**

Para mejorar la germinación, se utilizan reguladores del crecimiento (auxinas, citoquininas y ácido giberélico) a razón de 20 gr por libra de semilla. Además de acelerar el proceso, proporciona una emergencia uniforme. La siembra se puede hacer manual o mecánicamente, la primera consiste en adiestrar especialmente personal femenino, por ser más cuidadoso, se coloca al centro de la cavidad a una profundidad de 7-8 mm.

Cuando se hace mecánicamente, el método mas utilizado es el de succión de aire, está provista de orificios, tantos como tenga la charola, se coloca la semilla en el depósito y el aire jala una semilla a cada hoyo y automáticamente a cada cavidad de la charola le corresponde la semilla de cada orificio. Una vez colocadas las semillas, se procede a taparlas con el sustrato para ponerlas a germinar.

## **Germinación**

Salisbury y Ross (1994) definen la germinación como la protrución de la radícula a través del tegumento seminal y el subsecuente desarrollo de la plántula.

Camacho (1994), menciona que la germinación es el proceso mediante el cual un embrión adquiere el metabolismo necesario para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que la convertirán en una planta adulta.

### **Condiciones para la Germinación**

Para que la germinación dé inicio se deben llenar tres condiciones:

1); La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar.

2); Las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación, esto es, deben de haber desaparecido las barreras físicas o químicas para la germinación.

3); La semilla debe encontrarse en las condiciones ambientales apropiadas, los requerimientos fundamentales son la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y a veces luz. Hartmann y Kester, (1982)

### **Tecnología para la Producción de Plántula de Tomate**

Casseres (1981), designa el término plántula a la planta pequeña producida por semilla, de pocas semanas de edad, y que se utilizan en los cultivos de trasplante para establecer el plantío definitivo en campo.

Según Sánchez (2000), señala que en los últimos años se ha dado énfasis particular al uso eficiente del tiempo, del espacio y del personal a través de la mecanización. Toda la investigación está orientada para obtener la mejor calidad y uniformidad del producto y a evitar pérdidas en la producción. Menciona, además, que para la producción de plántulas de calidad es necesario disponer de equipo e infraestructuras idóneas, no necesariamente las más caras o sofisticadas, pero sí que halla un buen funcionamiento tanto del equipo de riego, buena siembra, sistema de iluminación, control de temperatura, fertilización, humedad del sustrato y del ambiente.

## **Selección del Material (charolas)**

Debido al elevado costo de la semilla, últimamente se le ha dado una gran importancia, tratando de darle las condiciones óptimas a cada semilla para obtener un mejor aprovechamiento de ella, y debido a los altos costos de híbridos que el productor utiliza en las diferentes fechas y regiones del país. Con la integración de sistemas tecnológicos más eficientes en las regiones productoras, se ha generalizado el uso de charolas de unicel o polietireno de distintas medidas, cavidades, grosor y densidad del material, siendo las más comunes y por calidad de planta a que dan origen las siguientes: normalmente de 13 pulgadas por 26 pulgadas de largo (Sánchez, L. A., 2000).

Cuadro 2.1 Tamaño de cavidades de charolas de polietireno para producción de plántula bajo invernadero (Sánchez, L. A., 2000).

# DE CAVIDADES DE CHAROLAS	TAMAÑO	
128	29 X 16	pulgadas
200	29 X 16	pulgadas
338	29 X 16	pulgadas
338	1 11 X 16	pulgadas

## **Calidad de Plántula**

Más del 90% de los cultivos agrícolas son propagados por semilla y ellas son los portadores primarios de los recursos genéticos y de los nutrimentos para el primer estadio de crecimiento. Si bien es básico contar con un potencial genético adecuado, (de lo cual se ocupan las empresas productoras de semillas), es igualmente básico suministrarle a las semillas

las condiciones óptimas para la expresión máxima de ese potencial (Wageningen, 1994).

El principal objetivo de cualquier semillero es el de producir plántulas de calidad para lo que se dá una importancia casi exclusiva al aspecto sanitario de la planta siempre que tenga un tamaño y un vigor adecuado; es decir que solo se atiende al aspecto externo de la planta lo que se llama calidad percibida. Para definir la calidad de una manera más objetiva, además del aspecto externo habría que tener muy en cuenta la respuesta que estas plántulas ofrecen tras ser transplantadas. De esta forma habría que decidir que atributos de la planta son los más favorables para obtener una mayor producción, de la mejor calidad posible y en un momento adecuado para conseguir los mejores precios en el mercado. Ésta puede realizarse asignando valores a los órganos que la constituyen: raíz, tallo y hojas; relacionando finalmente parámetros fácilmente medibles en el semillero con la respuesta que esta planta tiene en cultivo una vez transplantada (Hoyos, 1996).

En la actualidad no se evalúan estos parámetros en las plántulas sino que los agricultores atienden otros aspectos tales como: precio unitario, homogeneidad de la partida, aprovechamiento máximo de las semillas, estado y pasaporte fitosanitario, puntualidad, rapidez y eficiencia en la entrega que permitan minimizar el deterioro durante el transporte. Sin embargo, este no recibe garantías del comportamiento de las plántulas

una vez transplantada, y la responsabilidad del semillero termina una vez entregada la plántula (Domingo, 2000).

Una planta de calidad se distingue por tener tamaño de 7 a 12 cm, dependiendo de la especie, vigorosa, de una altura, ausencia clorosis, buen desarrollo radicular y libre de plagas y enfermedades (Leskovar, 1998).

El éxito de un cultivo depende esencialmente de su instalación en el lugar definitivo, por lo que debe utilizarse material vegetativo de buena calidad, es decir, morfológicamente bien desarrollado.

La respuesta al trasplante depende de varios factores, principalmente de la especie y del estado de desarrollo de la planta y específicamente de la relación entre el área foliar y la longitud y grado de suberización de las raíces y de las condiciones ambientales tras la plantación (Rosa, 1996).

Las plántulas de especies hortícolas que crecen en condiciones de invernadero, con altos niveles de humedad relativa, escaso movimiento del aire, temperaturas elevadas, y por consiguiente con escaso déficit de presión de vapor, se encuentran en condiciones de una altísima densidad de población y suministros hídricos y nutritivos adecuados. En estas condiciones el patrón de crecimiento predominante se realiza en altura y como consecuencia las plántulas resultan etioladas (Wien, 1997). Cuando estas plántulas se transfieren al lugar definitivo de producción, se muestran más susceptibles a sufrir daños mecánicos durante las labores

de trasplante y manifiestan elevados niveles de estrés postrasplante. Por estos motivos, obtener plántulas de menor altura y mas endurecidas antes del trasplante se ha convertido en el objetivo de investigaciones recientes que podemos englobar bajo el término de acondicionamiento.

### **Trasplantes**

León y Arosemena (1980), mencionan que el trasplante se realiza a los 30 o 35 días en verano o 40 a 45 días en invernadero, después de la siembra. A esta edad las plantas deben de tener una altura aproximada de 20 cm, con buen vigor que permita extraerlas de la charola sin causar ningún daño a las raíces. Previo al trasplante, con el surco ya marcados, se da un riego a capacidad de campo, los surcos se rastrillan para romper la capa superficial del suelo y en seguida se marcan los orificios para el trasplante según la variedad de que se trate

Campos (1971), menciona que se recomienda hacer el trasplante por las mañanas cuando aún no calienta el sol. Y al momento de colocar las plántulas en el surco se debe tener cuidado de no hacer bolas las raíces, sino que queden completamente extendidas y en completo contacto con la tierra.

Los productores deben de procurar los trasplantes de tallo grueso y recto con hojas bien desarrolladas, que no estén ni enchinadas ni fruncidas.

El enchinamiento de las hojas puede indicar que la planta ha sido sometida a restricción de agua para controlar su crecimiento en el invernadero, lo cuál puede retrasar su establecimiento en el campo. El fruncido de las hojas en trasplantes de chiles o de tomate puede indicar que han sido expuestos ha temperaturas de congelación que también pueden reducir el desarrollo temprano (Gartón, 1995).

Las raíces deben ser blancas, gruesas y deben llenar el cepellón desde la superficie hasta el fondo. Las raíces deben estar decoloradas y sino se extienden hasta el fondo del cepellón ello, puede, deberse a que las plantas has sido sujetas a humedad restringida lo cual podría retrasar el enraizado en el campo (Gartón, 1995).

### **Ventajas de los Trasplantes**

Las principales ventajas del trasplante sobre la siembra directa incluye el menor costo y uso de semillas, uso de especies con dificultad en la germinación, uniformidad en el crecimiento, floración temprana y precocidad en la producción.

El buen manejo de los trasplantes, significa la primera oportunidad para elevar el rendimiento y la calidad. Sin ir muy lejos, se puede decir que la característica más importante de los trasplantes, es que nos permite verificar el potencial productivo, que se mide por el porcentaje de germinación y la ausencia de enfermedades fungosas o virales.



Adicionalmente, los trasplantes nos facilitan el manejo de la densidad y sirve también para regular el crecimiento herbáceo en las primeras etapas del cultivo, el cual no deberá ser excesivo.

Otra ventaja de los trasplantes, es que se puede aplicar soluciones esenciales para proteger a las raíces y al mismo tiempo, se pueden modificar las condiciones climáticas en el interior del invernadero, para darle a los tejidos de la planta una mayor resistencia, que le ayude a tolerar los cambios de temperatura en el momento de la transición (Mojarro, 1997).

### **Desventajas de Trasplantes de Almacigo**

Este sistema permite una siembra rápida y por lo consiguiente, con reducidos costos, pero tiene varios inconvenientes, algunos de los cuales valdrá la pena citar:

- Gasto de semillas, sobre todo cuando se trata de híbridos de costo elevados.
- Dificultad para crear las condiciones del medio para una germinación y emergencia homogéneas.
- La alimentación al trasplantar con raíz desnuda, al arrancar la planta, se destruye en parte el sistema radicular, que tiene como consecuencia una crisis a causa del trasplante que a veces se

prolonga 15 días, atrasando el crecimiento y desarrollo de las plantas y originando eventualmente fallos en la implantación del cultivo (Rosa, 1996).

