



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Especialidad en Ingeniería de Invernaderos

Tecnología para la producción de planta de jitomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill) por esqueje.

TESIS

Presenta:

Mario Everardo González Viveros

Dirigido por:

Dra. Rosalía Virginia Ocampo Velázquez

SINODALES

Dra. Rosalía V. Ocampo Velázquez
Presidente

M. C. Juan José García Escalante
Secretario

Ing. Adán Mercado Luna
Vocal

Dr. Eusebio Ventura Ramos
Suplente

M. C. Domingo José Gómez Meléndez
Suplente

Dr. Gilberto Herrera Ruiz
Director de la Facultad

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Director de Investigación y Posgrado

Firma

Firma

Firma

Firma

Firma

Centro Universitario, Querétaro, Qro.,
Noviembre de 2007
México

González V. M. E.

**Tecnología para la producción de planta de jitomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill) por esqueje.**

2007



**Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería
Especialidad en Ingeniería de
Invernaderos**

Tecnología para la producción de planta de jitomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill) por esqueje

Tesis

que como parte de los requisitos para obtener
el título de

Especialista en Ingeniería de Invernaderos

Presenta

Mario Everardo González Viveros

Querétaro, Qro., Noviembre de 2007

RESUMEN

El jitomate es un cultivo estratégico para la economía agrícola de nuestro país. En los últimos años se ha visto un incremento en los niveles de producción gracias a la implementación de nuevas técnicas de cultivo, entre ellas los invernaderos. Uno de los factores limitantes para el desarrollo de esta actividad empresarial son los altos costos de producción, por ello, se planteó el desarrollo del presente trabajo buscando el desarrollar la tecnología para propagar de manera asexual esquejes de jitomate de la variedad Reserva® y plantarlo como una alternativa a la producción convencional de plántula por semilla disminuyendo costos en esta fase de crecimiento. Se estableció un experimento utilizando esquejes del séptimo racimo de 10 Cm de longitud con un diseño experimental de bloques al azar, los tratamientos enraizadores se establecieron en cámaras de enraizamiento y fueron los siguientes: Rooter Plus (AIB 3000 ppm), Proroot (ANA 1400 ppm, AIB 100 ppm), Raizone Plus (NAAm 1200 ppm y AIB 600 ppm) y el testigo con agua, en dos bloques: Cama caliente (con calor en la parte basal del sustrato) y cama fría. Los muestreos se hicieron a los 3, 8 y 18 días. Las variables de respuesta que se cuantificaron fueron: Porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE), área radicular (AR), y peso fresco de la raíz (PFR). Para el caso de la variable PEE el mejor comportamiento lo tuvo el Rooter Plus en cama fría y cama caliente con un 100 y 91 % seguido por el Raizone plus cama fría y caliente con un 81 y 69 % respectivamente. De las plantas enraizadas de los tratamientos se obtuvieron los datos de las variables ARR y PFR se analizaron con el Statistic Analysis Software (SAS System ©). El análisis estadístico indica una diferencia significativa únicamente para la variable AR en el segundo muestreo (8 días) sobresaliendo el Rooter plus. A excepción de la variable AR en el segundo muestreo no hubo efecto significativo de aplicar calor a la parte basal de los esquejes mediante la cama caliente. En general el producto Rooter plus fue superior en los parámetros evaluados. Como resultado del análisis de costos se determinó que para la producción de plántula por semilla es de aproximadamente de \$ 1.53 mientras que para el caso de la técnica por esqueje es casi un 50 % menor con un costo unitario de \$ 0.82.

(Palabras clave: Enraizadores, esqueje, jitomate, cama caliente).

Summary

Tomato is a strategic crop for the agricultural economy of Mexico. An increase in production has been observed in the last years due to the implementation of new cropping techniques, such as greenhouses. One of the limit factors for the success of this entrepreneurial activity is the high cost production. Based on this, the goal of this study was to develop a technology to propagate, asexually, tomato plant cuttings of the variety Reserva[®] and to propose it as an alternative to conventional production of seedlings via seeds, in order to decrease the costs during this stage of plant development. A randomized block experiment was established using 10 cm cuttings from the seventh vine. Root growth promoters: including Rooter Plus[®] (AIB 3000ppm), Proroot (ANA 1400 ppm, AIB 100 ppm), Raizone Plus (NAAm 1200 ppm y AIB 600 ppm) and a control (water) were evaluated in two beds, a warm bed with basal heat and a cold bed. Sampling was done at 3, 8, and 18 days. Evaluated response variables included: cutting's percent of rooting (PEE), root area (AR), and root fresh weight (PFR). Rooter Plus had a PEE of 100 % and 91 % for cold and warm bed, respectively, followed by Raizone Plus, with corresponding values of 81 and 69 %. ARR and PFR data from plants were analyzed using the Statistical Analysis Software (SAS System[®]). Statistical analysis indicated a significant difference only for the variable AR in the second sampling (8 days) with higher values for Rooter Plus. With this exception, there was no significant difference when basal heat was applied to the cuttings in the warm bed. In general, Rooter Plus was the best product according to the evaluated parameters. As a result of the cost analysis, it was determined that for plant production from seeds the cost was approximately \$ 1.53 pesos, while plant production from cuttings was reduced by about 50 % to a value of \$ 0.82 pesos.

(Key words: root growth promoters, plant cuttings, tomato warm bed)

*A mis padres Roselia y Rubén que han sido una bendición de Dios
A mis Abuelos Jesús, José dueños de mi admiración y respeto
A todos mis amigos y amigas que han hecho de este
mundo un lugar maravilloso que compartir
A los incansables agricultores que día con día
producen alimentos para la humanidad
A todos los hombres y mujeres de espíritu libre*

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de existir y permitirme llegar a este momento tan esperado de mi vida.

A mis Padres Roselia Viveros y Rubén González que con su amor han dejado huella imborrable en mi ser, ¡un eterno agradecimiento!

A mis abuelos Jesús Viveros y José González, hombres admirables de gran fortaleza que me enseñaron el amor por la tierra, las plantas y la naturaleza.

A mis hermanos José, Violeta, Chelina, Nayeli, David, con quienes he compartido el mejor tiempo de mi vida ¡saben que los amo!

A la Universidad Autónoma de Querétaro, gloriosa institución forjadora de hombres y mujeres que han transformado para bien nuestro gran país.

Al M. en C. Enrique Rico García persona ejemplar de actitud inquebrantable a quien admiro y de quien siempre recibí un incondicional apoyo, ¡mil gracias por todo!

Al Dr. Gilberto Herrera Ruiz, hombre visionario que de manera comprometida ha impulsado esta especialidad para el fortalecimiento del agro del estado de Querétaro y del país entero, ¡gracias por la oportunidad!

A mi directora de tesis Dra. Rosalía Virginia Ocampo Velázquez por el tiempo brindado y sus siempre inteligentes observaciones y sugerencias, ¡muchísimas gracias!

A todos aquellos que no mencioné y colaboraron de manera desinteresada en este trabajo, así como a mis sinodales M. C. Juan José García Escalante, Ing. Adán Mercado Luna, Dr. Eusebio Ventura Ramos, y M. C. Domingo José Gómez Meléndez por haberme brindado parte de su mas valioso recurso: el tiempo, recurso que me ayudo a perfeccionar este documento por sus atinadas sugerencias, ¡mi mas sincero agradecimiento!

INDICE

	Pagina
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del jitomate	3
2.1.1. Origen y distribución	3
2.1.2. Clasificación taxonómica	3
2.1.3. Características botánicas	4
2.1.4. Importancia del cultivo	6
2.2. Requerimientos ecológicos del cultivo	7
2.3. Principales variedades cultivadas	9
2.4. Técnicas de propagación de jitomate	10
2.4.1. Propagación sexual	10
2.4.2. Propagación asexual	10
2.4.2.1. Propagación por cultivo in <i>Vitro</i>	11
2.4.2.2. Propagación por injerto	11
2.4.2.3. Propagación por esqueje	12

2.5. Criterios para la selección de esquejes	12
2.6. Factores que afectan el enraizamiento de esquejes	14
2.6.1. Factores ambientales	14
2.6.2. Factores biológicos	15
2.7. Uso de sustratos para el enraizamiento de esquejes	16
2.8. Recipientes para el enraizamiento de esquejes	17
2.9. Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento	18
2.9.1. Las auxinas	18
2.9.1.1. Principales auxinas promotoras de enraizamiento	18
2.9.1.2. Reguladores de crecimiento	19
2.10. Aspectos fisiológicos de las auxinas en la planta	20
2.11. Fisiología de la generación de raíces adventicias	21
2.12. Métodos de aplicación de hormonas enraizadoras	22
2.13. Antecedentes en la aplicación de enraizadores en esquejes	23
2.14. Consideraciones legales de la propagación vegetativa	24
2.15. Reguladores de crecimiento en el entorno de la agricultura orgánica	25
 III. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	 26
 3.1. Objetivo general	 26
3.2. Hipótesis	26
 IV. METODOLOGÍA	
 4.1. Descripción del sitio	 27
4.1.1. Macrolocalización	27
4.1.2. Microlocalización	28
4.1.3. Características climáticas del sitio	29
4.2. Materiales utilizados	29
4.2.1. Material vegetal	29

4.2.2. Cámara de enraizamiento	30
4.2.3. Charolas para enraizamiento de esquejes	31
4.2.4. Sustrato utilizado	31
4.2.5. Características de los enraizadores en estudio	32
4.3. Descripción de tratamientos y diseño experimental	33
4.4. Establecimiento y conducción del experimento	34
4.5. Variables de respuesta	36
4.6. Análisis estadístico	40
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1. Datos climáticos obtenidos	41
5.2. Resultado de los muestreos	43
5.3. Porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE)	43
5.4. Área radicular (AR)	45
5.5. Peso fresco de raíz (PFR)	49
5.6. Estimación de costos de producción de planta de jitomate	51
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
LITERATURA CITADA	
APÉNDICE	

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 4.1 Composición química de Rooter plus 3000 ®.	32
Cuadro 4.2 Composición química del enraizador Proroot ®	32
Cuadro 4.3 Composición química del enraizador Raizone plus ®	32
Cuadro 4.4 Descripción de tratamientos	33
Cuadro 5.1 Porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE) de jitomate de tres enraizadores comerciales con y sin cama caliente	44
Cuadro 5.2. Promedios de las mediciones de área radicular (AR) a los 8 días	45
Cuadro 5.3 Análisis de varianza de área radicular AR a los 8 días	46
Cuadro 5.4 Comparación de medias de área radicular (AR) a 18 días	47
Cuadro 5.5 Promedios de las mediciones de la variable área radicular (AR) a 18 días	47
Cuadro 5.6 Análisis de varianza de área radicular AR a 18 días	48
Cuadro 5.7 Prueba de Tukey de área radicular (AR) a 18 días	49
Cuadro 5.8 Promedios de peso fresco de raíz (PFR) de esquejes de jitomate a 18 días	50
Cuadro 5.9 Análisis de varianza de peso fresco de raíz (PFR) a 18 días	51
Cuadro 5.10 Prueba de medias de Tukey de peso fresco de raíz (PFR) a 18 días	51
Cuadro 5.11 Costos de producción de plántula de jitomate por el por semilla (método convencional)	52
Cuadro 5.12 Costos de producción de planta de jitomate por el método de propagación por esqueje	52

INDICE DE FIGURAS

	Página	
Figura 4.1	Ubicación geográfica del estado de Querétaro	27
Figura 4.2	Ubicación geográfica del municipio El Marqués	28
Figura 4.3	Esquejes utilizados para el experimento	30
Figura 4.4	Técnica de corte de esqueje	30
Figura 4.5	Cámara utilizada para enraizar los esquejes del experimento	30
Figura 4.6	Charola de polietileno rígido utilizada para enraizamiento de esquejes.	31
Figura 4.7	Unidad experimental que consta de 40 esquejes de jitomate.	34
Figura 4.8	Aspecto de las cámaras de enraizamiento, izquierda cámara con “cama caliente” con suministro de calor por medio de lámparas incandescentes	36
Figura 4.9	Dispositivo fotográfico para tomas fijas	37
Figura 4.10	Toma fotográfica para análisis de área radicular (AR)	37
Figura 4.11	Selección fotográfica del área radicular (AR)	38
Figura 4.12	Obtención del negativo en mapa de bits	38
Figura 4.13	Imagen procesada con el programa Roots	39
Figura 4.14	Imágenes que ilustran el procesamiento fotográfico de imagen de referencia	39
Figura 5.1	Fluctuación de las temperaturas en cámara con cama caliente	41
Figura 5.2	Fluctuación de las temperaturas en cámara con cama fría	42
Figura 5.3	Gráfica de la variable de respuesta porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE) a 18 días	44
Figura 5.4	Gráfica de la Variable de respuesta área radicular (AR) a 8 días	46
Figura 5.5	Área radicular (AR) a 18 días	48
Figura 5.6	Gráfica de la variable de respuesta peso fresco de raíz (PFR)	50

I. INTRODUCCIÓN

Se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas por los cereales. Se estima que tan sólo dos hortalizas contribuyen con el 50 % de la producción en el mundo: la papa (*Solanum tuberosum*) y el jitomate (*Lycopersicon esculentum*), lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario; México ocupa el lugar número 10 en volumen de producción (SIAP, 2002).

La superficie cultivada en México en 1994 fue de 76,219 Ha, aproximadamente un 10 % se produce bajo sistemas intensivos por utilizarse una o más combinaciones de tecnologías como riego por goteo, acolchado, macrotunel, invernadero o hidroponía, necesarias para obtener alta productividad y calidad (Juárez *et al*, 2000).

El cultivo de jitomate en invernadero demanda una cantidad importante de recursos por el costo de la infraestructura y equipo. El capital de trabajo que se requiere es considerable; de tal manera que si se logran acortar los tiempos de plantación a la cosecha reduciríamos no solo los costos de semilla, sino también de mano de obra, fertilizantes, impactando positivamente la economía del sistema de producción.

La principal forma de propagación del jitomate es por medio de semilla, sin embargo en los últimos años diversos investigadores han estudiado la forma de propagarlo de manera asexual mediante el enraizamiento de esquejes con resultados alentadores; esto es posible por la capacidad que tienen los tejidos vegetales (tallos y hojas principalmente) de producir raíces adventicias por dos características particulares de las células vegetales: totipotencia y desdiferenciación (Juárez *et al.*, 2000; Davies, 1999).

La obtención de esquejes, se consigue al cortar un tallo que a través de un tratamiento enraizador mediante la aplicación de Auxinas se promueve el desarrollo de raíces adventicias con lo que se obtiene una planta idéntica; es decir, se clona la población, manteniendo así todas sus características, evitando la segregación sexual (López, 2006).

El presente documento es una recopilación de información de la tecnología utilizada para la propagación por esqueje del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) así como un experimento con tres enraizadores comerciales a base de reguladores de crecimiento (auxinas) que más comúnmente se ofertan como enraizadores. Además se evaluó el efecto de aplicar calor al sustrato y se calcularon los costos unitarios de producción.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Generalidades del jitomate

2.1.1. Origen y distribución

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) o "tomate rojo" es originario de América del Sur, se considera la aportación vegetal de México más extendida mundialmente por ser su centro de domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo; con su comercialización y difusión lograda, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas en el globo terráqueo (SIAP, 2002).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Según Garza (1985) el jitomate se clasifica de la manera siguiente:

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Grupo: Metachlamydae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Genero: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill

2.1.3. Características botánicas

La planta de tomate es anual, de porte arbustivo. Se desarrolla de forma rastrera, semierecta o erecta, dependiendo de la variedad. El crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las indeterminadas.