### **Acondicionamiento Nutritivo**

Para un crecimiento satisfactorio de las plántulas es necesario un suministro de elementos nutritivos. La composición y frecuencia de aplicación determinan el estado nutritivo, resulta posible controlar la velocidad de crecimiento de las plántulas, controlando la concentración de elementos nutritivos en la solución se han utilizado dos aproximaciones como método de control: mantener las plántulas con velocidades de crecimiento bajas durante las etapas iniciales de crecimiento posteriores a la emergencia y elevar los niveles de nutrientes en la etapa de acondicionamiento previa al trasplante para activar el reinicio del crecimiento posterior, el más frecuentemente utilizado es el que sigue la estrategia contraria, ninguno de estos métodos plantean la posibilidad de modificar los equilibrios en la solución nutritiva en aquellos elementos que dirigen el crecimiento de la plántula hacia modificaciones significativas en la compartimentación de la biomasa generada.

## **Reguladores de Crecimiento**

### **Hormona Vegetal**

Es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de la planta y que se transloca a otra parte en donde a concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica. Con frecuencia las hormonas son eficaces a concentraciones cercanas a  $1\mu\text{M}$

En la actualidad solo son reconocidos 5 grupos de hormonas que incluyen cuatro auxinas, 84 giberelinas, varias citocininas, ácido absísico y etileno.

### **Sensibilidad a Hormonas**

En los ochentas se insistió que la sensibilidad diferencial es más importante que la concentración, ahora tanto sensibilidad como concentración reciben igual atención en los estudios de acción hormonal, se sabe que para que las hormonas sean activas deben estar presentes tres partes de un sistema:

- En primer lugar la hormona debe encontrarse en cantidad suficiente en las células adecuadas.

- En segundo lugar la hormona debe ser reconocida y capturada por cada uno de los grupos de células blanco.
- En tercer lugar la proteína receptora debe causar algún cambio que conduzca a la amplificación de la señal. De hecho pueden presentarse varios procesos de amplificación en secuencia antes de la respuesta (Salisbury y Ross, 1994)

La transcripción de genes que codifican a enzimas en una vía biosintética se reprime cuando el producto final de la vía está presente en el medio en el que las células están creciendo. Un ajuste más rápido regulador del metabolismo ocurre a nivel de actividad enzimática; la presencia de concentraciones suficientes de un producto final resulta en la inhibición de la primera enzima de la vía a este fenómeno también se le conoce como inhibición por retroacción (Gardner, 1998).

## **Efecto de las Hormonas en Plantas**

### **Auxinas**

Las acciones fisiológicas de las auxinas son:

- Actúan en la Mitosis.
- Alargamiento celular.
- Formación de raíces adventicias.
- Dominancia Apical.

- Diferenciación de xilema.
- Inhibición del crecimiento radical en concentraciones bajas.

### **Giberelinas**

Las acciones fisiológicas de las giberelinas son:

- Controlan el crecimiento y elongación de los tallos.
- Estimulan germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula.

### **Citocininas**

Efectos Fisiológicos

- La estimulación de la germinación de semillas.
- División celular y formación de órganos.
- Desarrollo de yemas laterales.
- Reemplazo de luz roja en germinación de semillas fotoblásticas.

### **Etileno**

Efectos Fisiológicos

- Senescencia de órganos.
- Epinastía.
- Hipertrofias.
- Exudación de resinas, latex y gomas.

- Apertura del gancho plumular.
- Inducción de raíces.
- Inhibición del crecimiento longitudinal.

### **Ácido Abscísico**

Funciones fisiológicas

- Inhibidor en la germinación de semillas de muchas especies.
- Inhibe la división celular.
- Causa el cierre de los estomas.
- Inhibe el crecimiento.

### **Biozyme pp**

Es un estimulante de germinación y principio de desarrollo.

Polvo plus.

Producto registrado.

Cuadro 2.2 Composición porcentual del Biozyme pp.

<b>Composición porcentual</b>		<b>Porcentaje en peso</b>
<b>Ingredientes activos:</b>		
Extractos de origen vegetal y fitohormonas biológicamente activas.		27.5 %
Giberelinas.	28.50 ppm	
Ácido indolacético.	12.25 ppm	
Zeatina.	47.80 ppm	
Caldo del extracto (equivalente a 272.44 g/kg)		27.24 %
Materia orgánica del extracto (equivalente a 2.5 gr/kg)		0.26 %
<b>Ingredientes inertes:</b>		
Diluyentes y acondicionadores		72.5%
Total		100.0 %

### **Efectos Biológicos**

La acción biológica del Biozyme, se puede observar a través de un bioensayo en tratamiento de germinación de semillas o en aspersión al follaje.

Biozyme polvo. Se aplica para inducir una mayor velocidad de germinación, mejor desarrollo radical y de plúmula para dar protección en condiciones adversas en sus primeras etapas de desarrollo (Bionzymas, S.A. 1981<sup>a</sup>; Gaceta Agrícola, 1980).

Biozyme líquido. Este compuesto se aplica en aspersión al follaje. Se observa el rompimiento de dominancia apical, uniformidad en la floración, mayor cuajado de frutos; en algunas especies retarda en cierto grado el envejecimiento de las hojas, estimula la inducción floral, mejora la calidad de

los granos y hace que la planta manifieste a su máximo el potencial genético natural (Bioenzimas, S.A., 1981b; Gaceta Agrícola, 1981)

### **Proteína Animal de Lombriz**

Reines *et al* (1998), afirma que la proteína de lombriz contiene los 20 aminoácidos fundamentales y los 10 aminoácidos esenciales (Cuadro 2.4). Esto le confiere una gran importancia en la alimentación pues aparentemente cubre requerimientos proteicos en dietas animales y humanas. Existen pocas diferencias entre el porcentaje de aminoácidos de la proteína de lombriz, pescado y carne de res, y en algunos casos supera a estas últimas. Martínez (1999), señala que también es rica en vitaminas particularmente niacina riboflavina. El cuadro 4 muestra el contenido de vitaminas de la harina de lombriz.



Cuadro 2.3 Composición de aminoácidos en la proteína de algunas harinas (gramos de aminoácidos/100 g de proteína)

Aminoácidos	E. Foetida	Pescado	Res	FAO/OMS <sup>+</sup>
Alanina	5.4	----	----	----
Arginina*	7.3	6.7	6.5	----
Ácido aspártico	10.5	----	----	----
Cisteína	1.8	1.1	1.3	2.0
Ácido Glutámico	13.2	14.8	13.8	----
Glicina	4.3	4.0	7.5	----
Histidina*	3.8	2.0	2.5	----
Isoleucina*	5.3	3.6	6.0	4.2
Leucina*	6.2	6.5	8.4	10.4
Lisina*	7.3	6.9	10.4	4.2
Metionina*	2.0	1.5	3.0	2.2
Fenilalanina*	5.1	3.5	4.2	2.8
Prolina	5.3	----	----	----
Serina	5.8	----	----	----
Treonina*	6.0	3.3	4.6	2.8
Triptofano*	2.1	0.5	1.1	1.4
Tirosina	4.6	1.6	3.0	2.8
Valina*	4.4	4.7	5.7	4.2

Fuente: Reines et al 1998

<sup>+</sup>FAO/OMS. Requerimientos mínimos de alimentos para los seres humanos(Vázquez, 1987)

\*Esenciales para el hombre (tomado de Holmin, 1988)

Cuadro 2.4 Contenido de vitaminas en la harina de lombriz

Vitaminas	mg/kg
Niacina	358
Riboflavina	147
Ácido pantoténico	16
Tiamina	15
Piridoxina	2
Cianocobalina	4
Ácido fólico	0.5
Biotina	0.35

Fuente: Edwards C.A. 1985; Citado por (Martínez, 1999)

Cuadro 2.5 Análisis proximal de lombriz de tierra (*helodrilus foetidus* Roja Híbrida).

COMPONENTE (%)	FUENTE		
	(1)	(2)	(3)
Proteína cruda	64.86	63.40	60.00
Fibra cruda	0.75	2.00	1.94
E. etéreo	8.65	9.79	4.81
Cenizas	4.58	8.30	9.57
E.L.N.	21.16	16.51	23.68

(1) Abe *et al.*, (1977).

(2) Muestra de lombrices obtenidas en la granja “El Refugio”, Buenavista, Saltillo, Coah., 1980. El análisis se realizó en el Laboratorio de bioquímica y Nutrición Animal de la UAAAN. No se lavó el tracto digestivo de las lombrices.

(3) Muestra de lombrices obtenidas en la granja “El Refugio”, Buenavista, Saltillo, Coah., 1981. El análisis se realizó en un Laboratorio privado. No se lavó el tracto digestivo de las lombrices

Cuadro 2.7 Concentración mineral en la lombriz de tierra (*helodrilus foetidus* Roja Híbrida) liofilizada.

MINERAL	%	PPM
Aluminio		184.2
Calcio	0.28	
Cobre		14.3
Hierro		414.3
Magnesio	0.14	
Manganeso		32.5
Fósforo	0.66	
Potasio	0.73	
Sodio	0.72	
Zinc		136.5

(de Abe *et al.*, 1977).

## **Proteína**

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de elevado peso molecular. Contienen, al igual que las grasas y los carbohidratos, oxígeno, carbono e hidrógeno, pero todas ellas tienen además nitrógeno y muchas de ellas azufre. Además, se caracterizan porque provienen de cadenas de aminoácidos caracterizados por un radical amino ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ) en su estructura.