Raíz. El sistema radicular del tomate está constituido por: la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie. Una sección transversal de la raíz pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el cortex y el cilindro vascular (Nuez, 1995).

Tallo. Es de tipo herbáceo aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas, inicialmente es cilíndrico en las plantas jóvenes, pero luego se torna angular; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma de una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. Debajo hay una zona de colénquima, de dos a cinco células de espesor, que es más gruesa en las esquinas y que constituye el mayor sostén del tallo. En cada axila donde se insertan los peciolos de las hojas en el tallo principal suelen brotar tallo secundarios y a su vez en las axilas brotan tallos terciarios y así sucesivamente hasta que se detiene el crecimiento vegetativo. Esta característica hace necesario el desbrotado y la poda. En ocasiones brotan nuevos tallos debajo de la corona del tallo principal, chupones que florecen poco y deben ser eliminados, práctica conocida como “deschuponeo” (Iñiguez, 1991).

Hojas. Las hojas se disponen sobre los tallos alternadamente y son compuestas e imparipinadas constituidas normalmente por siete o nueve folíolos lobulados o dentados pudiendo aparecer en el ráquis de la hoja pequeños foliolillos de la misma manera que el tallo. Están cubiertas por pelos glandulares

que le confieren el olor característico a la planta, la gran mayoría de los estomas se encuentran en el envés (Maroto, 1989).

Flor. La flor del tomate es perfecta, hipogíneas regulares de corola de color amarillo verdoso, amarillo canario o naranja con 6 pétalos persistentes de forma estrellada que forman un tubo corto en la base y se abre en un solo plano. El cáliz es verde persistente y se forma de un tubo corto terminado en cinco o diez sépalos agudos, verdes, muy pubescentes en el lado externo. Los estambres son de cinco a diez, generalmente seis en las variedades comerciales. La floración del jitomate se produce en forma de racimos simples o ramificados llamados corimbos o cimbras racimosas, siendo normal que en cada inflorescencia simple pueda haber entre 3 a 10 flores aunque en ocasiones ciertas variedades como los de tipo cereza pueden formar 50 o más (Rodríguez, 2006).

La antesis ocurre por lo común en las mañanas y aproximadamente 24 hrs. después de abierta la corola, se inicia la dehiscencia de las anteras y la salida del polen, el tiempo que transcurre desde que se fecunda la primer flor hasta que lo hace la última es de 3 a 6 días. Desde la fecundación a la maduración del fruto suelen pasar 30 a 40 días, según las temperaturas medias, las variedades y las prácticas de manejo (Iñiguez, 1991).

Fruto. Es una baya bi o plurilocular, de diferentes formas que pueden ir desde redondeadas, achatadas o en forma de peras, pueden ser de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopeno y caroteno, los tamaños pueden ser variables, su piel es lisa o surcada. En sección transversal se aprecian en el fruto la piel, la pulpa firme, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas, el fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene una capa de abscisión (Rodríguez, 1984; Nuez, 1995).

Semilla. Las semillas son grisáceas de tamaño pequeño, disoidal y recubierta de vellosidades, en un gramo pueden haber hasta 350 semillas y su capacidad germinativa dura hasta 5 años (Maroto, 1989).

2.1.4. Importancia del cultivo

Según datos del Sistema de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (2002), se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas por los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial.

El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El jitomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido (Infoagro, 2007).

En México, como en otras partes del mundo, preferimos consumir el jitomate fresco, pero también es utilizado como producto industrializado para elaborar pastas, salsas, purés, jugos, etc., gracias a los avances tecnológicos para su procesamiento y a las modificaciones en los gustos y costumbres de las nuevas generaciones, lo que exige calidad en cuanto a su distribución y venta en fresco, determinando y condicionando nichos de mercado.

El jitomate o "tomate rojo" es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, representando el 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y

hortalizas y el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, sólo superadas por el ganado vacuno (SIAP, 2002).

Según datos del (SIAP, 2002), los principales países productores de jitomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70 % de la producción mundial. Durante los últimos 10 años, China ha sido el principal productor mundial de jitomate al promediar 15 millones de toneladas anuales (17 % del total mundial), seguida de Estados Unidos de América con 11 millones de toneladas (8 % del total mundial), Italia y Egipto participan en promedio cada uno con 6 millones de toneladas anuales (7 % de la producción mundial), y finalmente la India quien debido a sus bajos rendimientos, apenas produce 5 millones de toneladas representando el 6 % del total mundial, la producción mexicana del jitomate durante los últimos 10 años fue de 1.9 millones de toneladas anuales promedio, situándose en el 10º lugar en la producción mundial, los estados productores más importantes son Sinaloa (39.9 %), Baja California (14.7 %), San Luís Potosí (7.9 %) y Michoacán (6.7 %) con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea en una superficie sembrada cercana a las 80,000 Ha.

2.2. Requerimientos ecológicos del cultivo

Luminosidad. El tomate es un cultivo que no lo afecta el fotoperiodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. Por lo que esperaríamos que en nuestro medio, no se tengan muchos problemas de desarrollo de flores y cuaje de frutos por falta de luz. En la práctica se ha observado que los distanciamientos de siembra pueden afectar el desarrollo de las primeras flores por falta de luz, principalmente en aquellas variedades que tienden a producir mucha ramificación o crecimiento de chupones laterales, lo cual impide que la luz penetre hasta donde se lleva a cabo el desarrollo de los primeros racimos florales,

afectando el cuaje y crecimiento de los frutos. Esta desventaja se puede solucionar haciendo podas de los chupones que crecen por debajo de los primeros racimos florales, o dando más distanciamiento entre plantas (Carpeño, 2004).

Temperatura. Los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30° C durante el día y 15 - 18° C durante la noche. Temperaturas de más de 35° C y menos de 10° C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque puede haber diferencias entre cultivares, ya que las casas productoras de semillas, año con año, mejoran estos aspectos a nivel genético, por lo que hoy en día podemos encontrar variedades que cuajan perfectamente a temperaturas altas (Carpeño, 2004).

Humedad Relativa. La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; ya que por ejemplo, si tenemos condiciones de baja humedad relativa (< a 45%) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización especialmente en la fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de los frutos; valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen, y puede limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes y generar déficit de elementos como el calcio, induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical del fruto), además esta condición es muy favorable para el desarrollo de enfermedades fungosas. Por otro lado valores muy bajos producen grandes exigencias en la evapotranspiración, lo que puede generar que la planta aumente el consumo de agua y deje de consumir nutrientes, limitando su crecimiento y acumulando sales en el medio, las cuales pueden llegar a ser un problema más, para el buen desarrollo del cultivo (Carpeño, 2004).

2.3. Principales variedades cultivadas

Según Maroto (1989), dependiendo del tipo de crecimiento del tallo, los cultivares se han clasificado en cultivares de desarrollo determinado e indeterminado, en los primeros el tallo principal una vez que ha producido varias inflorescencias laterales (normalmente entre cada uno o dos hojas) detiene su crecimiento como consecuencia de la aparición de una inflorescencia terminal. Estos cultivares aunque ocasionalmente pueden alcanzar los 2 m de altura son generalmente erectos y arbustivos con un periodo restringido de floración y fructificación; los cultivares o variedades de crecimiento indeterminado tienen la particularidad de que el tallo principal no forma una inflorescencia terminal, continuando su crecimiento indefinidamente. La planta puede alcanzar hasta 10 m de altura produciendo inflorescencias de manera continua cada tres o cuatro hojas.

Según Pérez y Castro (1999) la elección de un cultivar para invernadero debe hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de cultivares disponibles, pero no todos son apropiados para la producción intensiva en invernadero. En México no existe tradición de producción intensiva en estos sistemas y mucho menos programas de fitomejoramiento que estén generando cultivares apropiados para ello por lo que se debe hacer una continua evaluación de los materiales que comercializan las empresas semilleros más importantes del mundo, tales como Peto Seed, Vilmorin, United Genetics y Hasera, entre otras; esto permitirá contar con las ventajas que proporcionan las nuevas variedades o híbridos. Para la producción de jitomate en invernadero es necesario emplear materiales de crecimiento indeterminado y conducirlos a un solo tallo; estos pueden ser de tipo saladette como Tequila (Vilmorin), Yolanda e Italador (Peto Seed), o de tipo bola como Gabriela, Daniela y Adelita (Hasera), T-13 y Big Steak (Peto Seed), V8036, V119, Boa y Cobra (Vilmorin), principalmente. Si lo que se quiere es establecer altas densidades de plantación y conducir las plantas a uno o cuatro racimos se pueden emplear materiales de crecimiento determinado e

indeterminado, se puede usar Pik Ripe y Empire (Peto Seed), y de aquellos con crecimiento indeterminado como Gabriela, Adelita, Daniela (Hasera) y T-13 (Peto Seed).

2.4. Técnicas de propagación de Jitomate

2.4.1. Propagación sexual

Es la técnica más usual de propagación y se consigue mediante el uso de semillas, generalmente las semillas de jitomate tienen un alto porcentaje de viabilidad. Las plántulas se consiguen sembrando las semillas (una por cavidad) en charolas de poliestireno de 200 cavidades rellenas con un sustrato que generalmente es turba (Peat moss). Antes de colocar el sustrato en las charolas este se debe humedecer a tal grado que permita moldear figuras con el puño de la mano, la planta manejada a temperaturas de 22-24 °C esta lista para ser transplantada 30-35 días después de la siembra al sitio destinado para su crecimiento y desarrollo o bien cuando cuenten con cuatro hojas verdaderas (Pérez y Castro, 1999).

2.4.2. Propagación asexual

La propagación asexual es la duplicación de una planta completa a partir de un tejido celular u órgano de la misma. Esta propagación es posible gracias a la división y diferenciación que se produce durante el crecimiento y la regeneración celular además de dos características que tienen las células vegetales que son la totipotencia y la dediferenciación es decir, la propiedad de contener toda la información genética necesaria para generar un organismo completo y la capacidad de los tejidos de volver a su estado meristemático y generar cualquier órgano (Gordon y Barden, 1984; Hartman y Kester, 1992).

2.4.2.1. Propagación por cultivo *in vitro*

Es un método de multiplicación vegetativa practicada en el laboratorio bajo condiciones asépticas y ambiente controlado en recipientes de vidrio. Las plantas obtenidas por esta técnica después son cultivadas tradicionalmente (Nicolás y Roche, 1988).

2.4.2.2. Propagación por injerto

El injerto consiste en insertar una yema o vareta sobre un patrón o portainjerto haciendo coincidir los cambium, de esta manera se soldan las dos partes vegetativas con posibilidad de desarrollar la parte aérea con otra planta destinada a proporcionar el sistema radical; ambas partes conservan su propia individualidad, crecen conjuntamente como partes de una única planta (Pidi, 1981; López, 1996).

El injerto es la unión de dos porciones de tejido viviente de modo que se desarrollen y crezcan como una sola planta, siendo esta de la misma familia, se utiliza como una herramienta para la prevención de enfermedades en el suelo como *Fusarium oxisporum*, lo cual representa una alternativa a la aplicación de productos químicos como el bromuro de metilo que contamina el suelo y deteriora la capa de ozono, además de representar una técnica más económica. El mayor vigor que adquiere una planta injertada se traduce en un mayor rendimiento, mejor aprovechamiento de agua y nutrientes (Rodríguez, 2006).

El jitomate se puede injertar sobre plantas de varias especies de su misma familia como tomate de hoja, berenjena. Se ha injertado jitomate sobre *Solanum torvum* para prevenir *Rhizoctonia solanacearum*, *Verticilium* sp., *Fusarium solani* y nemátodos. También se utiliza *Solanum aethiopicum* que es resistente a *Rhizoctonia solanacearum* y es sensible a nemátodos. En México y USA se pueden encontrar los siguientes portainjertos para utilizarse como

patrones en jitomate: Signal F-1, Maxifort, Heima, Beaufort, Popeye y V 1195 F1 (Miguel, 1997).

2.4.2.3. Propagación por esqueje

Los esquejes son partes vegetativas que se separan de la planta, las cuales al colocarse en condiciones favorables para la regeneración se desarrollan en una planta completa con características similares a la planta madre. Cualquier parte vegetativa de la planta que sea capaz de regenerar una parte perdida o las partes que le son separadas puede ser un esqueje, por lo tanto, las raíces, los tallos, las hojas o los tallos modificados como los tubérculos o rizomas pueden ser utilizados para este fin (Gordon y Barden, 1984).

La propagación por esquejes es el método más importante para propagar arbustos ornamentales, tanto de especies caducifolias como perennifolias de hoja ancha y angosta. Los esquejes o estacas herbáceas también se usan extensamente en la propagación comercial de plantas de ornato y se usa en forma común para propagar diversas especies de frutales (Hartmann y Kester, 1999).

La generación de raíces adventicias a partir de células de tallo o de hojas es posible gracias a la información genética que se halla en cada célula vegetal; la desdiferenciación es la capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un nuevo punto de crecimiento (Davies, 1999).

2.5. Criterios para la selección de esquejes

La propagación de estacas herbáceas se hace generalmente con plantas suculentas, como geranios, crisantemos, claveles, etc.; son de 7 a 12 Cm de largo, dejando hojas en la parte superior, o sin hojas. Se les hace enraizar en la misma condición de estacas de madera suave, necesitando humedad relativa alta; el

calor de fondo también ayuda. En condiciones apropiadas el enraizamiento es rápido y con altos porcentajes. Aunque de ordinario no se necesitan sustancias estimuladoras del enraizamiento, se usan con frecuencia para tener uniformidad en el enraíce y el desarrollo de un sistema radicular abundante (Hartmann y Kester 1999).

Según Martínez (1982), en México la propagación asexual del crisantemo, específicamente por medio de esquejes, es el método más comúnmente empleado para la proliferación de esta especie.

Escalante (1979), indica que la mayoría de los productores de crisantemo, utilizan esquejes con una longitud de 10 a 12 Cm, debido a la facilidad de insertarlos en el medio, o cual reduce los costos de mano de obra, aunque ello implica un mayor tiempo de enraizamiento.

Machin y Scopes (1978), recomiendan una longitud máxima de esqueje de 7 Cm, y que al momento de insertarlo en el sustrato enraizador, se les corten 2 Cm, de tal manera que queden los esquejes de 5 Cm de longitud.

Para el caso del jitomate se pueden utilizar brotes basales laterales y terminales con una longitud de 7 a 14 Cm. Se busca material turgente, vigoroso proveniente de plantas sanas. Es importante que no tengan problemas de plagas y enfermedades ya que al propagar el material los organismos se propagan durante el proceso (Juárez, 1988).

En un experimento llevado a cabo por Cruz (1999) se evaluó el efecto de compuestos auxínicos en jitomate y el comportamiento de esquejes de diferentes partes de la planta determinando que los esquejes obtenidos de niveles laterales y apicales se comportaron de manera similar.

2.6. Factores que afectan el enraizamiento de esquejes

2.6.1. Factores ambientales

Temperatura. La velocidad del desarrollo radicular depende de la temperatura, de la disponibilidad de aire y agua en el suelo o sustrato así como la cantidad de carbohidratos que la parte aérea pueda transportar al sistema radicular. En el enraizamiento de estacas, sobre todo de madera dura, resulta conveniente elevar la temperatura del sustrato para que active el desarrollo de raíces; mientras que la temperatura del aire se mantiene de 8 a 10 °C más baja para reducir el crecimiento de los brotes los cuales compiten por fotosintatos que deberían dirigirse a la formación de raíces (Hartman y Kester, 1992).

Humedad. En el enraizamiento de estacas es muy importante mantener la humedad alta tanto en el sustrato como en el aire con el fin de evitar la transpiración de las estacas, sobretodo las de madera suave que provocaría un déficit hídrico consecuencia de la carencia de raíces que absorben agua. La nebulización es una forma de proporcionar agua a la planta y a su vez reducir altas temperaturas que se pueden dar en un invernadero. Sin embargo, se debe procurar que la humedad no sea demasiado alta por ser condición favorable para el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas (Agrios, 1991).

Luz. La presencia de luz propicia el desarrollo de las hojas en las cuales se produce la asimilación de sustancias orgánicas que favorecen las raíces (Pidi, 1981). Suministrada en condiciones suficientes y en buenas condiciones de humedad ambiente, activa la vegetación al favorecer la actividad clorofílica; por el contrario, una insolación demasiado intensa perjudica por producir deshidratación, quemaduras o destrucción demasiado rápida de las auxinas de la planta. El sombreado es muy necesario, pues aunque conviene mantener una cierta actividad vegetativa hay que reducir al mínimo la evaporación y utiliza lo mejor posible las auxinas naturales (Heede y Pidi, 1981).

Las estacas producen raíces con mayor facilidad cuando se les cultiva inicialmente en la oscuridad de modo que los tallos estén en condiciones de etiolación. Durante el periodo de enraizamiento, el lugar etiolado del corte tiene un mayor contenido de auxinas que las porciones que se encuentran bajo condiciones de luz (Weaver, 1976).

2.6.2. Factores biológicos

Presencia de hojas. La pérdida de hojas de las estacas reduce considerablemente las probabilidades de enraizamiento (Weaver, 1976). La o las sustancias estimulantes probablemente resultan de la actividad fotosintética de las hojas pero podrían provenir esencialmente de las hojas jóvenes en crecimiento activo y del mismo ápice (Jaques, 1988). Los carbohidratos traslocados de las hojas contribuyen a la formación de raíces. Sin embargo, es probable que los mayores efectos de las hojas sean dados por las auxinas que contienen y que son transportados del ápice a la base (Hartmann y Kester, 1999).

Estado fenológico. El enraizamiento de esquejes también está influenciado por la edad del material, la época del año y el tamaño de los mismos. Las estacas de plantas muy jóvenes enraizan antes y mejor que las tomadas de plantas adultas (Fuentes, 1992; Messina, 2000).

Estado nutricional. La nutrición de la planta madre puede ejercer una fuerte influencia en el desarrollo de las raíces y tallos de las estacas. Este efecto está relacionado con ciertas relaciones carbohidratos/Nitrógeno (Hartman y Kester, 1992).

Diversos estudios registraron que estacas de jitomate obtenidas de tallos amarillentos, ricos en carbohidratos y pobres en nitrógeno producían muchas raíces pero tallos débiles, mientras que aquellas de tallos verdesos con alta provisión de carbohidratos y ricos en nitrógeno, producían menos raíces y tallos

más fuertes. Los tallos verdes suculentos, muy pobres en carbohidratos pero con abundancia de nitrógeno se pudrían sin producir raíces (Hartman y Kester, 1988).

La presencia en las estacas de sustancias de reserva favorece el desarrollo de brotes. Las reservas aportadas por la estaca (en particular los glúcidos) favorecen la rizogénesis, lo mismo que las sustancias tróficas ligadas a la actividad fotosintética (Pidi, 1981; Jaques, 1998).

2.7. Uso de sustratos para el enraizamiento de esquejes

El medio de enraizamiento debe mantener la estaca en su lugar durante el proceso de generación de raíces, permitir la penetración del aire a la base de las estacas y tener la capacidad de retener agua para proporcionar humedad a las estacas al mismo tiempo que permite un buen drenaje (Ting, 1983).

Según Aragón (1995), para la germinación de semillas y el enraizamiento de estacas se utilizan diversos materiales y mezclas. Para obtener buenos resultados se requiere que el medio reúna las siguientes características:

a) Suficientemente denso para mantener en su lugar las estacas o semillas durante el enraizamiento y germinación.

b) Retener la suficiente humedad para no tener que regarlo con demasiada frecuencia.

c) Debe ser lo suficientemente poroso de manera que escurra el agua excesiva permitiendo una aireación adecuada.

d) Debe estar libre de semillas de malezas, nematodos y patógenos.

e) No debe tener un alto nivel de salinidad.

f) Debe proporcionar una cantidad adecuada de nutrientes cuando las estacas permanecen en un largo periodo.

La combinación de los sustratos con frecuencia da mejores resultados que el empleo de cualquiera de ellos por si solos. Para determinar la mezcla de enraizamiento, se aconseja experimentar con las plantas que se van a propagar en las condiciones ambientales disponibles (Hartman y Kester, 1992)

Aragón (1995), realizó un experimento evaluando cuatro sustratos (Turba, germinaza, arena de río y arena de tezontle) para el enraizamiento de esquejes de jitomate de la variedad Tropic® utilizando AIB como estimulador para la generación de raíces. Los mejores tratamientos resultaron la arena de tezontle, la germinaza y la mezcla entre ambos, El peat moss resulto no ser muy eficiente atribuyendo este fenómeno a un valor bajo de pH (5.3).

El tipo de medio para enraizamiento influye, no solamente en el porcentaje de las estacas enraizadas, también en el sistema radicular formado. El pH del medio es importante en la producción de raíces adventicias, el más conveniente es de 6.5 a 7.0. La elección del sustrato se dirige por la doble necesidad de asegurar a la vez humedad y drenaje (Hartman y Kester, 1989; Jaques, 1988).

2.8. Recipientes para el enraizamiento de esquejes

Las cajas o charolas de madera, plástico o metal de poca profundidad, con perforaciones para el drenaje en el fondo son útiles para germinar semillas o para el enraizado de estacas, ya que permiten mover con facilidad las plantas de uno u otro sitio cuando se quiera. El material que se prefiere para las charolas es de madera durable de ciprés, cedro o de palo rojo. Hay disponibles charolas de hierro galvanizado o de plástico en varios tamaños, pero el zinc que se libera de las charolas galvanizadas puede ser tóxico para las plantas. Estos dos últimos tipos se sobreponen entre sí, requiriendo con ello relativamente poco espacio para guardarlas cuando estén vacías (Hartman y Kester, 1999).

2.9. Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento

Una hormona vegetal es un compuesto orgánico que se sintetiza en alguna parte de la planta y que se trasloca a otra parte en donde a concentraciones muy bajas causan una respuesta fisiológica (Salisbury y Ross, 1994).

2.9.1. Las auxinas

El termino auxina (del griego *auxein*, incrementar) fue utilizado por primera vez por Fritz Went, quien, como estudiante graduado en los países bajos en 1926, descubrió que era posible que un compuesto no identificado causara una curvatura de coleoptilos de avena hacia la luz. En la actualidad se sabe que dicha auxina es el ácido indolacético (IAA) (Salisbury y Cleon, 1994).

En la actualidad se sabe que todos los compuestos que tiene actividad auxínica son orgánicos; todos ellos poseen carbono, hidrógeno y oxígeno en proporciones y disposiciones diferentes, además algunos contienen nitrógeno y cloro; sin definir con precisión lo que es una auxina, hacemos hincapié en que cada uno de los compuestos tipo auxina conocidos se parece al ácido indol acético (AIA) en que tiene un grupo carboxilo unido a otro grupo carbonado (por lo común -CH₂-) que, a su vez, esta unido a un anillo aromático (Suárez, 1986; Salisbury y Cleon, 1994)

2.9.1.1. Principales auxinas promotoras de enraizamiento

Según Salisbury y Cleon (1994) además del AIA las plantas contienen otros tres compuestos que son estructuralmente similares y provocan muchas de las mismas respuestas que éste y se les debe considerar hormonas auxínicas tales son:

- a) El ácido 4/cloroindolacético (4-cloroIAA), que se encuentra en semillas jóvenes de varias leguminosas.

- b) Ácido fenilacético (PAA), esta difundido entre plantas y con frecuencia es más abundante que el IAA, aunque es mucho menos activo para causar las respuestas típicas del IAA (Wightman y Lighty, 1982; Leuba y Le Torneau, 1990).
- c) Ácido Indolbutírico (IBA), es de más reciente descubrimiento; en un principio se pensó que era sólo una auxina sintética activa, pero se presenta en hojas de maíz y en varias dicotiledóneas (Schneider *et al.*, 1985; Epstein *et al.*, 1989), por lo que es probable que este difundida en el reino vegetal.

2.9.1.2. Reguladores de crecimiento

Son compuestos químicos sintéticos que causan muchas respuestas fisiológicas comunes al AIA y, en general, se les considera auxinas. De ellas, el ácido α -naftalenacético (ANA), el ácido 2, 4-diclorofenoxiacético (2, 4-D) y el ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético (MCPA) son los que mejor se conocen. Como no son sintetizados por plantas, no son hormonas. Se les clasifica como reguladores de crecimiento vegetal (Salisbury y Cleon, 1994) y existen los siguientes:

- a) *Ácido indol-3-butírico (AIB)*. Los sinónimos: ácido 3-indolbutirico, ácido β -indolbutírico, en ingles indol 3-butiric acid (IBA). Comúnmente es utilizado para enraizar estacas a concentraciones de 20-50 mg/L en agua, con 20-24 horas de tratamiento. La ventaja de AIB es que presenta baja toxicidad a las plantas en caso de aplicarse concentraciones excesivas (Feung *et al.*, 1973).
- b) *Ácido naftil-1-acético (ANA)*. Los sinónimos: ácido naftalenacético, ácido naftalen-1-acético, ácido 1-naftalenacético, ácido α -naftalenacético, en inglés: naphtalene-1-acetic acid, NAA. Para el enraizamiento de estacas se le aplica en solución acuosa a una concentración de 10-40 mg/L durante 20-24 horas de tratamiento. A concentraciones más elevadas causa efectos tóxicos. Comúnmente se le utiliza para enraizar estacas o para el raleo de

frutos en el caso de árboles frutales. Es relativamente barato (Feung *et al.*, 1977).

- c) *Naftil-1-acetamida (NAAm)*. Los sinónimos: naftalenacetamida, en inglés naphthalene-1-acetamide. Actúa de manera semejante al ANA, pero más suave. Su concentración comparativa es de 80 mg/L (Goldsmith, 1977).
- d) *Ácido 2-naftoxiacético (ANOA)*. Los sinónimos: ácido β -naftoxiacético, en inglés: 2-naphthoxyacetic acid (NOA). Este ácido se utiliza en algunos países europeos en forma comercial para invernaderos para estimular el crecimiento partenocárpico de frutos de jitomate. Se usa en solución acuosa en concentraciones de 25-50 mg/L (Grambow, 1983).
- e) *Ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2-4 D)*. En inglés diclorophenoxyacetic acid. La concentración comparativa para este compuesto es 1-5 mg/L. Se utiliza en cultivo de tejidos. A concentraciones más altas es muy tóxico para muchas especies de plantas y por eso es popular como herbicida (Guinn y Brummet, 1988).
- f) *Ácido 2,4,5-Triclorofenoxiacético, (2,4,5-T)*. Se utiliza para el desarrollo partenocárpico de frutos de cerezo a concentraciones de 30 mg/L. Algunas impurezas de este compuesto que se forman durante su producción son muy tóxicos para el hombre, por esta razón su uso es muy restringido (Wersillowsky, 1975).
- g) *Ácido 2-metil-4-clorofenoxiacético MCPA*. Es otra auxina, derivada del ácido fenoxiacético, a menudo utilizada de forma práctica como herbicida.
- h) *Ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico (dicamba)*, el cual es un fuerte herbicida, entre otros contra *Convolvus arvensis* y *Cirsium arvense* *Ácido 4-amino-3,5,6-tricloropicolinico (picloram)*, un fuerte herbicida que actúa en forma selectiva (Hirashawa y Moore, 1989).

2.10. Aspectos fisiológicos de las auxinas en la planta

El AIA no suele traslocarse a través de los tubos cribosos del floema o por el xilema, sino a través de las células parenquimatosas que se encuentran en

contacto con haces vasculares. EL AIA se moverá a través de los tubos cribosos si se aplica a la superficie de una hoja lo bastante madura para exportar azúcares, pero el transporte normal de tallos y peciolo es de las hojas jóvenes hacia abajo, por lo haces vasculares. También las auxinas sintéticas que se administran a las plantas se mueven como el AIA. El movimiento de la auxina es polar (sentido basipetalo), lento y requiere de energía metabólica. La eliminación de yemas y hojas jóvenes, ambos ricos en auxina, inhibe el número de raíces laterales formadas (Salisbury y Cleon, 1994).

2.11. Fisiología de la generación de raíces adventicias

Numerosos investigadores han insistido repetidas veces en que aun no se entiende, en términos bioquímicos, la manera en que actúa una hormona vegetal cualquiera. Comprendemos varios procesos bioquímicos y fisiológicos controlados por hormonas, aunque los efectos hormonales que inician estos procesos aun no se han esclarecido. Se ha documentado que en el crecimiento inducido por auxinas el potencial hídrico de las células se mantiene no sólo más negativo que el de la solución circundante, sino más negativo que el de las soluciones de control. Esto se debe a que las paredes celulares de las células tratadas con auxina ceden con mayor facilidad, de modo que el potencial de presión que se requiere para forzar la expansión celular nunca tiene que volverse tan elevado como las células no tratadas. La conclusión que se obtiene de mucha investigación que se ha realizado es que las auxinas provocan un ablandamiento o aflojamiento de la pared celular, término que describe la naturaleza más rápidamente extensible o plástica de las paredes de las células tratadas con auxinas. El fenómeno de ablandamiento de las paredes celulares se ha explicado por la hipótesis del crecimiento por acidez que sugiere lo siguiente: las auxinas hacen que células receptoras situadas en secciones de tallo o de coleóptilo secreten iones H^+ en las paredes primarias circundantes y que estos iones+ reducen el pH de tal forma que pueda darse el aflojamiento de la pared celular y un crecimiento más rápido. Se supone que el efecto del pH bajo es permitir el

funcionamiento de algunas enzimas degradadoras de la pared celular que son inactivas a valores de pH superiores. Se piensa que estas enzimas rompen enlaces en los polisacáridos de la pared, permitiendo que las paredes se expandan con mayor facilidad. Varios autores respaldan gran parte la hipótesis del crecimiento por acidez. Sin embargo esta teoría ha sido cuestionada seriamente (Salisbury y Cleon, 1994).