Todas las células vivas contienen proteínas, que están íntimamente relacionadas con los procesos activos que constituyen la vida de la célula. Cada especie animal tiene sus proteínas específicas, y en un solo organismo se encuentran gran número de proteínas distintas, de donde se deduce que hay un elevado número de proteínas naturales.

Las plantas y muchos microorganismos son capaces de sintetizar proteínas a partir de compuestos nitrogenados simples, tales como los nitratos.

Las plantas pueden sintetizar proteínas a partir del dióxido de carbono, agua y compuestos inorgánicos nitrogenados (Rakoff, 1990).

El estrés tanto a altas como bajas temperaturas, baja humedad, neblina, ataques por plagas, granizos, inundaciones tienen un efecto negativo en el metabolismo de la planta con una reducción en la calidad y

cantidad del cultivo. Las aplicaciones de aminoácidos, durante y después de las condiciones de estrés proveen a la planta de mayor concentración de los mismos y consecuentemente una mejor recuperación del efecto negativo en la misma (Priyachem, 2003).

Los aminoácidos de absorción radicular son: aspártico, arginina, metionina, triptofano y valina; los de absorción foliar: La prolina: regula la presión osmótica y la glicina, es precursor de sustancias constituyentes de la clorofila, por lo que desempeña un papel muy importante en la fotosíntesis (García, 2000).

Las acciones de los aminoácidos son: acortan el ciclo normal de la síntesis de proteínas y lo independizan de los factores ambientales cuando son desfavorables, adelantan la maduración, mejoran la absorción de microelementos por la planta debido a su acción complejante, fortalecen los cultivos en condiciones adversas, presentan un rápido efecto de choque, proporcionan una maduración uniforme y dan como resultado una mejor traslocación de fertilizantes y productos fitosanitarios cuando se mezclan con ellos, ya que aceleran su absorción por las hojas (Alarcón, 2000)

### **Aminoácidos**

Los aminoácidos son sustancias compuestas por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. Son compuestos cristalinos que contienen un grupo ácido débil, carboxilo (-COOH) y un grupo básico débil, amina (-NH<sub>2</sub>), unido

al carbono  $\alpha$  (el carbono  $\alpha$  de un ácido orgánico es aquel inmediato al carboxilo). Se les denomina, por tanto,  $\alpha$ -aminoácidos y se considera que son neutros.

Estas son las características generales, naturalmente aparecen excepciones como el que en la molécula existe algún tipo de ácidos más, que dá lugar a los denominados aminoácidos ácidos, o que prestan algún grupo amino más, los denominados aminoácidos básicos, o que incluso incorporan en la estructura molecular otros elementos, como el azufre (S) y que se denominan aminoácidos azufrados, o que en lugar de tener una estructura molecular lineal tenga una configuración cíclica en la que se sitúan los aminoácidos aromáticos y los denominados aminoácidos de cadena, así como también, que la posición del grupo no sea en  $\alpha$ . Finalmente la prolina, que en realidad no es un  $\alpha$ -aminoácido, pues el carbono adyacente al de la función carboxilo posee un grupo imino ( $=NH$ ); por tanto, la prolina es un iminoácido.

Los aminoácidos son los componentes básicos de las proteínas, pero para cada proteína, la secuencia, es decir el orden en que van ordenados los aminoácidos, es diferente. El número de secuencias posibles es tan grande que se explica la gran cantidad de proteínas diferentes.

## **Lista de Aminoácidos Presentes en la Proteína de Lombriz y Función de cada uno de ellos.**

**Alanina:** *Función:* Interviene en el metabolismo de la glucosa. La glucosa es un carbohidrato simple que el organismo utiliza como fuente de energía.

**Arginina:** *Función:* Está implicada en la conservación del equilibrio de nitrógeno y de dióxido de carbono. También tiene una gran importancia en la producción de la Hormona del Crecimiento, directamente involucrada en el crecimiento de los tejidos y músculos y en el mantenimiento y reparación del sistema inmunológico.

**Acido Aspártico:** *Función:* Es muy importante para la desintoxicación del Hígado y su correcto funcionamiento. El ácido L- Aspártico se combina con otros aminoácidos formando moléculas capaces de absorber toxinas del torrente sanguíneo.

**Cisteína:** *Función:* Junto con la L- cistina, la L- Cisteina está implicada en la desintoxicación, principalmente como antagonista de los radicales libres. También contribuye a mantener la salud de los cabellos por su elevado contenido de azufre.

**Acido Glutámico:** *Función:* Tiene gran importancia en el funcionamiento del Sistema Nervioso Central y actúa como estimulante del sistema inmunológico.

**Glicina:** *Función:* En combinación con muchos otros aminoácidos, es un componente de numerosos tejidos del organismo.

**Histidina:** *Función:* En combinación con la hormona de crecimiento (HGH) y algunos aminoácidos asociados, contribuyen al crecimiento y reparación de los tejidos con un papel específicamente relacionado con el sistema cardiovascular.

**Isoleucina:** *Función:* Junto con la L-Leucina y la Hormona del Crecimiento intervienen en la formación y reparación del tejido muscular.

**Leucina:** *Función:* Junto con la L-Isoleucina y la Hormona del Crecimiento (HGH) interviene con la formación y reparación del tejido muscular.

**Lisina:** *Función:* Es uno de los más importantes aminoácidos porque, en asociación con varios aminoácidos más, interviene en diversas funciones, incluyendo el crecimiento, reparación de tejidos, anticuerpos del sistema inmunológico y síntesis de hormonas.

**Metionina:** *Función:* Colabora en la síntesis de proteínas y constituye el principal limitante en las proteínas de la dieta. El aminoácido limitante determina el porcentaje de alimento que va a utilizarse a nivel celular.

**Fenilalanina:** *Función:* Interviene en la producción del Colágeno, fundamentalmente en la estructura de la piel y el tejido conectivo, y también en la formación de diversas neurohormonas.

**Prolina:** *Función:* Está involucrada también en la producción de colágeno y tiene gran importancia en la reparación y mantenimiento del músculo y huesos.

**Serina:** *Función:* Junto con algunos aminoácidos mencionados, interviene en la desintoxicación del organismo, crecimiento muscular, y metabolismo de grasas y ácidos grasos.

**Treonina:** *Función:* Junto con la con la L-Metionina y el ácido L- Aspártico ayuda al hígado en sus funciones generales de desintoxicación.

**Triptófano:** *Función:* Está implicado en el crecimiento y en la producción hormonal, especialmente en la función de las glándulas de secreción adrenal. También interviene en la síntesis de la serotonina, neurohormona involucrada en la relajación y el sueño.

**Tirosina:** *Función:* Es un neurotransmisor directo y puede ser muy eficaz en el tratamiento de la depresión, en combinación con otros aminoácidos necesarios.



**Valina:** *Función:* Estimula el crecimiento y reparación de los tejidos, el mantenimiento de diversos sistemas y balance de nitrógeno.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Ubicación del Experimento**

El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero número dos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25°22" de latitud norte, y 101°00" de longitud oeste, con una altura de 1743 msnm, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Dicho invernadero tiene las siguientes características: es un invernadero tipo túnel; la cubierta es una lámina de canal mediano, de acrílico laminado de un espesor de 1 mm, con una luminosidad de 80 a 85 %.

### **Material Genético**

La semilla utilizada en el presente estudio fue de la variedad Floradade de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

## **Descripción de tratamientos**

El trabajo consistió de 10 tratamientos con tres repeticiones cada uno, dichos tratamientos se presentan a continuación.

**T1=** Proteína de lombriz a dosis de 0.14 gr/200 semillas.

**T2=** Proteína de lombriz a dosis de 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a dosis de 1.5 gr/lt.

**T3=** Proteína de lombriz a dosis de 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a dosis de 3 gr/lt.

**T4=** Proteína de lombriz a dosis de 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a dosis de 4.5 gr/lt.

**T5=** Proteína de lombriz a dosis de 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a dosis de 6 gr/lt.

**T6=** Biozyme a dosis de 0.13 gr/200 semillas.

**T7=** Biozyme a dosis de 0.13 gr/200 semillas + proteína a dosis de 0.14 gr/200 semillas.

**T8=** Biozyme (0.13 gr/200 semillas) + proteína de lombriz (0.14 gr/200 semillas) + riego con proteína a dosis de 1.5 gr/lt.

**T9=** Biozyme (0.13 gr/200 semillas) + proteína de lombriz (0.14 gr/200 semillas) + riego con proteína 3 gr/lt.

**T10=** Testigo.

### **Establecimiento del Experimento**

Se realizó la siembra con semilla de tomate variedad floradade, esto el día 23 de Febrero del 2005 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato una mezcla de perlita, vermiculita y pro-mix, anterior a la siembra, las semillas fueron tratadas de acuerdo a cada tratamiento. Posteriormente se colocaron en el invernadero para su desarrollo, dándoles tres riegos con proteína de acuerdo a la concentración marcada en cada tratamiento, dando el primer riego a los 7 días después de haber emergido la

plántula, el segundo a los 14 y el tercero 35 días. La evaluación se llevo a cabo a los 45 días después de la siembra.

Los tratamientos a la semilla se realizó mediante la adición de extracto de zábila, con el cual se humedeció la semilla utilizando un atomizador con la finalidad de que el producto (proteína y Biozyme) se adheriera más fácilmente a la semilla. Una vez que la semilla fue sembrada, los tratamientos que incluían los riegos con proteína, esta se disolvió en un litro de agua de acuerdo a lo correspondiente a cada tratamiento y se aplicó a toda la charola de manera uniforme, utilizando una regadera.

### **Información General de los Productos**

#### **Proteína.**

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de elevado peso molecular. Contienen, al igual que las grasas y los carbohidratos, oxígeno, carbono e hidrogeno, pero todas ellas tienen además nitrógeno, y muchas de ellas azufre. Además, se caracterizan porque provienen de cadenas de aminoácidos caracterizados por un radical amino ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ) en su estructura.

### **Biozime pp.**

Es un producto de origen orgánico, destinado a la producción agrícola, contiene los elementos necesarios para estimular el crecimiento vegetal como enzimas, citocinas, auxinas, giberelinas y microelementos. Todos estos componentes se encuentran en Biozime en la producción adecuada para estimular las reservas bioquímicas y procesos fisiológicos de las plantas y obtener así mejores rendimientos, mejor calidad y mayor uniformidad en desarrollo.

### **Obtención de la Proteína**

Para esto se extrajeron las lombrices (*E. Foetida*), y se les dió una ligera lavada, posteriormente se pusieron a deshidratar en una estufa a 35 °C durante 48 hrs, una vez deshidratadas se molieron en un mortero y se tamizó a 0.2 mm.

### **Fertilización.**

Durante el desarrollo de las plántulas se hicieron aplicaciones de solución nutritiva siendo la misma para todos los tratamientos, estas

aplicaciones se iniciaron a partir de la aparición de las primeras hojas verdaderas, haciendo dos aplicaciones por semana. Dicha aplicación fue la correspondiente de acuerdo a la marcada por la FAO la cual se preparó a través de una mezcla de soluciones nutritivas madres o concentradas, llamadas “A” y “B” respectivamente, las cuales consiste en:

#### **Solución Concentrada “A”**

- Fosfato Mono Amónico 340 gramos
- Nitrato de Calcio 2.080 gramos
- Nitrato de Potasio 1.100 gramos

#### **Aforando a 10 litros**

#### **Solución Concentrada “B”**

- Sulfato de Magnesio 492 gramos
- Sulfato de Cobre 0,48 gramos
- Sulfato de Manganeso 2,48 gramos
- Sulfato de Zinc 1,20 gramos
- Ácido Bórico 6,20 gramos

- Molibdato de Amonio 0,02 gramos
- Quelato de Hierro 50 gramos

### **Aforando a 4 litros**

**Por cada litro de agua se agregaron 1,25 cc de solución “A” y 0,5 cc de solución “B”.**

### **Variables Evaluadas**

Para las variables a evaluar se tomaron 10 plántulas al azar, las variables a evaluar fueron: germinación, longitud de plántula, diámetro de tallo, número de hojas por planta, longitud de raíz, peso fresco de follaje y raíz y peso seco de follaje y raíz.

### **Germinación.**



Para esta variable se realizó un conteo a los 18 días después de haber realizado la siembra.

Para velocidad de crecimiento se realizo un conteo a los 13 días después de haber realizado la siembra una vez que ya se tuvieron la emergencia de las primeras hojas, continuando con conteos diarios durante cinco días más.

### **Longitud de Planta.**

Para esta variable se tomaron 10 plántulas al azar en donde se midió la altura de la plántula con una regla graduada y reportada en milímetros, tomando la altura desde la base del tallo hasta la parte superior del epicotilo.

### **Diámetro de Tallo.**

Para esta variable se uso un vernier, midiendo el diámetro del tallo de las plántulas a una misma altura (aproximadamente 1 cm arriba del cuello de la raíz).

### **Número de Hojas por Planta.**

Para esta variable se contaron todas las hojas presentes en cada plántula (solo hojas verdaderas).

### **Longitud de Raíz.**

Para esta variable se midió la longitud de la raíz principal, del cuello de la raíz hasta el extremo inferior de ésta y para esto se utilizó una regla graduada en milímetros.

### **Peso Fresco de Follaje.**

En esta variable, se tomó el peso de cada plántula utilizando una balanza analítica, colocándolas después en bolsas de papel perforadas para su posterior secado.

### **Peso Fresco de Raíz.**

Para esta variable se tomó el peso de cada raíz, utilizando una balanza analítica, colocándolas después en bolsas de papel perforadas para su posterior secado..

### **Peso Seco de Follaje.**

Se tomaron las mismas 10 plántulas utilizadas para peso fresco, las cuales fueron colocadas en la estufa dejándolas por 24 horas a una temperatura de 65 °C. y se les tomó el peso utilizando una balanza analítica.

### **Peso Seco de Raíz.**

Para esta variable se tomaron las mismas raíces utilizadas para peso fresco y se metieron a la estufa dejándolas por 24 horas a una temperatura de 65 °C. posteriormente se les tomó el peso con una balanza analítica.

## **Diseño Experimental**

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, analizando bajo el mismo diseño mediante el software de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 25 (Olivares, 1994).

El modelo estadístico lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + \sigma_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Efecto del valor observado.

$\mu$  = Efecto de la media.

$\sigma_i$  = Efecto de tratamientos.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

La comparación de medias se realizó mediante la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) con un nivel de significancia de  $P < 0.01$  %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el (Cuadro 4.1) se presentan los cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas. En dicho cuadro se encontró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para siete variables de las nueve evaluadas, a excepción de las variables germinación y longitud de raíz, además, se observa que los coeficientes de variación oscilaron entre 2.41 y 10.94 lo que nos indica que el trabajo se condujo adecuadamente y los resultados indican confiabilidad.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para cada una de las variables.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS								
		Germinación	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Número de Hojas	Longitud de Raíz (cm)	Peso Fresco de Follaje en gr.	Peso Fresco de Raíz en gr.	Peso Seco de Follaje en gr	Peso Seco de Raíz en gr.
<b>Tratamiento</b>	9	56.126 <sup>NS</sup>	3.046 <sup>**</sup>	0.128 <sup>**</sup>	0.386 <sup>**</sup>	0.102 <sup>NS</sup>	19.567 <sup>*</sup>	7.678 <sup>**</sup>	0.356 <sup>**</sup>	0.024 <sup>**</sup>
<b>C.M Error</b>	20	31.309	0.036	0.002	0.023	0.064	0.353	0.095	0.012	0.001
<b>C.V.</b>		7.23%	4.27%	2.41%	4.90%	3.33%	8.47%	9.17%	10.23%	10.94%

\*\* Nivel de Significancia (0.01%).

\* Nivel de Significancia (0.05).

NS No significativo

## Germinación

El análisis de varianza (Cuadro 4.1) no detectó diferencia significativa entre tratamientos, lo que indica que estadísticamente los tratamientos son iguales, sin embargo en la Fig. 4.1 se observó que la proteína de lombriz si incremento la germinación en algunos tratamientos, como por ejemplo, el tratamiento 3 y 7, tuvieron germinaciones de 81.09 y 81.59 %.

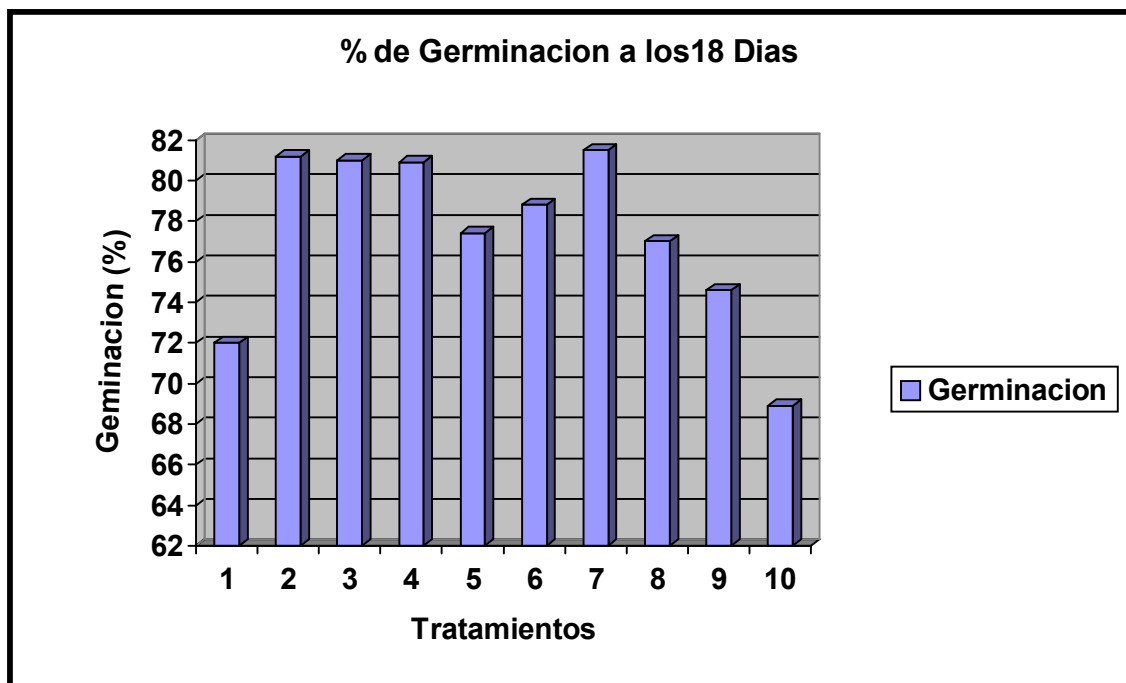


Fig 4.1 Germinación de semilla de tomate, tratada con proteína de lombriz.