2.12. Métodos de aplicación de hormonas enraizadoras

Existen algunos métodos que se aplican con frecuencia para la aplicación de reguladores de crecimiento en cantidades suficientes a las estacas para su enraizamiento. Según Hartman y Kester (1987), los tres métodos más usados son la inmersión rápida, el remojo prolongado y el espolvoreado.

Método de inmersión rápida. Consiste en sumergir el extremo basal de las estacas durante 5 segundos aproximadamente, en una solución concentrada de un producto químico. Para este método se prepara una solución concentrada de una sustancia estimuladora del enraizamiento que puede variar de 500 a 10,000 ppm de 0.5 a 10 gr /L en alcohol al 50 % y se sumerge en ella de 0.5 a 1.0 Cm de la porción basal de las estacas que luego se colocan en el medio de enraizamiento.

Método de remojo prolongado. Por este método se prepara una solución madre de auxinas y luego se obtiene la dosis deseada a través de la dilución en agua destilada preferentemente. Se remoja unos 2.5 Cm de la parte basal de la estaca durante 24 horas aproximadamente, después de transcurrido ese tiempo las estacas se colocan en el medio de enraizamiento. El tiempo de inmersión dependerá del tipo de estaca y su respuesta a los tratamientos con los reguladores de crecimiento y a la concentración de la auxina.

Método de espolvoreo. En este método se trata la base de la estaca con la auxina, mezclada con un portador, lo más utilizado es el talco.

2.13. Antecedentes en la aplicación de enraizadores en esquejes

Ito y Sugahara (1982) propagaron jitomate a partir de esquejes laterales de 25 y 30 Cm de longitud obtenidos de plantas de dos años de edad. De manera similar Bruin y Sande (1986), con los genotipos “Marathor”, Aabunda” y “Mercator”, en tres años de cultivo obtuvieron rendimientos similares a las plantas provenientes de semilla con plantas propagadas a partir de esquejes apicales de 30 Cm de longitud, pero con la ventaja que la cosecha en plantas provenientes de esqueje comenzó a los 70 días, contra 120 días en las plantas provenientes de semilla

Cruz (1999) evaluó cuatro concentraciones de AIA y dos productos comerciales a base de AIB (RADIX 1500 ppm, RIZONE PLUS 600 ppm). Los resultados de las variables medidas indican que las dos auxinas (AIA y AIB) inducen la aparición de raíces adventicias en esquejes de tomate, los esquejes tratados con AIB resultaron ser los más sobresalientes a concentraciones comerciales, determinando también que los esquejes obtenidos de los niveles laterales y apicales se comportaron de manera similar. Los dos productos empleados provocaron un buen enraizamiento destacando el segundo (Raizone plus 600 ppm de AIB).

Juárez, y colaboradores (2000) evaluaron el crecimiento y rendimiento de plantas de la variedad Daniela® cultivadas por esquejes de diferente origen (laterales y apicales), tamaño (10 y 15 Cm), y manejando podas de hojas antes de enraizar determinando la no conveniencia de la poda de hojas y el tratamiento que mejor comportamiento agronómico tuvo fue el de esqueje de yema terminal de 10 Cm de longitud sin poda de hoja.

Messina (2000), condujo un experimento con la variedad Daniela® de (tipo bola) basado en despuntes tempranos y altas densidades de plantación en invernadero con diferentes sistemas de enraizado: en semillero, en tubos y directo en cama, el mejor resultado en precocidad se obtuvo con el establecimiento directo en cama reduciendo los días a la cosecha (98 días) comparado con los que se transplantaron que requirieron de un mayor tiempo (113 días), estos resultados los atribuyó al estrés causado por el transplante, el rendimiento máximo obtenido fué de 11.75 kg/m².

Por su parte López y Flores (2006), evaluó la producción de fruto en plantas propagadas por esquejes de la variedad Soledad. Se registró la falta de polinización en algunas flores, lo cual provocó, en algunas plantas, un deficiente desarrollo del fruto. Además recomienda evaluar la producción hasta la cuarta o quinta generación a fin de determinar si no existe una pérdida de vigor en la planta.

2.14. Consideraciones legales de la propagación vegetativa

En Diario Oficial de la Federación el 24 de septiembre de 1998 se publicó la Ley Federal sobre Variedades Vegetales que contiene las normas que rigen entre otras la propagación de especies vegetales, al respecto se menciona lo siguiente:

En el Capítulo I referente al objeto de la ley. Artículo 2º en su fracción VI Para efectos de interpretación del reglamento define al material de propagación como “Cualquier material de reproducción sexual o asexual que pueda ser utilizado para la producción o multiplicación de una variedad vegetal, incluyendo semillas para siembra y cualquier planta entera o parte de ella de la cual sea posible obtener plantas enteras o semillas”.

Así mismo en su capítulo II que trata de la protección de los derechos del obtentor (Persona física o moral que mediante un proceso de mejoramiento haya obtenido y desarrollado una variedad vegetal de cualquier género y especie), el artículo 8º, menciona lo siguiente: “El privilegio de aprovechar una variedad vegetal protegida sin el consentimiento del obtentor, en el caso de uso propio para siembra, corresponderá sólo a personas físicas y estará restringido a la cantidad de material de propagación que el productor agrícola guarde o reserve para sembrar una superficie que no exceda los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes”.

2.15. Reguladores de crecimiento en el entorno de la agricultura orgánica

El servicio de información agropecuaria del ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador (SICA, 2002) caracteriza a la agricultura orgánica por el uso de técnicas apropiadas que en principio evitan el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, para llegar a una “producción agropecuaria limpia” y sostenida. En la actualidad existen varias concepciones de la agricultura orgánica, que se originan en interpretaciones filosóficas y en los diversos mecanismos o métodos que son utilizados para la obtención de productos sanos (libre de contaminantes) y ecológicamente (respeto y protección a la naturaleza) producidos, al respecto plantea los principios básicos de la agricultura orgánica.

En lo referente al uso de reguladores de crecimiento la agricultura orgánica menciona lo siguiente: “como promotores y activadores de crecimiento vegetal bajo el entorno de los conceptos de la agricultura orgánica únicamente se pueden utilizar extractos secos o líquidos de algas marinas, extractos de vegetales, preparaciones biodinámicas, inoculaciones a base de *Rhizobium sp.*; el uso de herbicidas, fungicidas, insecticidas y reguladores de crecimiento sintéticos está prohibido al igual que la utilización de organismos o productos provenientes de la ingeniería genética (SICA, 2002).

III. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis:

3.1. Objetivo general

El presente trabajo pretende recopilar y desarrollar bases tecnológicas para la producción de planta a partir de esquejes para pequeñas unidades comerciales de producción de jitomate en invernadero.

Objetivos específicos

- a) Determinar el efecto de proporcionar calor al sustrato mediante una cámara con “cama caliente”.
- a) Evaluar el efecto de tres productos comerciales a base de auxinas sintéticas en el enraizamiento de esquejes.
- b) Comparar costos unitarios de producción de plántula de jitomate con el sistema tradicional a partir de semilla y con el método de propagación por esqueje.

3.2. Hipótesis

- a) Los esquejes tratados con auxinas tendrán en mayor o menor grado un mayor y mejor grado de enraizamiento con respecto al testigo.
- b) La aplicación de calor al sustrato favorecerá un más rápido crecimiento de raíces adventicias con respecto a la ausencia de este.
- c) La propagación vegetativa a partir de esquejes es una técnica más económica que la tradicional con semilla.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Descripción del sitio

4.1.1. Macrolocalización

El estado de Querétaro se encuentra ubicado en la parte Centro-Oriente de la República Mexicana y posee una extensión de 11,769 km², superficie que representa el 0.6 % del territorio nacional.

Se localiza al Norte limitado por el paralelo 22° 37'; al Sur hasta el paralelo 20° 01'; al Oriente es limitado por el Meridiano 98° 54' y al poniente por el Meridiano 100° 35' (Figura 4.1), por lo que su uso horario corresponde a la hora centro del país (INEGI, 2000).



Figura 4.1. Ubicación geográfica del estado de Querétaro.

4.1.2. Microlocalización

El experimento se desarrolló en el Campus Amazcala de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. El poblado de Amazcala se localiza al Suroeste del estado de Querétaro y pertenece al municipio El Marqués.

Este municipio El Marqués se localiza en el sector Suroeste del estado de Querétaro, entre los 20° 31' y 20° 58' de latitud Norte. Su longitud se halla entre los 100° 09' y los 100° 24' del Oeste. La Cabecera Municipal, La Cañada, tiene una altura sobre el nivel del mar de 1 850 m y se ubica a 7 Km de la capital del estado. Limita al oeste con el municipio de Querétaro, al Norte con el estado de Guanajuato, al Este con el municipio de Colón y al Sur con los municipios de Huimilpan y Pedro Escobedo (Figura 4.2). Se sitúa en la zona correspondiente a la región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, tiene pocas corrientes acuíferas y niveles de precipitación bajos (Anónimo 2005).



Figura 4.2. Ubicación geográfica del municipio El Marqués.

4.1.3. Características climáticas del sitio

El Marqués presenta niveles de precipitación bajos ya que durante el verano, se registran aproximadamente 547.2 mm. Debido a la sobre explotación de los mantos acuíferos, se ha decretado una veda con el fin de evitar mayor deterioro. La precipitación pluvial registra de 400 a 500 milímetros cúbicos, siendo los vientos dominantes de Noreste a Suroeste.

El clima predominante es el subtropical de altura, templado-semiseco en el 80% del municipio, y el 20% restante presenta un clima templado-húmedo. La temperatura media anual está comprendida entre los 18 y los 24 °C, mientras que para el clima templado-subhúmedo oscila de los 14 a los 16°C (Anónimo, 2005).

4.2. Materiales utilizados

4.2.1. Material vegetal

Se utilizaron esquejes de la Variedad Reserva F1 ® Híbrido tipo saladette de crecimiento indeterminado de excelente rendimiento y calidad de fruto. Presenta una producción constante y uniforme, con frutos de 120 gramos de peso promedio. Mantiene el tamaño y forma del fruto aun en los racimos superiores hasta el final de la producción. Debido a su gran firmeza y larga vida de anaquel es ideal para el mercado de exportación, es una variedad adaptada a cultivo en campo abierto, mallas sombras e invernaderos. Resistente a virus del mosaico del tabaco (TMV).

Los esquejes se cortaron de los brotes laterales de la tercera hoja arriba del 7º racimo floral (Figura 4.4). El corte se hizo con unas pinzas de podar (previamente desinfectadas con amonio cuaternario), se seleccionaron de 10 Cm de longitud y calibre de 5 mm con 3 hojas desarrolladas y un peso aproximado de 5 gramos (Figura 4.3). Al momento del corte de los esquejes la planta tenía una

edad de 128 días a partir de la siembra, el cultivo se encontraba en plena producción.



Figura 4.3. Esquejes utilizados para el experimento.



Figura 4.4. Técnica de corte de esqueje.

4.2.2. Cámara de enraizamiento

Se construyó la estructura a base de Acero Perfil Tubular Reforzado (PTR) de 1 ¼", y contaba con las siguientes dimensiones: Ancho: 70 Cm. Alto (a la altura de la cama) 70 Cm. Largo: 2 m, se colocaron unos arcos removibles que tuvieron la función de sostener la película plástica. Dicha película se colocó para evitar la pérdida de humedad, la entrada de insectos y fuentes de contaminación externa (Figura 4.5).



Figura 4.5. Cámara utilizada para enraizar los esquejes del experimento.

4.2.3. Charolas para enraizamiento de esquejes

Se utilizaron charolas de polietileno rígido de 40 cavidades diseñadas especialmente para el enraizamiento de esquejes el material de que están fabricadas es muy resistente y nos permite reutilizarlas por varios ciclos de producción. Sus dimensiones son las siguientes: 36 Cm de largo, 22 Cm de ancho, 10 Cm de profundidad (Figura 4.6).



Figura 4.6. Charola de polietileno rígido utilizada para enraizamiento de esquejes.

4.2.4. Sustrato utilizado

Se utilizó vermiculita y peat moss (Mezcla 2) en proporción 1:1, se decidió trabajar con dicha mezcla por que cuenta con características ideales para utilizarse como sustrato según el criterio de Ting, (1983) y Aragón, (1995), tales como: buena aireación, buena capacidad de retención de humedad, excelente anclaje, buen drenaje. Es de reacción ligeramente acida (pH de 6.3), además tiene la capacidad de aportar nutrientes para el mantenimiento y desarrollo de los esquejes. La mezcla se humedeció a capacidad de campo para llenar las charolas de propagación.

4.2.5. Características de los enraizadores en estudio

Se utilizaron tres enraizadores comerciales elaborados a base de reguladores de crecimiento (auxinas) para mayores detalles ver anexo 1 del apéndice.

a) Rooter plus 3000 ®.

Cuadro 4.1. Composición química de Rooter plus 3000 ®.

Composición.	% en peso	ppm
Ácido Indol-3-butírico	0.30	3000
Diluyente	99.70	

b) Proroot ®

Cuadro 4.2. Composición química del enraizador Proroot ®

Composición	% en peso	ppm
Nitrógeno total	0,3	110000
Fósforo aprovechable (P2O5)	55	550000
Ácido naftalenacético	0,28	2800
Ácido indolbutírico (AIB)	0,02	200
Ácidos fúlvicos	2	20000
Acondicionantes inertes	31,7	

c) Raizone-plus ®

Cuadro 4.3. Composición química del enraizador Raizone plus ®

Composición.	% en peso	ppm
Alfa-naftilacetamida	0,12	1200
Ácido Indol-3-butírico	0,06	600
Diluyentes y compuestos relacionados	99,82	

4.3. Descripción de tratamientos y diseño experimental

a) Descripción de tratamientos.

Cada uno de los tratamientos se colocó en un recipiente plástico completamente estéril.

PROROOT. Se diluyó el producto en 100 ml de agua purificada.

ROOTER PLUS. Se aplicó tal y como viene el producto comercial.

RAIZONE PLUS. Se aplicó tal y como viene de manera comercial.

Los tratamientos enraizadores quedaron de la siguiente manera:

1. ROOTER PLUS 3000® / CC.
2. PROROOT® / CC.
3. RAIZONE PLUS® / CC.
4. CONTROL / CC.
5. ROOTER PLUS 3000® / CF.
6. PROROOT® / CF.
7. RAIZONE PLUS® / CF.
8. CONTROL / CF. Nota: La abreviatura CF: Cama fría, y la CC: Cama caliente.

Cuadro 4.4. Descripción de tratamientos.

NUMERO DE TRATAMIENTO	CAMA CALIENTE S(SI) N(NO)	TRATAMIENTO/PRODUCTO COMERCIAL	INGREDIENTES ACTIVOS Y CONCENTRACIONES EN PPM		
			AIB	ANA	NAAm
1	S	ROOTER PLUS 3000®	3000	0	0
2	S	PROROOT®	100	1400	0
3	S	RAIZONE PLUS®	600	0	1200
4	S	CONTROL	0	0	0
5	N	ROOTER PLUS 3000®	3000	0	0
6	N	PROROOT®	100	1400	0
7	N	RAIZONE PLUS®	600	0	1200
8	N	CONTROL	0	0	0

ANA (ácido α -naftalenacético), AIB (ácido indol-3-butírico), NAAm (α -naftalenacetamida); en los tratamientos 2 y 6 el producto se diluyó al 50 % en agua por ser presentación polvo.

b) Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de bloques al azar, los bloques corresponden al factor Cama Caliente (CC) y Cama Fría (CF) en las cámaras de enraizamiento, la unidad experimental consto de 40 esquejes (Figura 4.7).