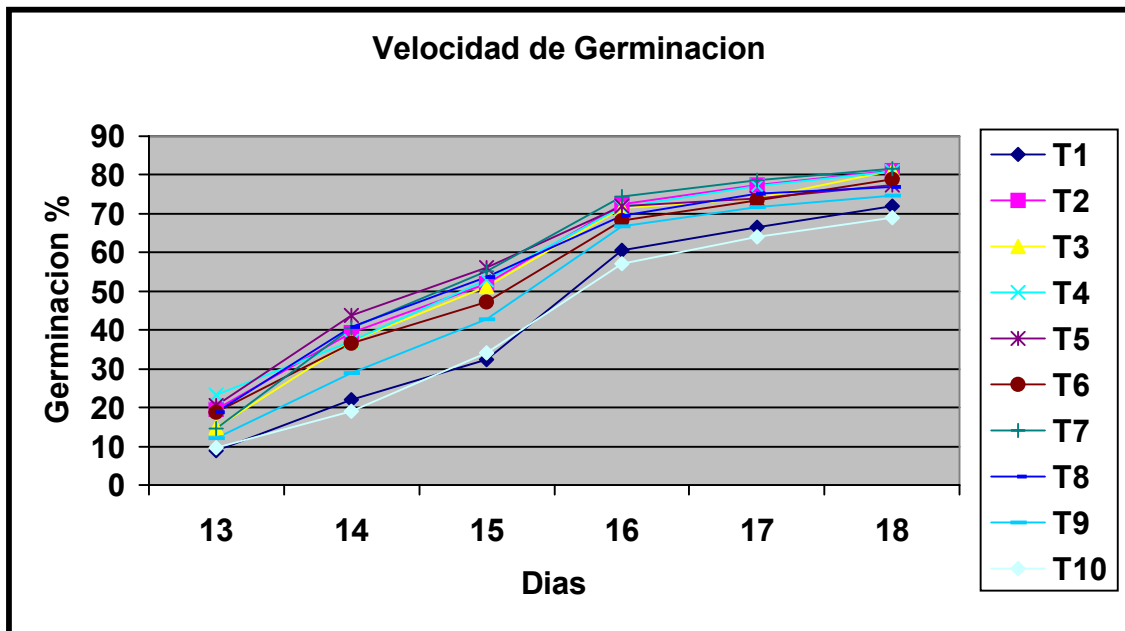


Fig 4.2 Velocidad de germinación de semilla de tomate tratada con proteína de lombriz.

### Longitud de Plántula

Para la longitud de plántula, se encontró que entre los tratamientos hubo alta significancia, ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 4.1), y al realizar la comparación de medias se observó que los tratamientos que presentaron mayor altura de plántula fueron el T5 (proteína de lombriz a 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a 6 gr/ltr) y T4 (proteína de lombriz a 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a 4.5 gr/ltr) con 6.35 y 6.04 cm; y los tratamientos con menor altura de plántula fueron, el T1 (proteína de lombriz a 0.14 gr/200 semillas), T7 (Biozyme a 0.13 gr/200 semillas + proteína 0.14 gr/200 semillas, T10 (testigo sin tratar) y T6 (Biozyme a 0.13 gr/200 semillas) con 3.71, 3.66, 3.64 y 3.59.

Se observa que la respuesta de la plántula fue mayor al incrementar la concentración de proteína de lombriz, esto se observa en la Fig. 4.4, en donde las seis lecturas de datos realizadas durante el desarrollo del cultivo, se pudo observar la velocidad de crecimiento de cada uno de los tratamientos.

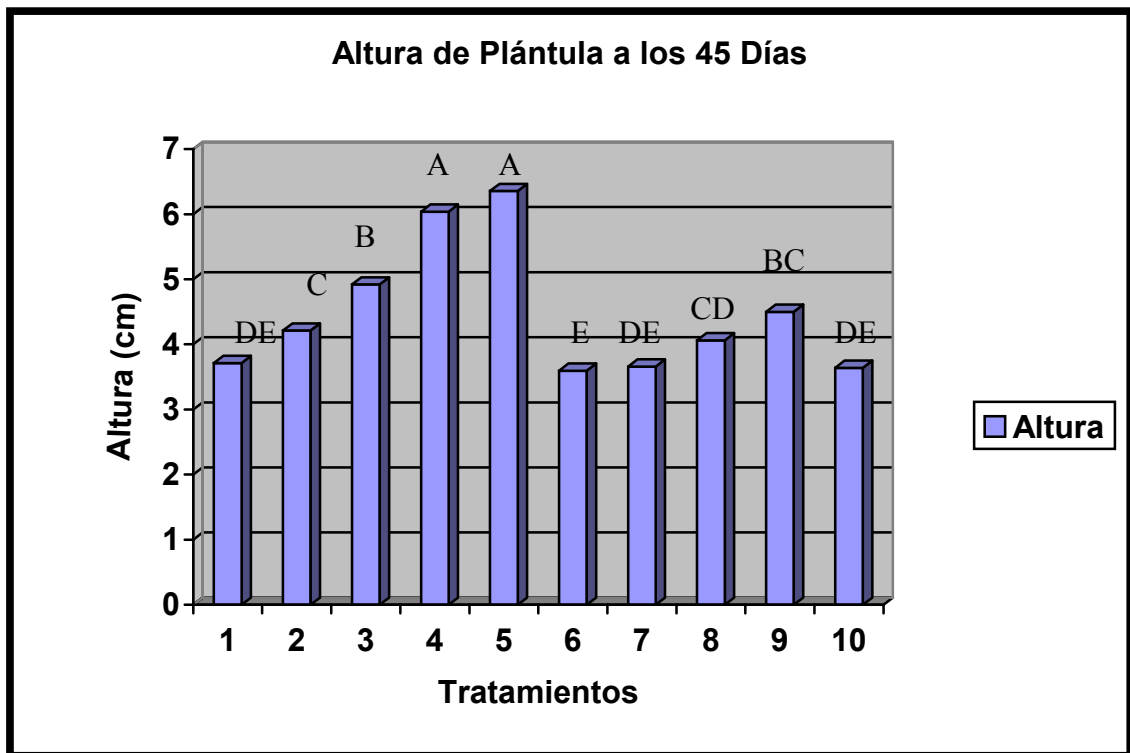


Fig. 4.3 Altura de las plántulas de tomate tratadas con proteína de lombriz.



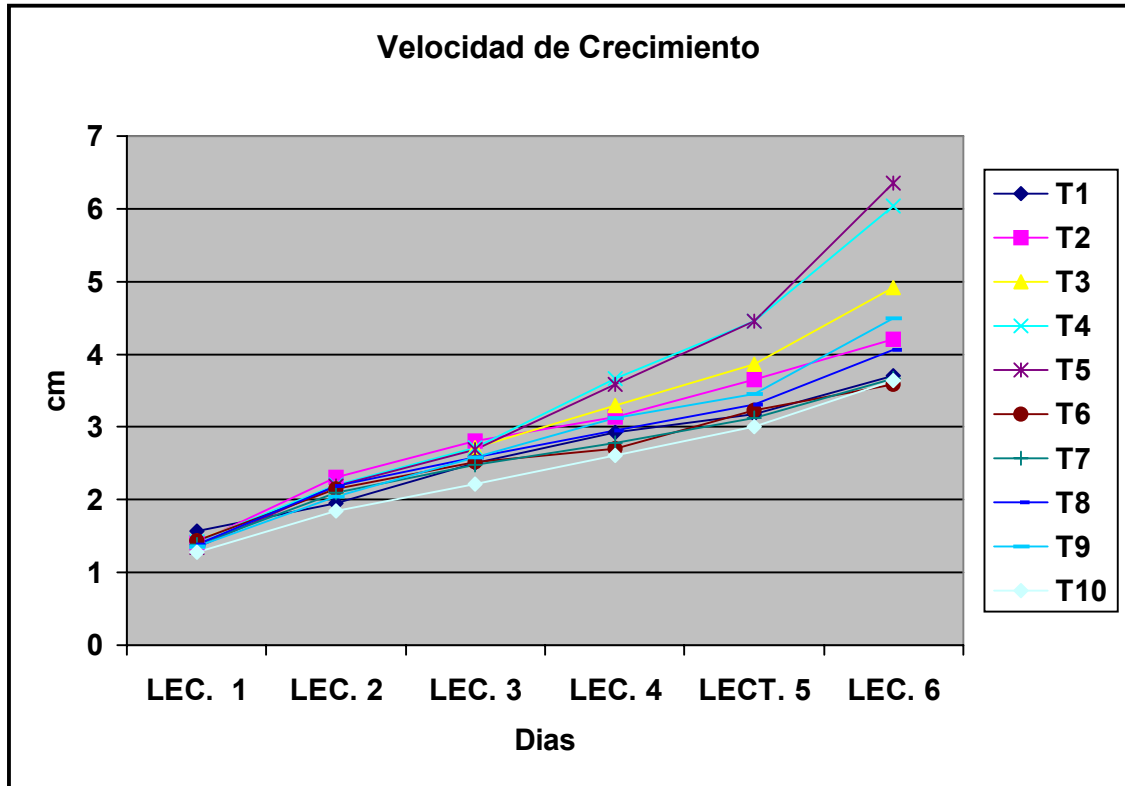


Fig 4.4 Velocidad de crecimiento de plántulas de tomate tratadas con proteína de lombriz

### Diámetro de Tallo

En diámetro de tallo se observó que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Debido a esto se realizó la prueba de medias Fig. 4.5, donde se observa que los tratamientos que obtuvieron mayor diámetro de tallo fueron el T5 y T4 con 2.34 y 2.32 mm, seguido del T3 con 2.23 mm y los que presentaron menor diámetro fueron los tratamientos T8, T10 (testigo), T7 y T6 con 1.91, 1.85, 1.83 y 1.81 mm. En esta variable se observó que los tratamientos que presentaron mayor diámetro de tallo fueron aquellos

donde la concentración de proteína fue mas alta, también podemos observar que los peores tratamientos fueron en donde se realizó la mezcla de Biozyme + proteína, por lo que podemos decir que la proteína actúa mejor sola.

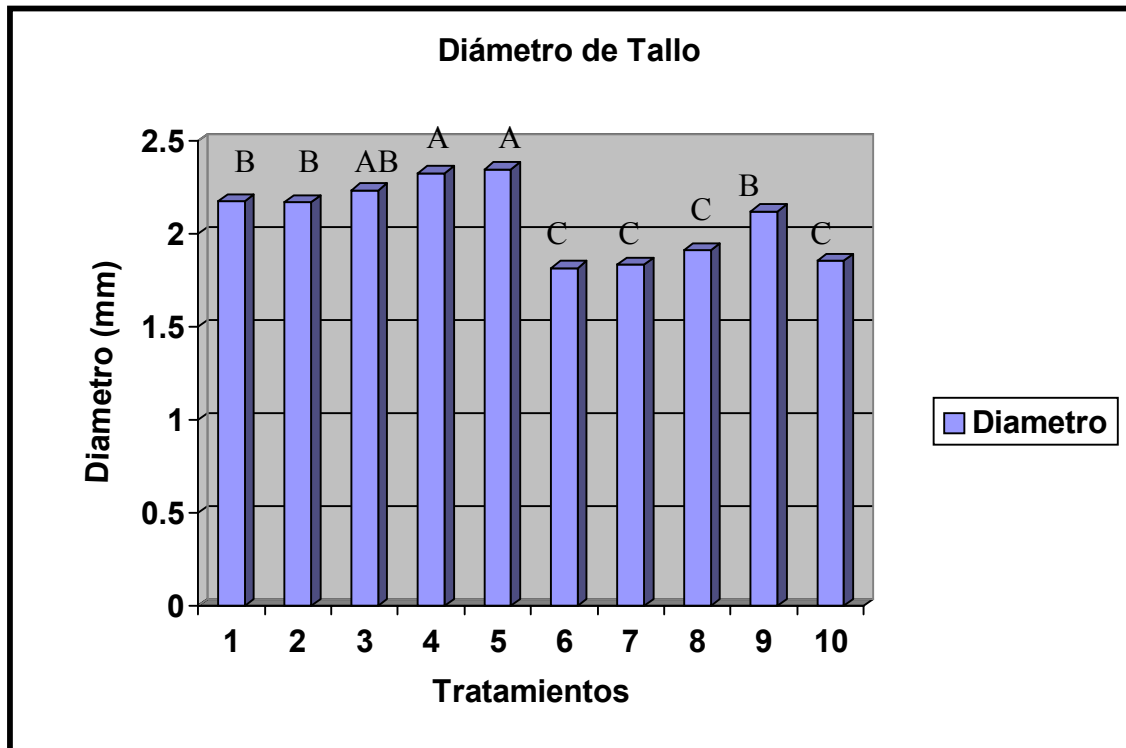


Fig. 4.5 Diámetro de tallo de las plántulas de tomate en mm.

### Número de Hojas

En el numero de hojas, se encontró en el análisis de varianza que hay diferencias altamente significativas, (Cuadro 4.1), lo que nos indica que los tratamientos son diferentes. En la comparación de medias Fig. 4.6, muestra que

para el factor en estudio, los mejores tratamientos fueron el T4 y T5 con 3.6 y 3.6 hojas, y las plántulas que presentaron un menor número de hojas fueron los tratamientos T7, T1 y T2 con 2.7, 2.7 y 2.7 hojas.

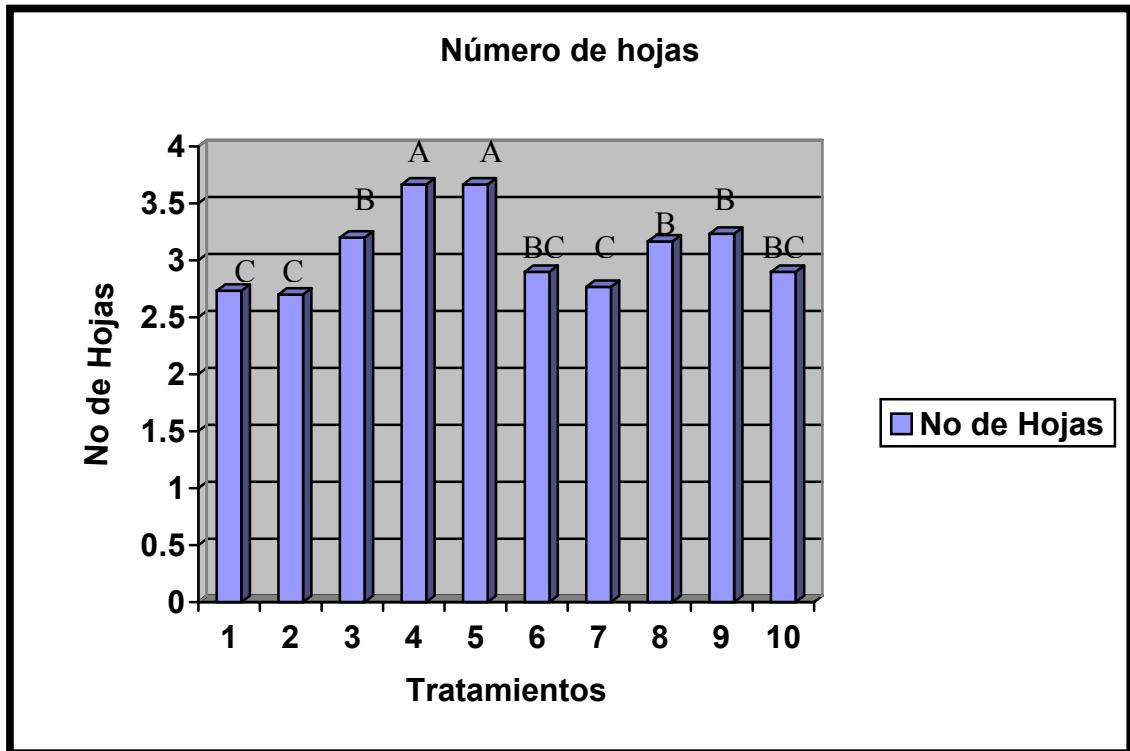


Fig. 4.6 Número de hojas verdaderas de las plántulas de tomate, tratadas con proteína de lombriz.

### Longitud de Raíz

El análisis de varianza (Cuadro 4.1) no detectó diferencia significativa entre tratamientos, por lo que los tratamientos se comportaron estadísticamente

iguales manteniendo una longitud de raíz que oscilan entre 7.346 a 7.876 mm, Fig. 4.7.

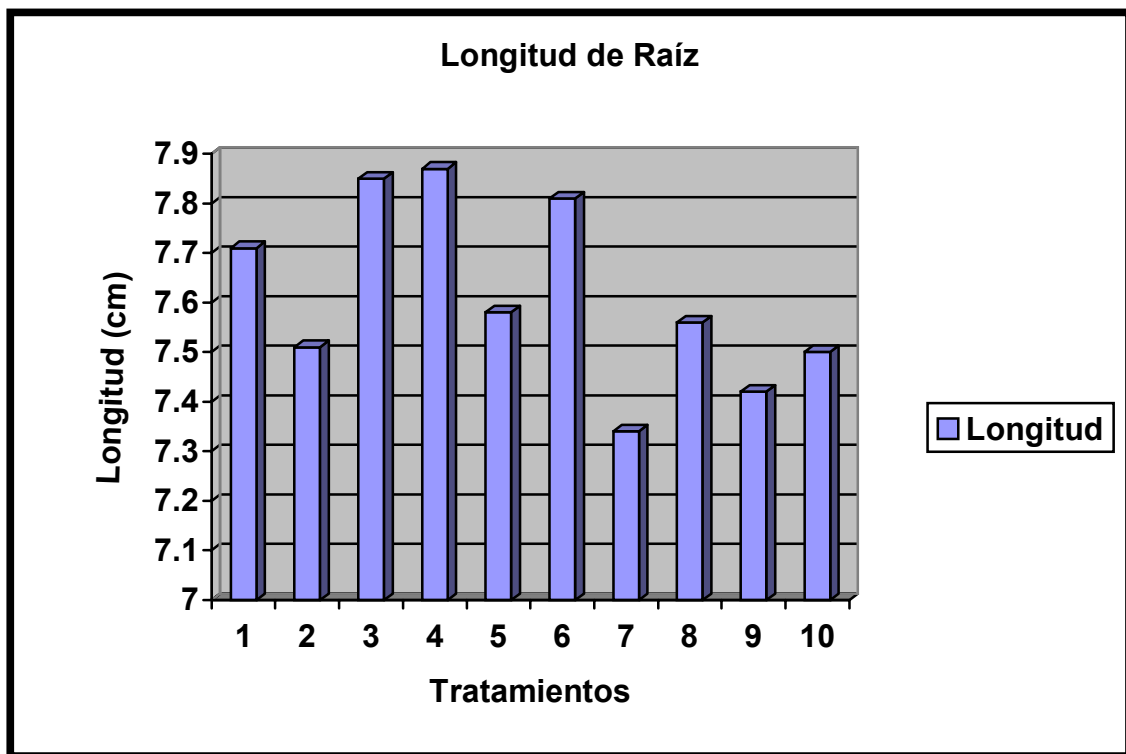


Fig. 4.7 Longitud de raíz de las plántulas de tomate, tratadas con proteína de lombriz.

### **Peso Fresco de Follaje**

El análisis de varianza (Cuadro 4.1) detectó diferencia altamente significativa, esto indica que los tratamientos son diferentes. En la prueba de medias Fig. 4.8, se puede observar que los tratamientos que obtuvieron un mayor peso fueron, el T5 y T4 con 11.39 y 10.96 grs, seguido del T3 con 8.49

grs y los tratamientos que presentaron menor peso fueron los tratamientos T1, T10 (testigo), T6 y T7 con 5.17, 4.90, 4.90 y 4.38 grs.

En esta variable era de esperarse que los tratamientos T5 y T4 resultaran ser los mejores, ya que fueron los que obtuvieron mayor altura de plántula y mayor número de hojas.