Figura.4.7. Unidad experimental que consta de 40 esquejes de jitomate.

4.4. Establecimiento y conducción del experimento

Obtención de esquejes. Se hizo a partir de las 18:00 Hrs. Para evitar lo más posible someter los esquejes a estrés hídrico. La temperatura ambiente estaba en 20 °C. Después de cortados se colocaron en una caja plástica con periódico humedecido para evitar deshidratación.

Aplicación de enraizadores. Se realizó un corte de 45 ° para quitar el tejido oxidado y aumentar la superficie de contacto con el producto. Los tratamientos líquidos se aplicaron con la técnica de inmersión rápida exponiendo la parte basal del tallo del esqueje al producto enraizador por 5 segundos según la metodología descrita por Hartman y Kester (1987) la única diferencia fué que los

productos no se disolvieron en alcohol, el enraizador en polvo se aplicó por el método de espolvoreo de acuerdo a la metodología de los mismos autores.

Plantación en charolas. Previo al tratamiento y plantación se desinfectaron las charolas mediante la inmersión en una solución de hipoclorito de sodio 3000 ppm, la mesa de trabajo se desinfectó también con la misma solución. El piso de concreto también se desinfectó pero en este caso con amonio cuaternario.

Antes de colocar los esquejes en el medio de enraizamiento se perforó este con una varilla calibre 5 mm a una profundidad de 3 Cm en el sustrato, con el fin de facilitar la incrustación de los esquejes y evitar daño mecánico caída del producto enraizador.

Después de la plantación se aplicó Propamocarb clorhidrato 64 % (Previcur N ®), sumergiendo la charola en una solución de dicho producto a dosis de 1 cc/L de agua; esta práctica tuvo dos funciones: prevención de enfermedades de raíz y proporcionar humedad al sustrato que permitiera evitar la deshidratación de los esquejes durante los primeros días subsecuentes ya que no se volvió a regar en ese periodo sino hasta los 15 días.

La cámara de enraizamiento con “cama caliente” se encontraba provista con cuatro lámparas incandescentes de 100 W que se encendían en las noches de 21:00 H a las 9:00 H. aportando calor a la plancha o “cama” que provocaba un aumento en la temperatura del sustrato de 5 °C en promedio respecto a la “cama fría” (que no contaba con calefacción). Ver Figura (4.8).



Figura 4.8. Aspecto de las cámaras de enraizamiento, izquierda cámara con “cama caliente” con suministro de calor por medio de lámparas incandescentes.

4.5. Variables de respuesta

Los muestreos se hicieron a los 3, 8 y 18 días después de establecido el experimento cuantificando las siguientes variables:

a) *Porcentaje de esquejes enraizados (PEE)*. De acuerdo al número de esquejes que hayan generado suficientes raíces como para transplantarlos (se descartaran aquellos en los que apenas vayan apareciendo las raicillas). Este dato se obtuvo en el último muestreo.

b) *Peso fresco de raíz (PFR)*. Se cortaron manualmente todas las raicillas del esqueje al ras del tallo se pesó con una balanza analítica haciéndolo de manera independiente por cada muestra.

c) *Área radicular (AR)*. Por método fotométrico usando diferentes paquetes de procesamiento de imagen como Paint Shop Pro 7 ©, Imagepro y Roots, el principio con el que se trabajó es un análisis comparativo del área en estudio con una superficie de dimensiones conocidas por medio de la cuantificación de pixeles extrapolando los datos y transformándolos en mm^2 ; este dato es solo indicativo del nivel de enraizamiento por ser una medida

bidimensional, el análisis se representa de manera grafica a continuación (figura 4.9)



Figura 4.9. Dispositivo fotográfico para tomas fijas. Nótese el área de dimensiones conocidas de color oscuro; el fondo para las fotografías favorece su procesamiento con el *software*.

Paso 1. Se toma la fotografía con un dispositivo fotográfico fijo (Figura 4.10).



Figura 4.10. Toma fotográfica para análisis de área radicular (AR).

Paso 2. Se selecciona el área de la raíz (3 Cm a partir de la parte basal). Con un programa de procesamiento fotográfico (Paint Shop Pro 7©) guardándola en mapa de bits (Figura 4.11).



Figura 4.11. Selección fotográfica del área radicular (AR).

Paso 3. Se procesa la imagen con el programa Imagepro obteniendo el negativo de la parte que se dimensionara (Figura 4.12).

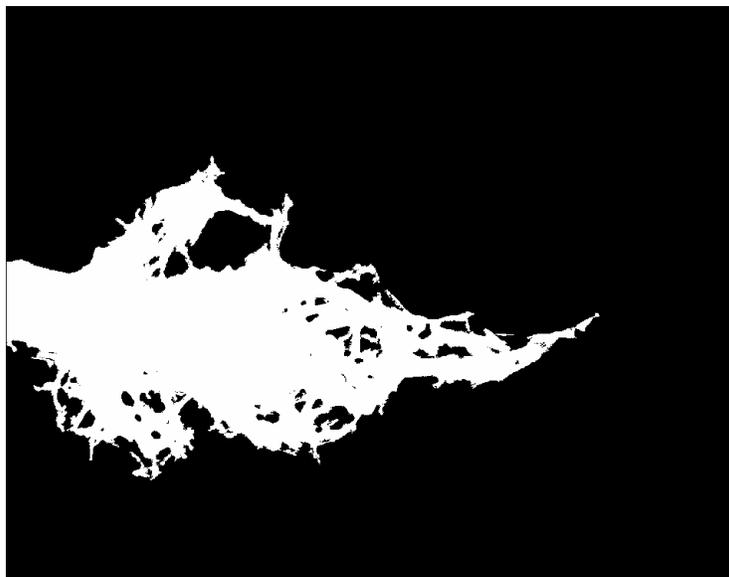


Figura 4.12. Obtención del negativo en mapa de bits.

Paso 4. Una vez que contamos con el negativo del Área Radicular se cuantifican los pixeles por medio del programa Roots, este programa nos da de manera gráfica el resultado del análisis (Figura 4.13).

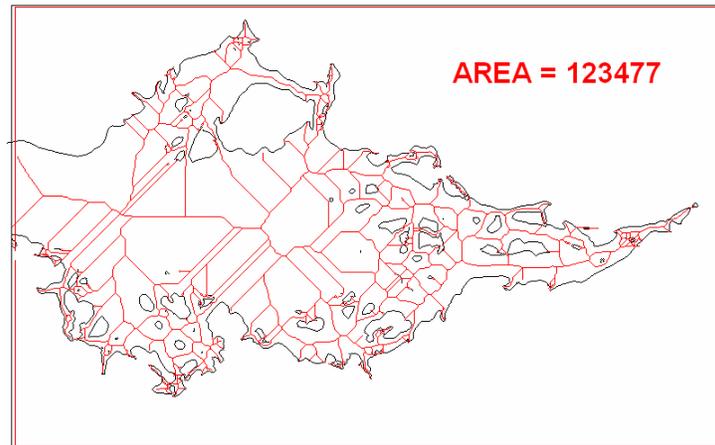


Figura 4.13. Imagen procesada con el programa Roots (la cifra indica el área radicular en pixeles).

Paso 5. Del mismo modo se procesa una imagen de área conocida en este caso de 4 Cm² (400 mm²) comparando por interpolación sus dimensiones y pixeles con cada uno de los datos obtenidos de las imágenes procesadas (Figuras 4.14).



Figura 4.14. Imágenes que ilustran el procesamiento fotográfico de imagen de referencia.

4.6. Análisis estadístico

Los datos de las variables respuesta se analizaron con el paquete Statistic Analysis Software (SAS®) aplicando un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey al 0.05 % de significancia.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Datos climáticos obtenidos

Las condiciones climáticas en que se desarrollo el experimento son las siguientes:

- a) Cama Caliente. La temperatura del sustrato fue de 21 °C en promedio durante el día y 25 °C durante la noche, la atmósfera se mantuvo con una temperatura promedio de 20.2 °C (Figura 5.1), la humedad relativa en 90.3 % en promedio y radiación de 50 W/m².
- b) Cama Fría. La temperatura del sustrato 20.4 °C en promedio durante el día y 18°C durante la noche, mientras que las temperaturas de la atmósfera fueron de 23.8 °C para la máxima y 15 °C la mínima (Figura 5.2), la humedad relativa del 86 % y radiación de 50 W/m².

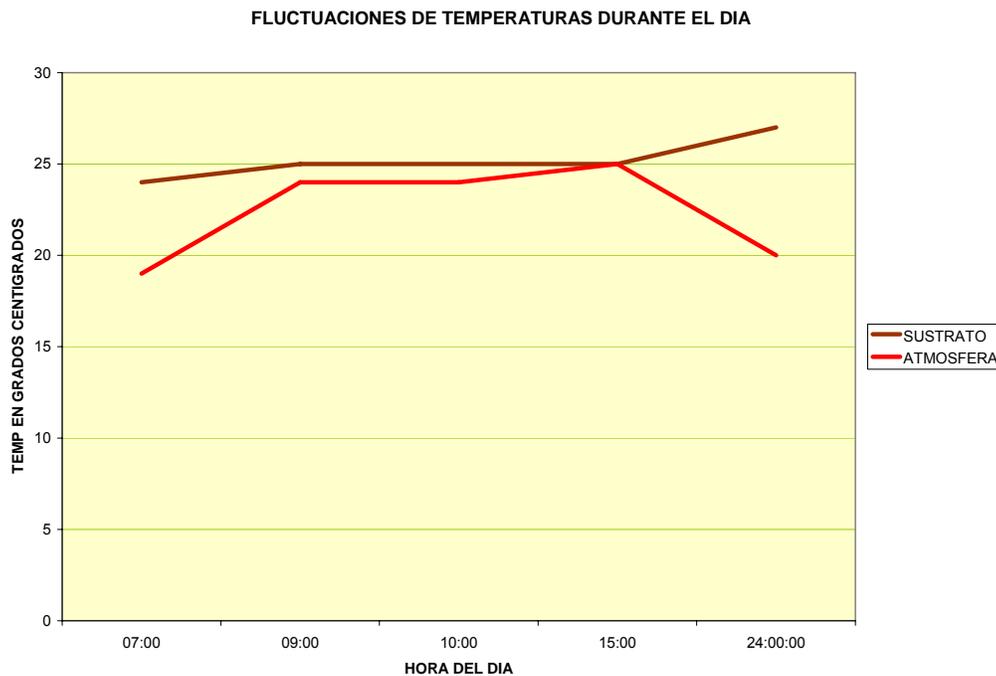


Figura 5.1. Fluctuación durante el día de las temperaturas en cámara con cama caliente.

FLUCTUACION DE LAS TEMPERATURAS DURANTE EL DIA

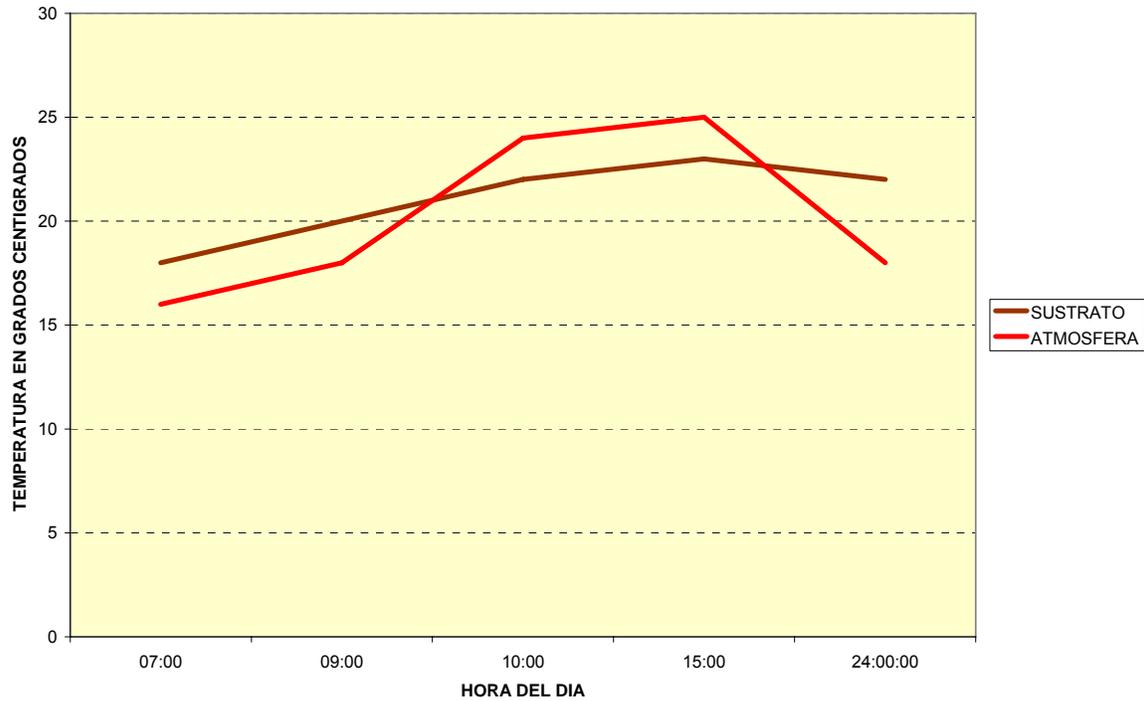


Figura 5.2. Fluctuación durante el día de las temperaturas en cámara con cama fría.

Haciendo una comparación entre las dos cámaras de enraizamiento las temperaturas del sustrato durante el día tienen un comportamiento muy similar, no así durante la noche en donde la presencia de los focos incandescentes provocó la elevación de la temperatura en la cama de la cámara de enraizamiento. En el caso de las temperaturas de la atmósfera las cámaras se comportaron prácticamente de manera similar con una diferencia de 2 °C.

5.2. Resultado de los muestreos

Como se mencionó anteriormente las muestras fueron tomadas a los 3, 8 y 18 días de establecido el experimento. A continuación se menciona lo que se observó en cada uno:

a) *Primer muestreo (3 días)*. Se hizo a los 3 días de plantados los esquejes. En ninguno de los tratamientos se observó el desarrollo de raíces.

b) *Segundo muestreo (8 días)*. Se observó en algunos tratamientos la presencia de raíces en los esquejes por lo que se cuantificó la cantidad de raíces mediante la técnica fotométrica; los resultados de las variables área radicular (AR) se muestran en el Cuadro 5.2.

c) *Tercer Muestreo (18 días)*. Los datos obtenidos en este último muestreo son los que se presentan en los apartados siguientes (hecho a los 18 días después de la plantación. En este caso se midieron las tres variables de respuesta: porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE), área radicular (AR) y peso fresco de raíz (PFR), se presentan en los apartados subsecuentes.