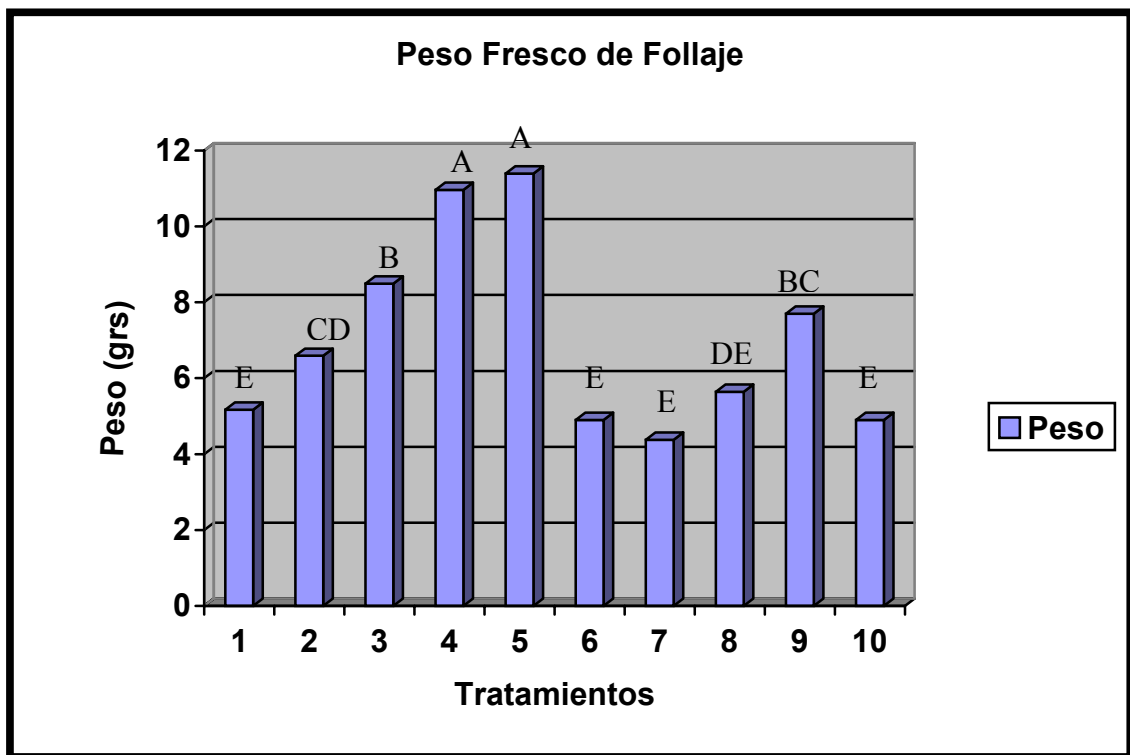


Fig. 4.8 Peso fresco de follaje de las plántulas de tomate, tratadas con proteína de lombriz.

## Peso Fresco de Raíz

El análisis de varianza para esta variable, mostró que existen diferencias altamente significativas, donde la prueba de medias Fig. 4.9, muestra que los tratamientos T4, T5 y T3 obtuvieron un mayor peso con 5.72, 5.29 y 5.19 grs, siendo los tratamientos T7, T2 y T1 los que mostraron un menor peso con 1.94, 1.74 y 1.23 grs.

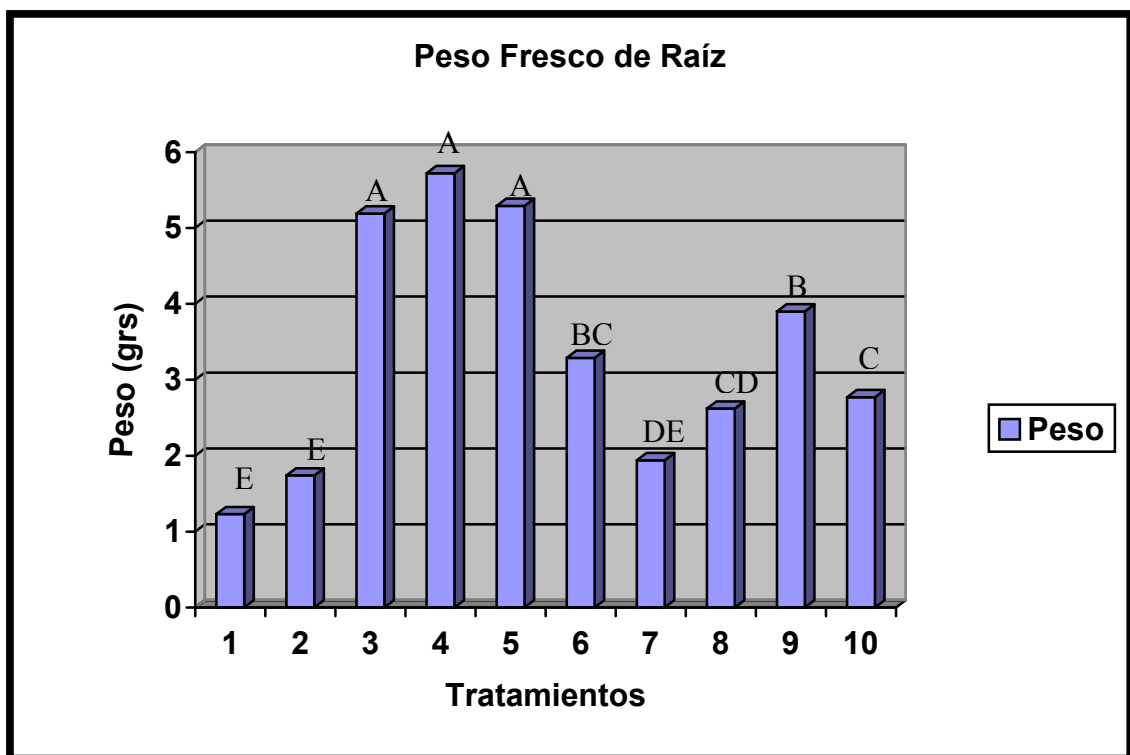


Fig. 4.9 Peso fresco de raíz de las plántulas de tomate, tratadas con proteína de lombriz.

## Peso Seco de Follaje

Para esta variable, el ANVA (Cuadro 4.1) detectó diferencias altamente significativas y la prueba de medias Fig. 4.10, muestra que el T5 fue el mejor con 1.66 grs, seguido de los tratamientos T4 y T9 con un peso de 1.61 y 1.35 grs, mientras que el tratamiento que presentó menor peso fue el tratamiento T7 con 0.72 grs.

Era de esperarse este resultado, ya que los tratamientos T5, T4 y T9 fueron los que presentaron un mayor peso fresco de follaje.

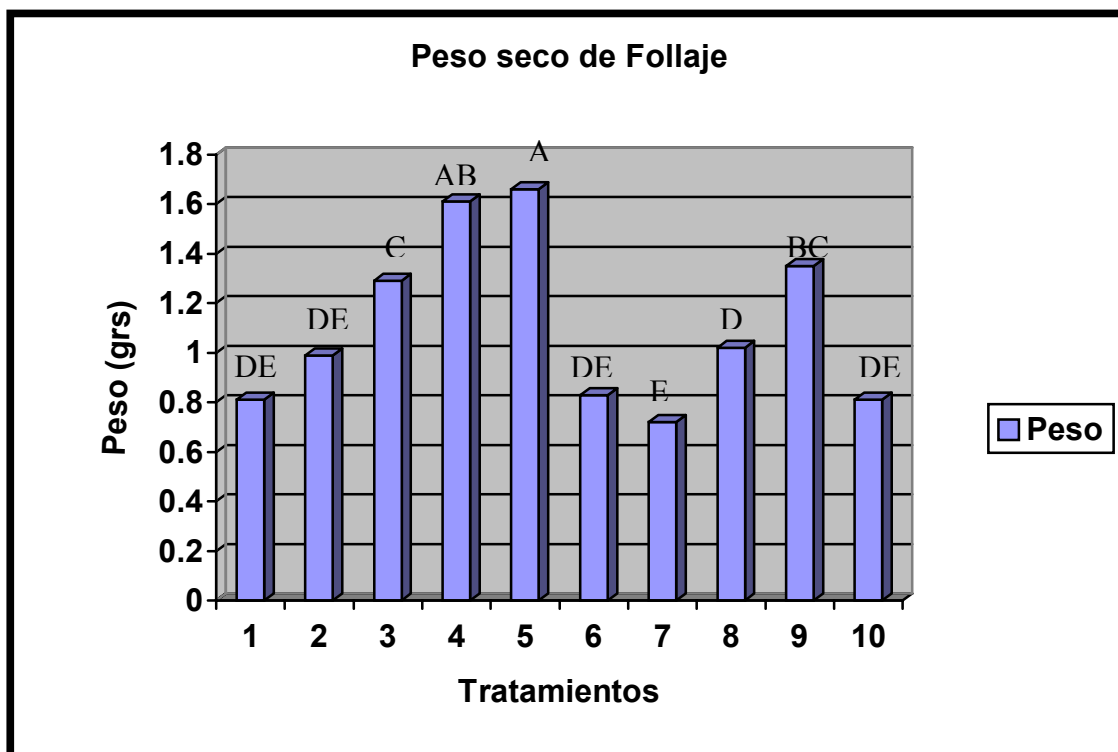


Fig. 4.10 Peso seco de follaje de las plántulas de tomate tratadas con proteína de lombriz.

## Peso Seco de Raíz

Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 4.1) se detectaron diferencias altamente significativas, en donde se puede observar que los mejores tratamientos fueron el, T4 y T5, seguidos del T3 con un peso de 0.50, 0.49 y 0.45 grs, siendo el tratamiento T7 el que presentó un menor peso con 0.26 gr (Fig 4.11).