5.3. Porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE)

Los datos que a continuación se presentan corresponden al tercer y último muestreo realizado a los 18 días y podemos observar que el tratamiento 5. Rooter plus (AIB 3000 ppm) en cama fría fue el que mejor comportamiento tuvo con la totalidad de los esquejes enraizados, seguido por el tratamiento 1 con el mismo producto pero en cama caliente; el peor de los tratamientos para esta variable fue el Proroot (AIB 100 ppm, ANA 1400 ppm) incluso por debajo del testigo atribuyendo ésto a la toxicidad ocasionada por sus altos contenidos de Nitrógeno, Fósforo y ácidos fúlvicos (55,000, 275,000, 20,000 ppm,

respectivamente) ya que no es un producto específico para el enraizamiento de esquejes mediante el método de inmersión rápida en soluciones concentradas. Se observan mayores valores de la variable PEE en tratamientos establecidos en cama fría, este fenómeno se atribuye a la deshidratación provocada por el suministro de calor en la parte basal, que favorecía una mayor evaporación del agua contenida en el sustrato y por ende una menor disponibilidad de ésta en el área de enraizamiento de los esquejes. Estos resultados se presentan en el Cuadro 5.1 y de manera gráfica en la Figura 5.3.

Cuadro 5.1. Porcentaje de enraizamiento de esquejes (PEE) de jitomate de tres enraizadores comerciales con y sin *cama caliente*.

TRATAMIENTO	% ENRAIZAMIENTO
1. ROOTER PLUS® CC	91
2. PROROOT® CC	34
3. RAIZONE PLUS® CC	69
4. TESTIGO CC	53
5. ROOTER PLUS® CF	100
6. PROROOT® CF	75
7. RAIZONE PLUS® CF	81
8. TESTIGO CF	66

CC= Cama caliente, CF= Cama fría.



Figura 5.3. Gráfica de la variable de respuesta porcentaje de enraizamiento de esquejes de (PEE) a 18 días.

5.4. Área radicular (AR)

Segundo muestreo (8 días)

En este segundo muestreo únicamente se cuantificó el ARR, en general se observa una superioridad de los tratamientos que se encuentran en la cámara de enraizamiento con cama caliente comparativamente con los establecidos en la cama fría (Cuadro 5.2). El análisis de varianza indica que existe una alta significancia tanto para tratamientos como para los bloques *cama caliente* y *cama fría* (Cuadro 5.3). La prueba de medias de Tukey divide en dos grupos los tratamientos resultando ser los más sobresalientes el tratamiento Rooter Plus (AIB 3000 ppm) en la misma categoría con el testigo (Cuadro 5.4).

Cuadro 5.2. Promedios de las mediciones de área radicular (AR) a los 8 días.

TRATAMIENTOS	Área radicular (en mm ²)
1. ROOTER PLUS® CC	542
2. PROROOT® CC	330
3. RAIZONE PLUS® CC	317
4. TESTIGO CC	446
5. ROOTER PLUS® CF	523
6. PROROOT® CF	256
7. RAIZONE PLUS® CF	257
8. TESTIGO CF	427

CC= Cama caliente, CF= Cama fría.

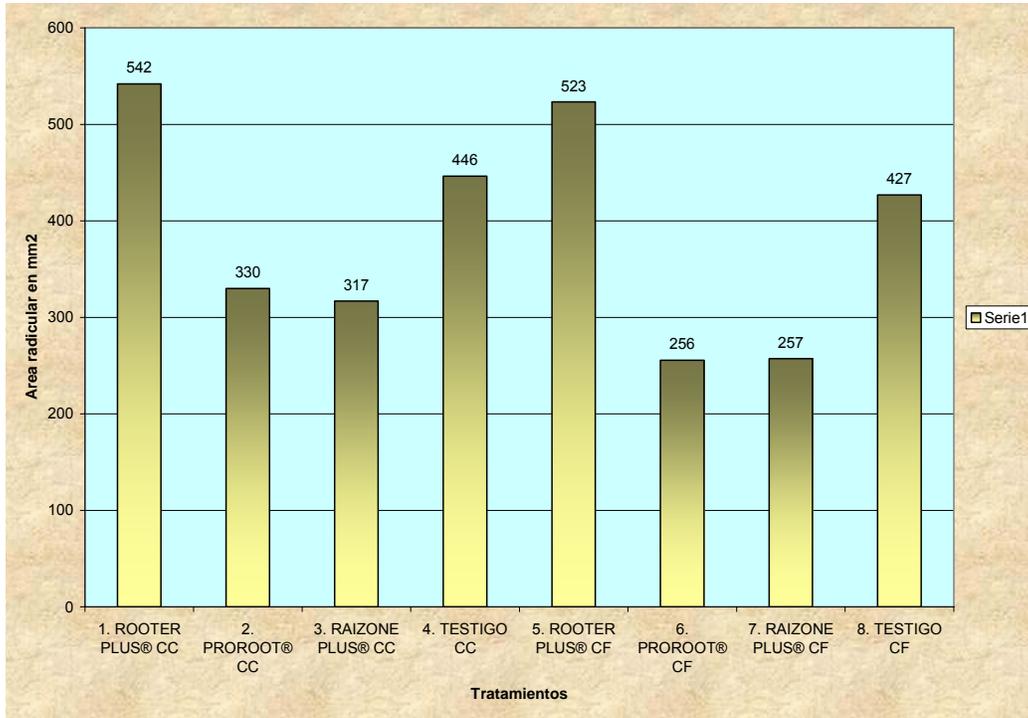


Figura 5.4. Gráfica de la Variable de respuesta área radicular (AR) a 8 días.

Análisis de Varianza

Cuadro 5.3. Análisis de varianza de área radicular (AR) a los 8 días.

FV	GL	Suma de C	Cuadrados medios	F calculada	Pr > F
Tratamientos	3	84912,50	28304,16	70,7	0,0028
Bloques	1	3698,00	3698	9,24	0,0559
Error	3	1201,00			
Total	7	89811,50			

CV= 5.17, media de ARR= 387.25, $\alpha= 0.05$

CV= Coeficiente de variación

Prueba de Tukey

Cuadro 5.4. Comparación de medias de área radicular (AR) a 18 días.

Grupo Tukey	Media	Número	Tratamiento
A	532.50	2	1
A			
A	436.50	2	4
B	293.00	2	2
B			
B	287.00	2	3

DMS= 96.55

DMS= Diferencia mínima significativa

Medias con la misma letra entre columnas no presentan diferencia mínima significativa (α = nivel de significancia 0.05).

Tercer muestreo (18 días)

El análisis estadístico para la variable ARR del tercer muestreo indica que no existe significancia entre tratamientos ni entre bloques (Cuadro 5.6) lo que indica que los tratamientos son estadísticamente similares y no hay diferencia entre los mismos en cama fría y caliente. La prueba de medias de Tukey agrupa a todos los tratamientos en una sola clase por lo que no hay diferencia significativa (Cuadro 5.7). No hay que perder de vista que las mediciones se hicieron con una muestra de los esquejes que enraizaron en cada tratamiento.

Cuadro 5.5. Promedios de las mediciones de la variable área radicular (AR) a 18 días.

TRATAMIENTO	ÁREA RADICULAR (en mm ²)
1. ROOTER PLUS 3000® CC	663
2. PROROOT® CC	574
3. RAIZONE PLUS® CC	648
4. CONTROL CC	581
5. ROOTER PLUS 3000® CF	711
6. PROROOT® CF	486
7. RAIZONE PLUS® CF	552
8. CONTROL CF	566

CC. Cama caliente, CF. Cama fría.

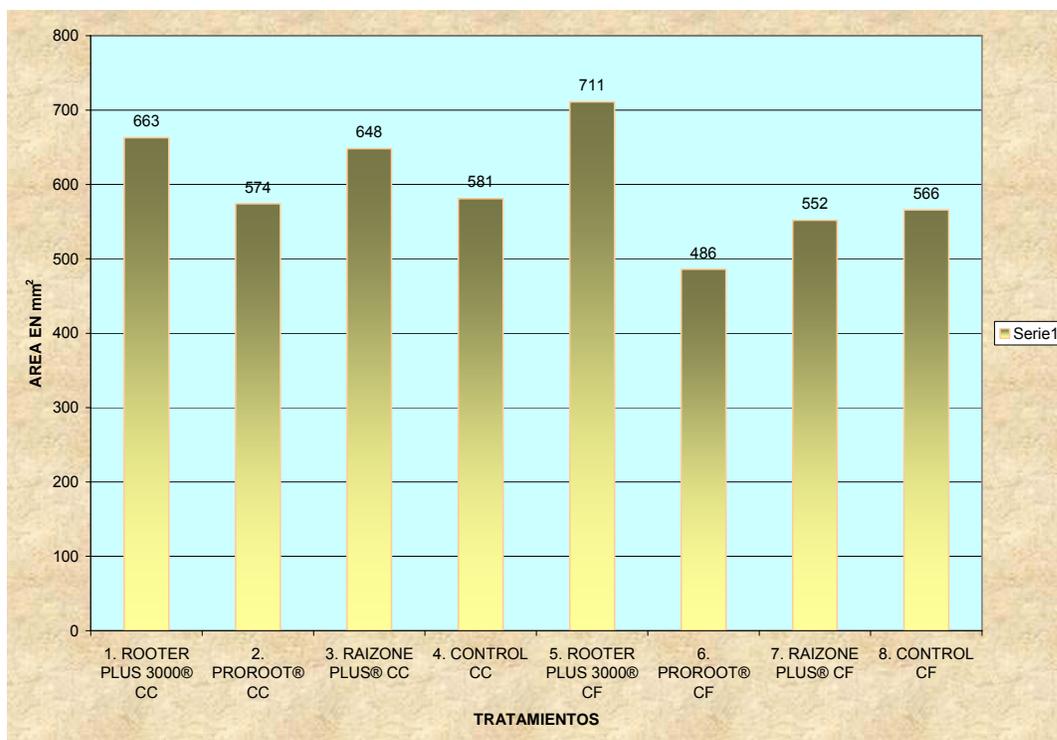


Figura 5.5. Área radicular (AR) a los 18 días.

Análisis de Varianza

Cuadro 5.6. Análisis de varianza de área radicular (AR) a 18 días.

FV	GL	Suma de C	Cuadrados medios	F calculada	Pr > F
Tratamientos	3	30235,00	10078,33	5,7600	0,0923
Bloques	1	1624,50	1624,50	0,9300	0,4065
Error	3	5252,50			
Total	7	37112,00			

CV= 7.16, Media de ARR= 584, α = 0.05

CV= Coeficiente de variación

Prueba De Tukey.

Cuadro 5.7. Prueba de Tukey de área radicular (AR) a los 18 días.

Grupo Tukey	Media	Número	Tratamiento
A	687,00	2	1
A			
A	600,00	2	3
A	573,50	2	4
A			
A	530,00	2	2

DMS= 231.34

DMS= Diferencia mínima significativa

Medias con la misma letra entre columnas no presentan diferencia mínima significativa (α = nivel de significancia 0.05).

5.5. Peso Fresco de Raíz (PFR)

En este caso es importante aclarar que el peso fresco de raíz (PFR) no necesariamente está correlacionado con el desarrollo de la misma al observarse que cuanto más largas son las raíces más delgadas son y en consecuencia el peso es menor, en este caso los tratamientos que más altos valores tuvieron corresponden a aquellos en los que el desarrollo radicular era incipiente por lo que estas eran mucho más gruesas y turgentes a pesar de ser más cortas lo que concuerda con Cruz (1999) quien encontró que tratamientos que desarrollaban menos raíces presentaban un peso fresco superior a los tratamientos que favorecían el desarrollo de raíces más fuertes y fibrosas. A pesar de lo anterior tanto el análisis de varianza (Cuadro 5.9) como la prueba de medias (Cuadro 5.10) con un nivel de significancia de 0.05 % no arroja diferencias significativas por lo que los tratamientos se consideran estadísticamente similares.

Cuadro 5.8. Promedios de peso fresco de raíz (PFR) de esquejes de jitomate a 18 días.

TRATAMIENTO	PROMEDIO (mg)
1. ROOTER PLUS 3000® CC	59.38
2. PROROOT® CC	141.33
3. RAIZONE PLUS® CC	148.66
4. CONTROL CC	37.8
5. ROOTER PLUS 3000® CF	124.24
6. PROROOT® CF	112.22
7. RAIZONE PLUS® CF	114.1
8. CONTROL CF	41.54

CC. Cama caliente, CF. Cama fría.

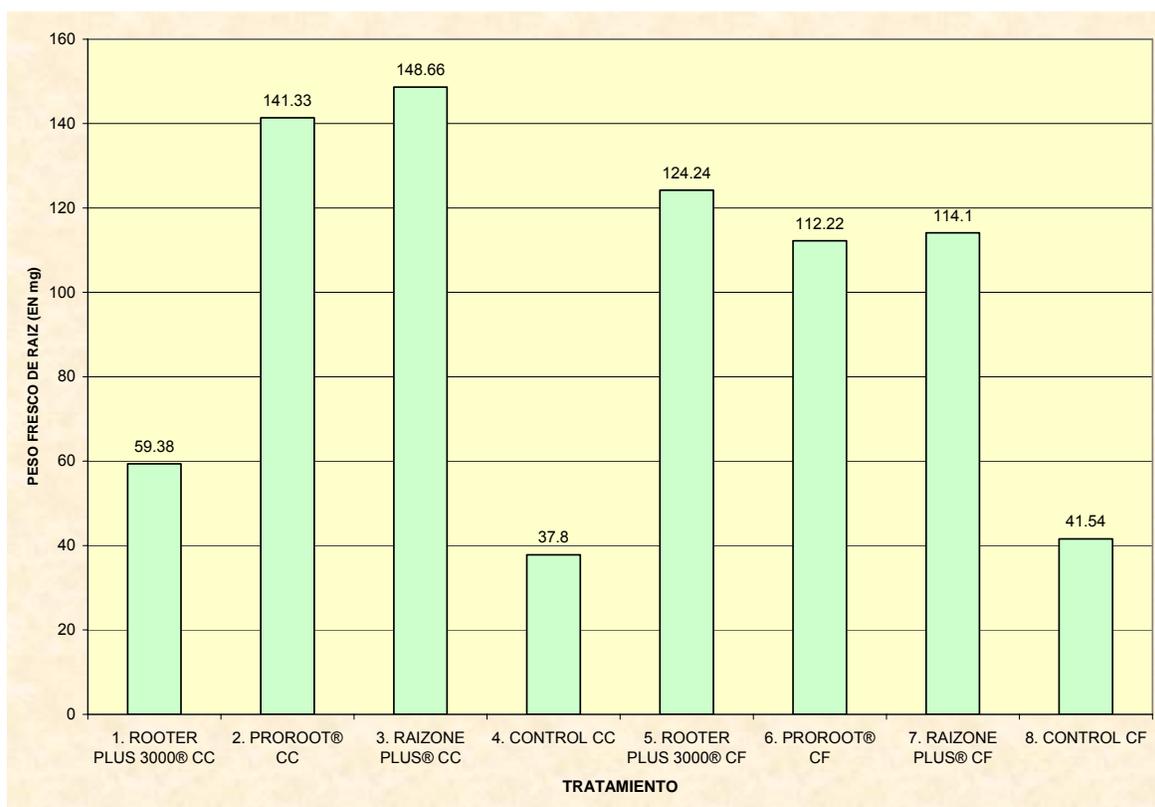


Figura 5.6. Gráfica de la variable de respuesta peso fresco de raíz (PFR).