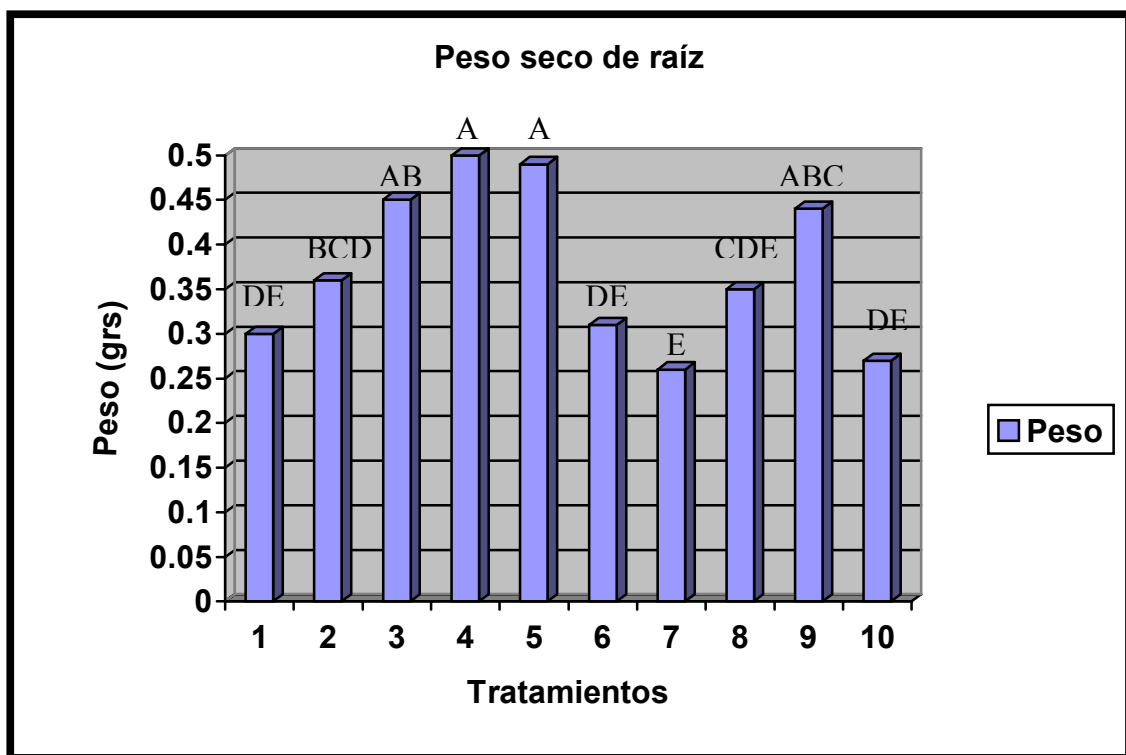


Fig. 4.11 Peso seco de raíz de las plántulas de tomate, tratadas con proteína de lombriz.



De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que la proteína de lombriz (*Eisenia Foetida*), aplicada a la semilla y a través del riego, en la producción de plántula de tomate generó una respuesta positiva en su crecimiento y desarrollo, ya que la proteína de lombriz contiene aminoácidos de diferente tipo y en buena concentración, (se determinara en laboratorio que tipo de aminoácidos y la cantidad de cada uno de ellos); los cuales pudieron mejorar la asimilación de nutrientes por parte de la planta, así como facilitar algunas otras funciones dentro de la misma ya que la semilla y la planta pudieron haber hecho uso de la proteína en forma directa como fuente de energía, sin tener que sintetizarla a partir de los compuestos nitrogenados simples como los nitratos. Esta proteína asimilada por la planta en forma directa proveería a la misma de diferentes aminoácidos en mayor concentración, lo cuál ayuda a la planta a una mejor y más rápida recuperación del estrés generado por las condiciones adversas que se pueden presentar y hacer más eficiente el funcionamiento fisiológico de la planta bajo condiciones óptimas, se observó también que al aplicar la proteína de lombriz en mezcla con Biozyme se presentó una respuesta menor por parte de la planta, talvez debido a un antagonismo.

Todo lo anterior se basa en que la respuesta en cuanto a crecimiento y desarrollo de la planta fue mayor conforme se incrementaba la concentración de proteína observándose los mejores resultados en todas las variables con la dosis mas alta, T5 (proteína de lombriz a dosis de 0.14 gr/200 semillas + riego con proteína a dosis de 6 gr/ltr).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- La proteína de lombriz genera una respuesta positiva en el crecimiento y desarrollo de la plántula de tomate.
- De acuerdo a las dosis aplicadas de proteína de lombriz se tiene una respuesta mayor al incrementar la concentración, ya que los tratamientos T5, T4, T3, fueron los mejores en ese orden.
- Al aplicarse la proteína combinada con el Biozyme presentó un efecto de antagonismo en las variables evaluadas en semilla de tomate.
- Se presentó una mejor respuesta de la proteína al aplicarla a través del riego que cuando se aplicó a la semilla, ya que al principio el desarrollo de las plántulas era más uniforme y el disparo en crecimiento se presentó al aplicarla en el riego.
- La mejor concentración de proteína fue de 6 gr/ltr (T5), ya que fue la que generó más respuesta en la mayoría de las variables evaluadas.

## RECOMENDACIONES

- Evaluar concentraciones mayores de proteína de lombriz, ya que la mejor respuesta fue con la dosis más alta y puede tener mejor respuesta si se incrementa mas la dosis.
- Evaluar el efecto de la proteína de lombriz en otros cultivos para observar la respuesta en estos.
- Evaluar la aplicación de proteína de lombriz hasta la etapa de rendimiento en cultivos.
- Evaluar calidad de fruto en algunos cultivos ya que puede ser que se incremente la cantidad y calidad de proteínas en estos.

## LITERATURA CITADA

- Alarcón AL. 2000. Fertirrigación del pimiento dulce en invernadero. Compendios de Horticultura 9. Cap 5 p. 45-49
- Bioenzimas, S.A. 1981<sup>a</sup>. Biozyme. El estimulante de germinación y crecimiento en tratamiento de semillas.
- Bioenzimas, S.A. 1981<sup>b</sup>. Biozyme. El estimulante de germinación y crecimiento en tratamiento de semillas.
- Camacho, M.F. 1994. Dormición de Semillas. Ed. Trillas. México. p. 9,13.
- Centeno, G. E. 1986. El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) y su Mejoramiento Genético. Monografía de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Domingo, R. J. (2000) Panorama Actual De Los Semilleros En España En: Planteles, Semilleros Y Viveros, Compendios De Horticultura 13: 155-167. Vilarnau, A Y González, J. (Coord.). Ed. De Horticultura, S.L Reus, España.
- Gaceta agrícola. 1980. Nuevo producto enzimático para incrementar la producción agrícola. Guadalajara, Jal. Febrero 29.
- Gaceta agrícola. 1981. La bioquímica en la producción agrícola. Biozyme. No. 723. pp. 20.
- Gardner, E. J. 1998. Principios de genética. 4ta. Edición. Limusa Wiley U.S.A. 411-415p.
- Gartón, 1995. El Manejo Cuidadoso Mejora Las Eras Del Trasplante. Productores De Hortalizas, Agosto, Pp 38-40. México.
- Hassell, R. 1994. el camino de la prosperidad comienza con trasplantes sanos. Rev. Productores de hortalizas. Año 3 N°. 5 Pp. 11-13
- Hoyos, E. P. (1996) Parámetros De Calidad En Plántulas Hortícolas. En: II Jornadas Sobre Semillas Y Semilleros Hortícolas. Ed. Dirección General De La Producción Agraria 35/96. Congresos Y Jornadas. Almería 29-31 Mayo, 1995.

- León, G. H; y Arosemena. 1980. El cultivo de tomate para consumo en fresco en el Valle de Culiacán, Sinaloa. CIAPAN-CAEVACU. México.
- Leskovar I D1998. Producción de trasplante hortícola. VII semana de horticultura (UAAAN) Apuntes Saltillo, Coahuila.
- Martínez C. C. 1999. Potencial de la Lombricultura sustentable. Copiladores: Martínez C. C. y L. Ramírez. Sin Pie de Imprenta. México
- Mojarro B. 1997. Precocidad y alto rendimiento. Revista Productores de Hortalizas mayo. pp 26-28. México
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. 3ra. Edición. Instituto de Biología. UNAM. México. p. 63,113,236.
- Rakoff, Henry, Rose Norman C. 1990. Química Orgánica Fundamental. Limusa Noriega. México. pp. 817-830.
- Reines A. M., C. Rodríguez, A. Sierra y M. M. Vázquez. 1998. Lombrices de Tierra con Valor Comercial. Universidad de Habana, Depto. de biología Animal y Humana; Universidad de Quintana Roo, Depto. De Recursos Naturales. México.
- Rosa, E. 1996. Evolución De Los Sistemas De Producción De Plántales. Horticultura Internacional. No. 12 pp 24-26. España.
- Salisbury, F.B. y Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Ed. por Grupo Editorial
- Sánchez, L. A. 2000. Apuntes de la materia producción de hortalizas de clima cálido. Maestro Investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Valadez, L. A. 1998. Producción De Hortalizas. Editorial Limusa.
- Wageningen, T. 1994. Por Aquí Empieza Una Buena Semilla. Revista Horticultura No. 99. España.
- Wien, H. C. (1997) Transplanting. En: The Physiology Of Vegetable Crops. Wien (Ed). 37-68. CAB International, Oxon UK.

## CITAS DE INTERNET

<http://caminantes.metropoliglobal.com/web/biologia/aminoacidos.htm>

[http://www.biopsicologia.net/fichas/page\\_548.html](http://www.biopsicologia.net/fichas/page_548.html)

SIAP-SAGARPA. 20032. Anuario Estadístico  
[www.sagarpa.gob](http://www.sagarpa.gob)