Análisis de Varianza

Cuadro 5.9. Análisis de varianza de peso fresco de raíz (PFR) a 18 días

FV	GL	Suma de C	Cuadrados medios	F calculada	Pr > F
Tratamientos	3	10763,06	3587,68	3,44	0,1686
Bloques	1	3,04	3,04	0,00	0,9603
Error	3	3128,25			
Total	7	13894,36			

CV= 33.15,

Media PFR= 97.41,

α = 0.05,

CV= Coeficiente de variación

Prueba de Tukey

Cuadro 5.10. Prueba de medias de Tukey de peso fresco de raíz (PFR) a 18 días.

Grupo Tukey	Media	Número	Tratamiento
A	131,38	2	3
A			
A	126,78	2	2
A	91,81	2	1
A			
A	39,67	2	4

DMS=155.83

DMS= Diferencia mínima significativa

Medias con la misma letra entre columnas no presentan diferencia mínima significativa (α = nivel de significancia 0.05).

5.6. Estimación de costos de producción de planta de jitomate

La estimación de costos que se hizo fue en relación al costo de producción de planta de jitomate para el establecimiento de un invernadero de una hectárea, para ello se hizo un cálculo de los materiales y recursos necesarios para su producción; a continuación se describen:

Cuadro 5.11. Costos de producción de plántula de jitomate por semilla (método convencional).

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	NUMERO	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Charolas poliestireno 200 cavidades	PZA	150	25	3750
Peat moss M2 3.8 pies ³ (107,6 L)	SACO	7	209	1463
Vermiculita 4 pies ³	SACO	1	125	125
Semilla	SEM	30000	1.2	36000
Previcur-N (Propamocarb clorhidrato)	L	1	710	710
Mano de obra	JOR	40	100	4000
TOTAL				46048
Costo unitario \$				1.5349

PZA= Pieza, JOR= Jornal, M2= Mezcla 2, .

*Se consideran 10 jornales para la siembra de las charolas, después se considera un jornal diario durante 20 días para su vigilancia y mantenimiento.

Cuadro 5.12. Costos de producción de planta de jitomate por el método de propagación por esqueje.

CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	NUMERO	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
Charola Rig. 50 Cav C 1-7/8x2 1/4"	PZA	600	25	15000
Peat Moss M2 3.8 pies ³ (107,6 L)	SACO	14	209	2926
Vermiculita 4m ³ (113 L)	SACO	13	125	1625
Previcur-N	L	1	710	710
Mano de obra	JOR *	40	100	4000
Enraizador	L	3	170	510
TOTAL				24771
Costo unitario \$				0.8257

PZA= Pieza, JOR = Jornal, L= Litro.

*Se consideran 10 jornales para recolectar y establecer los esquejes en las charolas, después se considera un jornal diario durante 20 días para su vigilancia y mantenimiento.

Como podemos observar el costo unitario de producción de planta por la técnica de propagación por esqueje es casi la mitad del costo de producción de plántula por el método tradicional (por semilla). Si tomamos en cuenta que con los esquejes enraizados se puede llegar a la cosecha de manera más pronta según lo mencionan Ito y Sugahara (1982) y Bruin y Sande (1986).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a las condiciones y la metodología con que se desarrollo el experimento se puede concluir lo siguiente:

- a) El Jitomate es una especie de fácil enraizamiento, generando raíces adventicias incluso sin la aplicación de reguladores de crecimiento (hormonas), sin embargo al aplicar estos el porcentaje de enraizamiento aumenta hasta en un 36 % para el caso de Rooter plus® (AIB 3000 ppm).
- b) A los 18 días en que se hizo el tercer y ultimo muestreo los tratamientos Rooter plus® (3000 ppm de AIB) en cama fría y caliente presentaron un 100 % y 95 % respectivamente de las plantas enraizadas seguido del Raizone Plus® (NAAm 1200 ppm, AIB 600 ppm) en cama fría y cama caliente con un 69 y 81 % respectivamente.
- c) La cama caliente no tuvo efecto positivo significativo en la cantidad y calidad de los esquejes enraizados. Se tuvo en general un mejor comportamiento en la cámara con cama fría; se deduce que este fenómeno es atribuible a la deshidratación de los esquejes que fue favorecido por la adición de temperatura. De lo anterior se concluye que con mantener un rango de temperatura de 15-25 °C en el sustrato y de 18-26 °C en la atmósfera es suficiente para obtener buenos niveles de enraizamiento así como humedad relativa del 86 % y radiación de 50 W/m².
- d) No hubo problemas de enfermedades foliares ni radiculares a pesar que en las cámaras de enraizamiento se tuvieron altas Humedades Relativas (85-90 % promedio). Sin embargo hubo presencia de hongos saprófitos básicamente en las flores que marchitaron por deshidratación de los tratamientos que menos enraizaron.

- e) Es recomendable determinar el nivel de luminosidad óptimo, a los cuantos días es conveniente destapar las cámaras de enraizamiento y exponerlas a mayores niveles de radiación solar y la respuesta a la aplicación de soluciones nutritivas.

- f) Sería interesante el llevar un experimento de propagación vegetativa por esqueje de planta de jitomate de la variedad estudiada hasta evaluar precocidad en la producción, rendimientos y ahorro de capital de trabajo.

- g) El costo unitario de producción de planta por esqueje es aproximadamente la mitad del costo de producción de plántula por el método tradicional sin tomar en cuenta que con este método se puede llegar a la cosecha de manera más rápida lo que representaría otro importante ahorro de capital de trabajo.

LITERATURA CITADA

- Agrios, N. G. 1991. Fitopatología. Editorial Limusa. México, D. F. 530 p.
- Anónimo. 2005. Enciclopedia de los municipios de México, Querétaro, El Marqués (Archivo electrónico). Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Querétaro.
- Aragón, N. G. 1995. Diferentes Sustratos para el enraizamiento de esquejes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en hidroponía bajo invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de Méx. 55 p.
- Bruin, de J.; V. Sande. 1986. Tomato cuttings for interplanting. Groenten en Fruit 41(43): 32-33
- Carrillo, A. 2004. Tendencias históricas de la producción de jitomate en México y en Sinaloa. UNAM.
- Cruz, C. S. 1999. Enraizamiento de esquejes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Cv. Daniela bajo condiciones de invernadero. UACH. Chapingo, Edo. De Méx. Méx. 62 p.
- Davies, F. 1999. Proyecto semestral: aspectos fisiológicos en la formación de raíces adventicias. Universidad Nacional Agraria la Molina, Departamento de Horticultura.
- DEAQ (Diccionario de Especialidades Agroquímicas). 1999. 9ª Edición. PLM Editores, México. Pp. 283, 463, 652, 699.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 1988. Reglamento de la Ley Federal de Variedades Vegetales. Cámara de Diputados, H. Congreso de la Unión, Secretaría General, Secretaria de Servicios Parlamentarios, Dirección General de Bibliotecas. 24 de Septiembre de 1998. P. 16.
- Escalante, R. E. 1979. Cultivo forzado de crisantemo para flor Cortada. Tesis de Licenciatura. Depto de Fitotecnia, UACH. Chapingo, Edo, Méx.
- Feung, C. S., Hamilton R. H., Mumma R. O. 1973. Metabolism of 2,4-diclorophenoxyacetic acid. V identification of metabolites in soybean callus tissue culture. J agric food. Chem. 21: 637-640. En : Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción Vol I, Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, instituto de horticultura. Ediciones mundi prensa. 37 p.

- Feung, C. S., Hamilton R. H., Mumma R. O. 1977. Metabolism of indole-3-acetic. IV. Biological properties of aminoacid conjugates. *Plant Physiol.*, 59: 91-93
En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol. I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de horticultura. Ediciones Mundi Prensa. 37 p.
- Fuentes, Y. J. L. 1992. *Botánica Agrícola* (3ª edición). Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
- Goldsmith, MHM. 1977. The polar transport of auxin. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 28:439-478. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura. Ediciones Mundi Prensa. p. 37.
- Grambow, HJ, Langenbeck-Schwich B. 1983. The relationship between oxidase activity, peroxidase activity, hydrogen peroxide and phenolic compounds in the degradation of indole-3-acetic acid in vitro. *Planta* 157: 131-137. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura. Ediciones Mundi Prensa. p. 37.
- Guinn, G., Brummet D. L., 1988. Changes in amide-linked and ester indole-3-acetic acid in cotton fruiting form during their development. *Plant Physiol.*, 89: 941-944. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura. Ediciones Mundi Prensa. p. 37.
- Garza, L. J. 1985. *Las hortalizas cultivadas en México. Características botánicas.* Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Edo. de México, México.
- Gordon, R. H. y J. A. Barden. 1984. *Horticultura.* Edit. México, D. F., México. 727 p.
- Hartman, T. H. y Kester D. E. 1999. *propagación de plantas: principios y práctica.* 7ª reimpresión. Editorial CECSA, Mexico, D. F. 760 p.
- Heede, V. D. 1981. *El estaquillado: guía practica de multiplicación de plantas.* Editorial Mundi Prensa, Madrid España.
- Heslop-Harrison J. 1980. Darwin and the movement of plants: A retrospect. In: Skoog F, ed. *Plant Growth Substances.* 1979. Springer Verlag, Berlin, pp. 3-14. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma

- Chapingo, Depto de fitotecnia, instituto de horticultura. Ediciones mundi prensa. 37 p.
- Hirashawa, E. 1989. Auxins induce a-amylase activity in pea cotyledons. *Plant physiol.*, 91: 484-486. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Depto de fitotecnia, instituto de horticultura. Ediciones mundi prensa, p. 37.
- INEGI, Instituto de Estadística Geografía e Informática. 2000. Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica. Aspectos geográficos de Querétaro de Arteaga. Pagina Web)
- Infoagro. 2007. (Página web www.infoagro.com). El cultivo del tomate.
- Iñiguez, G. A. 1991. Aspectos relevantes para el cultivo de jitomate en México. Tesis profesional, Departamento de Fitotecnia. UACH, Chapingo Edo. De México. México. 75 p.
- Ito, K.; Sugahara, S. 1982. Continuous cultivation of tomato by hydroponics using rooted cuttings from lateral shorts. *Research Buletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center* 14:114-119 p.
- Janick, J. 1972. *Horticulture Science* (2a ed.) Freeman and London.
- Jaques, M. 1988. Multiplicación vegetativa y cultivo *in Vitro*. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Juárez, H. M. 1988. Desarrollo del cultivo de la fresa en hidroponía a partir de plantas propagadas *in Vitro*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 46 p.
- Juárez L. G., Sánchez del C. F., Contreras M. E., 2000. Efectos del manejo de esquejes sobre el rendimiento de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponia. *Revista Chapingo Serie Horticultura* Vol. VI., Chapingo Edo. de México. 19 p.
- López, E. y Flores O. C. 2006. Realizan en el invernadero de la UBIPRO investigación sobre propagación de jitomate. *Gaceta* 279, FES Iztacala, UNAM, Laboratorio de Fisiología Vegetal., Iztacala, Edo. Méx., p. 8
- López, M. J. A. 1996. Evaluación de producción de jitomate a partir de estacas obtenidas en dos niveles de floración. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Edo. Méx. México. 46 p.

- Machin , B. and Scopes N. 1978. Chrysanthemums year-round Growing. Blandford Press. London, England.
- Maroto, B. J. V. 1989. Horticultura herbácea especial (3ª Edición). Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 566 p.
- Martínez, S. A. 1982. Producción comercial de crisantemo. Planta madre para la propagación asexual. CONAFRUT. México.
- Messina F. R., Sánchez Del C. F. 1998. Enraizamiento de esquejes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su efecto sobre la precocidad y el rendimiento en hidroponía (resumen). Resumen de Tesis de licenciatura. 46 p.
- Miguel, A. 1997. Injerto de hortalizas. Generalidad Valenciana. Consejería de agricultura pesca y Alimentación
- Moore TC, 1989. Biochemistry and Physiology of plant hormones. Psringer-Verlag. New York. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura. Ediciones Mundi Prensa. p. 37.
- Morales R. G. 1999. Uso de acido indol-butírico (AIB) en el enraizamiento de esquejes de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México. 49 p.
- Nicolás, J. P. y Roche-Hamon. 1988. El vivero. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
- Nuez, 1995. El cultivo del jitomate. Editorial Mundi Prensa. Madrid España. 793 p.
- Pérez, G. M. y R. Castro B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, Edo. De Méx. 58 p.
- Pérez, J., G. Hurtado, V. Aparicio, Q. Argueta, M. A. Larín. Cultivo del tomate. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria Forestal). San Salvador, El Salvador.
- Pidi, N. 1981. La multiplicación de las plantas. Editorial de Vecchi. Barcelona, España.

- Rodríguez, G. B. L. 2006. Propagación vegetativa del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) mediante enraizamiento de esquejes e injertos, informe analítico. Departamento de fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo Estado de México. 49 Pp.
- Rodríguez, R, R. Tabares y S. Medina. 1984. Cultivo moderno del jitomate. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. 355 p.
- Salisbury, B. F., Cleón W. R. 1994. Fisiología vegetal. Grupo editorial Iberoamérica. México. Pp. 395-411.
- SIAP. 2002. Análisis respecto al comportamiento de la producción y consumo del jitomate mexicano así como su participación en el comercio internacional. (htm). SAGARPA.
- SICA. 2002. Principios básicos de la agricultura orgánica. Servicio de información agropecuaria del ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador, proyecto SICA banco mundial. Archivo electrónico.
- Weaver, R. J. 1976. Reguladores de crecimiento de plantas en la agricultura. Editorial Trillas. Mexico, D. F. Mexico.
- Wersillowsky, J. 1975. Effect of 2,4,5-T, GA3 and ethephon on the ripening of partenocarpic sour cherry. Fruit Sci. Rep., 2 (2): 25-31. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas, propiedades y acción (Vol I), Leszek S. Jankiewicz. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de fitotecnia, Instituto de Horticultura. Ediciones Mundi Prensa. 37 p.

ANEXO 1.

Fichas técnicas de los enraizadores y agroquímicos utilizados.

RAIZONE-PLUS.

Composición.	% en peso	g/L	ppm
Alfaftilacetamida	0.12	1.2	1,200
Acido Indol-3-butírico	0.06	0.6	600
Diluyentes y compuestos relacionados	99.82	998.2	998,000

Características generales.

Es un producto enraizador, fitoregulator en polvo. RAIZONE*-PLUS estimula el enraizado de estacas de todas las especies ornamentales y frutícolas, siendo un auxiliar muy efectivo en la propagación vegetativa aun de las plantas más difíciles. Las estacas tratadas producen rápidamente raíces vigorosas y sanas.

Dosis. Introducir la estaca del producto y sacudir el excedente.

Cultivos autorizados. Ornamentales, frutales, vid y cítricos.

Modo de empleo: Después de cortada la estaca, quite los botones y hojas, introduzca la base de la estaca en el producto hasta aproximadamente 0.5 cm arriba de donde queda la superficie del medio de enraizamiento. Sacuda ligeramente el exceso de polvo e inserte la estaca en un orificio del medio de enraizamiento cubriendo cuando menos un nudo. Haga los orificios lo suficientemente amplios para que no se caiga el polvo. Apisone bien el medio de enraizamiento alrededor de la estaca. No permita que las estacas se sequen desde que se cortan hasta que enraícen.

Incompatibilidad. No presenta incompatibilidad con ningún otro producto.

ROOTER PLUS 3000.

Información general. Enraizador soluble para transplante de hortalizas.

Composición.	% en peso	g/L	ppm
Acido Indol-3-butírico	0.30	3.00	3,000
Diluyente	99.70	997.00	997,000

Es un producto que promueve la formación de raíces después del transplante, para acelerar el reestablecimiento de las plántulas. Al estimular la renovación de las raíces, las plántulas adquieren un mayor vigor en su etapa inicial de desarrollo, obteniendo un sistema radicular mas numeroso y resistente.

Cultivos en los que se aplica. Se aplica al momento del transplante o inmediatamente después del mismo en ajo, cebolla, brócoli, coliflor, calabacita, col, chile, fresa, lechuga, pimiento, pepino y tomate.

Método de aplicación. En un tanque de premezcla, agregue de 100 a 200 L de agua y adicione 1 L del producto, agite hasta que la solución este perfectamente mezclada. Aplique mediante bomba por aspersion sobre las plántulas en el almácigo, antes del transplante, o en el campo inmediatamente después del transplante.

PROROOT ®

Regulador de crecimiento, enraizador, polvo soluble.

Composición	porcentaje en peso	g/L	ppm
Nitrógeno total	11.0	110.0	110,000
Fósforo aprovechable (P 2 O 5)	55.0	550.0	550,000
Acido naftalenacético (ANA)	0.28	2.8	2,800
Acido indolbutirico (AIB)	0.02	0.2	200
Ácidos fúlvicos	2.00	20.0	20,000
Acondicionadores e inertes	31.70	317.0	317,000

Información general: Es un producto especialmente diseñado para inducir y estimular el crecimiento de raíces y el engrosamiento de tallos. Su formulación se basa en una mezcla balanceada de reguladores de crecimiento que favorecen el desarrollo de raíces, macronutrientes y ácidos fúlvicos que actúan para lograr un resultado más rápido y eficaz.

En la producción de plántulas de hortalizas, ya sea bajo condiciones de invernadero en charolas o almácigos en campo, permite obtener plantas más vigorosas con buen desarrollo radicular, logrando reducir en gran medida las pérdidas en el trasplante. De igual manera, se reduce el tiempo de adaptación en el campo y se estimula la iniciación de nuevas raicillas, logrando un pronto establecimiento.

Puede ser aplicado en diversos cultivos como: tomate, chile, fresa, tabaco, café, lechuga, pepino, coles, brócoli, papa, cucurbitáceas, árboles frutales y plantas ornamentales.

Método de aplicación. Se aplica por aspersión disuelto en la cantidad de agua que se indica en la recomendación.

Fototoxicidad. No es fitotóxico a las dosis y épocas recomendadas.

Recomendaciones de uso.

Etapa de aplicación	Recomendación
Producción de plántulas en almácigos e invernaderos	Aplicar foliarmente 100 g de PROROOT® por cada 200 L de agua una vez por semana, iniciando las aplicaciones en la segunda semana del desarrollo de las plántulas.
Aplicaciones en el campo	Al trasplante: Aplicar 100 g de PROROOT® por cada 200 L de agua al momento del trasplante, o una semana después aplicar 400 g por cada 100 L de agua, dirigiendo la aplicación a la base de la planta.
	Follares: Aplicar de 0.5 a 1 Kg de PROROOT®/ha en la segunda y tercer semana después del trasplante.
	En riego por goteo: Aplicar 2 Kg de PROROOT®/ha disuelto en el agua de riego en la segunda, tercera y cuarta semana después del trasplante.

PREVICUR ® N

Fungicida-líquido

Solución acuosa

COMPOSICION PORCENTUAL:

Porcentaje
en peso

Ingrediente activo:

Propamocarb clorhidrato: Propil 3-(dimetilamino)propilcarbamato-hidrocloruro

No menos de: 64.0%

(Equivalente a 695 g I.A./L (20°C))

Ingredientes inertes:

Agua no más de 36.0%

Precauciones y RECAUCIONES Y ADVERTENCIAS DE USO:

Categoría toxicológica. Ligeramente Tóxico.

INSTRUCCIONES DE USO:

Siempre calibre el equipo de aplicación

PREVICUR ® N es un fungicida sistémico que previene y controla las enfermedades de los géneros *Pythium* y *Phytophthora*

METODO PARA PREPARAR Y APLICAR EL PRODUCTO: Llenar el tanque limpio hasta la mitad con agua pura, agregar la dosis necesaria de PREVICUR ® N (utilizar la medida PREVICUR ® N puesta sobre cada botella), enjuagar el envase vacío tres veces agregando el agua del lavado al tanque de aplicación y completar con agua hasta su capacidad manteniendo en constante agitación.

IMPORTANTE PARA APLICACIONES AL SUELO: Es necesario que el suelo esté bien húmedo al momento de aplicar el producto para lograr una buena profundización del caldo hasta la zona radicular.

Tratamiento:

De semilleros: PREVICUR ® N disuelto en agua se puede aplicar con regadera.

De plántulas: Se puede aplicar con el riego por goteo, o con bombas de mochila sin boquilla, aplicando el caldo a la base de las plantas.

Aplicación de PREVICUR ® N en papa: Utilizar equipos convencionales de aspersión terrestre o aérea, utilizando la dosis recomendada para el cultivo en el volumen de agua que sea necesario para dar una buena cobertura al follaje.

INCOMPATIBILIDAD: No mezclar PREVICUR ® N con reguladores de crecimiento. PREVICUR ® N se puede mezclar con los plaguicidas registrados para los cultivos aquí recomendados, sin embargo, se recomienda realizar pruebas previas de compatibilidad física.

En caso de mezclas se recomienda agregar primero el PREVICUR® N y luego el otro fungicida suspendido previamente. Al agregar, se debe agitar el caldo.

FITOTOXICIDAD: PREVICUR® N no es fitotóxico a las dosis recomendadas.

Cultivo	Enfermedades		Dosis	Observaciones
	Nombre Técnico	Nombre común		
Papa (14)	<i>Phytophthora infestans</i>	Tizón tardío	1.5 L	Aspersión al follaje; iniciar aplicaciones al observar los primeros síntomas. Se recomienda usarlo en mezcla con un fungicida de contacto

USESE EN EL TRATAMIENTO DE PLANTULAS EN ALMACIGO Y ENFERMEDADES AQUI RECOMENDADAS

Cultivos	Enfermedades		Dosis	Observaciones
	Nombre técnico	Nombre común		
Almacigos Tabaco	<i>Pythium spp</i> <i>Phytophthora spp</i>	Damping off Podrición del tallo	15 ml de PREVICUR® MALLANERO por 10 L de agua	Aplicar 3-4 L del caldo por m ² almacenamiento de la siembra.
Ornamentales	<i>Phytophthora spp</i>	Podrición de la raíz		

Cultivos	Enfermedades		Dosis	Observaciones
	Nombre técnico	Nombre común		
Plantulas al trasplante Tabaco	<i>Phytophthora spp</i> <i>Phytophthora parasitica</i>	Podrición del tallo Podrición de la raíz Tristeza Pata negra	25 ml de PREVICUR® MALLANERO por 10 L de agua	Aplicar 50 ml del caldo a la base de la planta inmediatamente después del trasplante.
Ornamentales	<i>Pythium spp</i> <i>Phytophthora spp</i>	Secadera o Podrición de la plántula	15 ml de PREVICUR® MALLANERO por 10 L de agua	Aplicar el caldo al tallo según el ahogamiento diámetro de la maceta. ml cm 50 8-9 150 12 -13 250 16-17

() Los días que deben respetarse entre la última aplicación y la cosecha aparecen en paréntesis después de cada cultivo.
Tiempo de reentrada a las zonas tratadas: 12 horas.

Recomendaciones generales para el uso de los productos aquí descritos.

A pesar de que los productos descritos son de la categoría de ligeramente tóxicos deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones para no exponerse al contacto de los mismos, tales son:

Condiciones de almacenamiento y transporte. Almacene los productos en lugares frescos con temperaturas menores a 40°C. Manténgase en su envase original cerrado lejos del fuego, alimentos, forrajes y del alcance de los niños y animales.

Transportar en su envase original cerrado y claramente etiquetado, lejos de alimentos, medicinas y/o cualquier otro producto de consumo humano y/o animal.

Manejo de derrames.

Recuperar el material absorbiéndolo con arcilla, aserrín o arena (usar equipo de protección personal), colecte los desechos en un recipiente hermético y envíelos a un sitio autorizado para su disposición final.

Medidas de protección al ambiente. Durante el manejo del producto no contamine el aire, suelo, ríos, lagos, presas o depósitos de agua. Aplique el procedimiento del triple lavado al envase vacío y deposite el agua de enjuague en el depósito o contenedor donde preparó la mezcla (salvo por incompatibilidad química o si el envase lo impide).

Maneje el envase vacío y sus residuos conforme lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Medidas de seguridad personal. Utilizar equipo de protección adecuado, como mascarilla contra polvos, goggles, overol, guantes y botas de neopreno. Mezclar los productos con un agitador, nunca con las manos. No aplicar en contra del viento, no comer, beber ni fumar durante las aplicaciones. Después de la aplicación bañarse y ponerse ropa limpia. No deben exponerse ni manejar estos productos mujeres embarazadas, en lactación y personas menores de 18 años. Mantener fuera del área a tratar a personas no involucradas en la aplicación y animales, Diccionario de Especialidades Agroquímicas (2007).

ANEXO 2. ABREVIATURAS DE EMPLEO COMUN EN ESPAÑOL

A	Amperio	etc.	Etcétera
Á	Ángstrom	EV	Electronvoltio
a. C.	antes de Cristo	Estr.	Estratigrafía
a.l.	años luz	F	Faradio
Ac.	Acústica	°F	grado Fahrenheit
Aeron.	Aeronáutica	f.c.e.m.	fuerza contra-electromotriz
Agr.	Agricultura	f.e.m.	fuerza electromotriz
Álg.	Álgebra	Farmacol.	Farmacología
An.mat	análisis matemático	fig.	Figura
Anat.	Anatomía	Fís. gral.	física general
Anat.comp.	Anatomía comparada	Fisiol.	Fisiología
Antr.	antropología	Fisiol. an.	fisiología animal
Arit.	aritmética	Fisiol.gral.	fisiología general
Arm.	armamento	Fisiol. veg.	fisiología vegetal
Arq.	arquitectura	Fitosoc.	Fitosociología
Art.gr.	artes gráficas	Fot.	Fotografía
Art. y of.	artes y oficios	G	Gramo
Astr.	astronomía	Genét.	Genética
Astron.	astronáutica	Geod.	Geodinámica
Atm.	atmósfera	Geof.	Geofísica
Atom.	atomística	Geogr.	Geografía
Biol. gral.	biología general	Geol.gral.	geología general
Bioq.	bioquímica	Geol.hist.	geología histórica
Bot.des.	botánica descriptiva	Geom...	Geometría
Bot. sist.	botánica sistemática	Geoq.	Geoquímica
Brom.	bromatología	GeV	Gigaelectronvoltio
C	centígrado (s)	CHz	Gigahertz
°C	grado centígrado	H	Hora
c.a.	corriente alterna	Ha	Hectárea
Cal	caloría	Ha	hectárea (s)
Cal	kilocaloría	Hb	Hemoglobina
c.d.g.	centro de gravedad	Histol.an.	histología animal
Cg	centigramo	Histol.veg.	histología vegetal
Cin.	cinematografía	HP	caballo de fuerza
Cir.	cirugía	Hz	Hertz
Citol.	citología	Ind.	Industria
Cl	centilitro	Ind. alim.	industria alimentaria
Cm	centímetro	Ing. gral.	ingeniería general
Const.	construcción	J	joule (s)
Crist.	cristalografía	°K	grado Kelvin
d. C.	después de Cristo	Kcal	Kilocaloría
d.d.p.	Diferencia de potencial	KeV	Kiloelectronvoltio
Diag.	Diagnóstico	kg.	Kilogramo
Dib.	Dibujo	KHz	Kilohertz
E.	Este	Km	Kilómetro

Ecol.	Ecología	km ²	kilómetro cuadrado
Edaf.	Edafología	km ³	kilómetro cúbico
Electrón.	Electrónica	Kp	Kilopondio
Electrot.	Electrotecnia	Kpm	Kilopondímetro
Embriol.	Embriología	Kw	Kilowatio
Entom.	entomología	Kwh	kilowatio hora
Est.	estadística	L	Litro
lat.	Latitud	Pat.	Patología
Ln	logaritmo neperiano	Pat. veg.	patología vegetal
Log	logaritmo base 10	Petr.	Petrografía
log _a	logaritmo base a	Petroq.	Petroquímica
Mw	Miliwatio	Ppm	partes por millón
Mw	Megavatio	Protoz.	Protozoología
mμ	Milimicra	Psic.	Psicología
N.	Norte	Psiq.	Psiquiatría
n.a.	Número atómico	Qm	quintal métrico
NE.	Nordeste	Quím.an.	química analítica
Ng	nanogramo (s)	Quím.apl.	química aplicada
M	Metro	Quím.fís.	química física
m ²	metro cuadrado	Quím.gral.	química general
m ³	metro cúbico	Quím.inorg.	química inorgánica
MA	Megaamperio	Quím.org.	química orgánica
Mar.	Marina	r.p.m.	revoluciones por minuto
Mastoz.	Mastozoología	r.p.s.	revoluciones por segundo
Mb	Milibar	S.	Sur
Mcal	megacaloría (s)	SE.	Sudeste
Mec.	Mecánica	Seg	Segundo
Mec.apl.	mecánica aplicada	SO.	Sudoeste
Met.	Metalurgia	Tecnol.	Tecnología
Meteor.	meteorología	Tect.	Tectónica
Metrol.	metrología	Terap.	Terapéutica
MeV	megaelectrovoltio	Termol.	Termología
Mg	miligramo	Tm	tonelada métrica
MHz	megahertz	TND	total de nutrientes digestibles
Microb.	microbiología	Top.	topografía y geodesia
min.	minuto	Torr	torricelli (mmHg)
Min.	minería	Trig.	Trigonometría
MJ	megajoule (s)	UI	unidades internacionales
ml	mililitro (s)	V	Voltio
Mm	milímetro	Vet.	Veterinaria
Morf.veg.	morfología vegetal	vol.	Volumen
Msnm	metros sobre el nivel del mar	Vs	Versus
mV	milivoltio	W	Watio
MV	megavoltio	Zool.gral.	zoología general
n.m.	número de masa	μ	Micra

NO.	Noroeste	μg	microgramo (s)
Un	nanomicra	μm	micrómetro (s) (micras(s))
O.	Oeste	μl	microlitro (s)
Ocean.	oceanografía	Ω	Ohmio
Ópt.	óptica	$^{\circ}$, $''$, $'''$	grados, minutos y segundos de arco
P	página	%	tanto por ciento
Pp	páginas	$^{\circ}/_{00}$	tanto por mil
p.a.	peso atómico	\rightarrow	Véase
p.e.	peso específico		
p.eb.	punto de ebullición		
p. ej.	por ejemplo		
p.f.	punto de fusión		
p.mol.	peso molecular		
Paleont.	paleontología		
Parasit.	parasitología		