

ESTUDIOS EN LA PROPAGACION SEXUAL Y ASEXUAL DEL
TOMATE DE ARBOL (Cyphomandra betacea Sendt.)

RECEBIDA WILSON POPEROU
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
ABRIL 1994
HONDURAS

P O R

Erick Danilo Alvarado Delgado

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS

ABRIL, 1994

7472
FEB. 1994

Estudios en la propagación sexual y asexual
del Tomate de Arbol (Cyphomandra betacea Sendt.)

BIBLIOTECA WILSON POPENON
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

Por

ERICK DANILO ALVARADO DELGADO

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos de autor.

Erick Danilo Alvarado Delgado

Abril - 1994.

AGRADECIMIENTO

A Dios por fortalecerme, guiarme, iluminarme y hacerme responsable en todos y cada uno de los momentos de ésta senda.

A mis Padres, Walter Alvarado Hernández y María del Carmen Delgado de Alvarado; por su amor, ayuda económica y útiles consejos, sin esos ingredientes básicos me hubiese sido imposible llegar hasta la posición que he logrado alcanzar ahora.

A mis hermanos; Edwin Daniel, Elvia Dinelda, Walter Antonio y Elisa Mariela por ser tan especiales, siempre serán para mí un ejemplo de paciencia y comprensión durante mi formación en ésta institución.

A mi asesor principal, Ingeniero Odilo Duarte, quien siempre estuvo dispuesto a ayudarme y aconsejarme en el desarrollo de mi tesis.

Al Doctor Alfredo Montes y a Don Marcos Rojas por su oportuna asesoría.

Al Señor Jean Marcel Bocklandt por todas las facilidades que me brindó.

Al Ingeniero Mauricio Huete, Helga Maldonado, Eva Alvarez por su colaboración en los detalles de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de facultad, Gianni Suchini, Crispín Blanco, Rodolfo Leiva, José Roberto Montenegro y Alfredo Larach, por su amistad y apoyo.

INDICE GENERAL

PAG.

TITULO.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE ANEXOS.....	vi
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	24
RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFIA.....	44
ANEXOS.....	45
DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR.....	48
APROBACION.....	49

INDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro No. 1 Tratamientos usados en la propagación por semilla del tomate de árbol en el primero y segundo ensayo. El Zamorano, 1993.- - - - -	26
Cuadro No. 2 Descripción de los tratamientos usados en la prueba de duración de fermentación de semillas. El Zamorano, 1993.- - - - -	27
Cuadro No. 3 Tratamientos usados en los estudios de propagación asexual del tomate de árbol. El Zamorano, 1993.- - - - -	28
Cuadro No. 4 Resultados de diversos tratamientos de extracción y almacenaje de semillas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993.- - - - -	30
Cuadro No. 5 Efecto de diferentes tiempos de fermentación en la germinación de semillas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993.- - - - -	32
Cuadro No. 6 Efecto de diferentes tratamientos de extracción y conservación de semillas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993/1994.- - - - -	33
Cuadro No. 7 Resultados de enraizamiento de estacas de tomate de árbol con diferentes tratamientos. El Zamorano, 1993.- - - - -	36
Cuadro No. 8 Efecto de diversos tratamientos en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993/1994.- - - - -	39

INDICE DE ANEXOS

PAG.

Anexo 1	Análisis de varianza para diversos tratamientos de extracción y almacenaje de semillas de tomate de árbol en el primer ensayo.- - - - -	45
Anexo 2	Análisis de varianza para diferentes tiempos de fermentación de semillas de tomate de árbol.- - - - -	45
Anexo 3	Análisis de varianza para diferentes tratamientos de extracción y conservación de semillas de tomate de árbol en el segundo ensayo.- - - - -	45
Anexo 4	Análisis de varianza para diversos tratamientos en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol en el primer ensayo.- - - - -	46
Anexo 5	Análisis de varianza para diversos tratamientos en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol en el segundo ensayo.- - - - -	46

1. RESUMEN

Se realizaron ensayos en tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sendt.), para determinar el mejor tratamiento de obtención y almacenamiento de semillas así como el tipo de estaca y tratamiento más adecuado con auxinas.

Con semillas se usó; fresca; fermentada por 3 ó 6 días; lavada y sin lavar; con o sin oreado y con o sin almacenaje en seco o en húmedo a 5°C, por un día, una semana y un mes. Las semillas frescas se comportaron mejor que las fermentadas en porcentajes de germinación, en 2 ensayos, específicamente aquellas lavadas y oreadas por un día o una semana o enfriadas en seco a 5°C por un día. El lavado mejoró la germinación, el enfriado no. Mayores tiempos de almacenamiento redujeron la germinación. A mayor tiempo de fermentación la germinación descendió, con un óptimo de 2 días y como máximo de 3.

En propagación asexual se hizo ensayos en agosto y diciembre, usando estacas terminales, subterminales y de hoja-yema, con AIB a 0, 1000 y 3000 ppm. Las estacas terminales fueron mejores, llegando a 95% de enraizamiento en el segundo ensayo con 3000 ppm de AIB y alrededor de 30% en el primero, las de hoja-yema tuvieron una respuesta intermedia con hasta 70% de enraizamiento en el segundo ensayo y las subterminales fueron las peores no superando 35%. El AIB en general tuvo un efecto positivo. El ensayo de diciembre dió mejores resultados que el de agosto, probablemente por las menores temperaturas promedio. No hubo diferencias estadísticas entre estacas terminales.

2. INTRODUCCION

La tendencia de trabajar en varios rubros en una explotación agrícola se ha incrementado en los últimos años, para evitar situaciones de fincas muy especializadas que muchas veces sólo son rentables durante una época del año o que un mal año para un rubro determinado deje sin ingresos al agricultor. La inclinación en muchos casos es orientar la diversificación hacia la producción de cultivos "no tradicionales" que pueden ser altamente rentables.

Por otro lado, existe muy poca investigación científica e información sobre los aspectos involucrados en la producción de estos cultivos "no tradicionales".

El tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sendt.) es considerado un frutal "no tradicional", especialmente en Latinoamérica y es una alternativa de diversificación, particularmente en regiones marginales para el cultivo de café, un cultivo que en los últimos años ha tenido un descenso notable en sus precios. Sin embargo, existe muy poca información técnica sobre su cultivo, especialmente en Centro América.

Analizando lo anterior es necesario realizar trabajos de investigación para mejorar la eficiencia productiva de esta especie. Por ello se consideró necesario efectuar un estudio para encontrar el mejor tratamiento de obtención y almacenamiento de semillas y determinar el tipo de estaca y tratamiento con auxinas más adecuados en la propagación asexual.

ORIGEN:

El tomate de árbol se originó en la vertiente oriental de los Andes colombianos, ecuatorianos y peruanos, también se han encontrado especies silvestres en México, Centroamérica, Brasil y Argentina (Albornoz y Morales, 1989).

La Dirección Nacional Agrícola del Ecuador (1989) cita que su origen no está perfectamente definido, existiendo dos hipótesis: Una lo considera originario de América del Sur y otra que lo supone originario de Java. En la actualidad se encuentra en todas las tierras altas tropicales del mundo y está adaptado en Malasia y algunos países de Europa. El mayor productor en el mundo es Nueva Zelanda.

BOTANICA:

La ubicación taxonómica más aceptable es la que sugieren Bernal y Lobo (s.f.), que el tomate de árbol pertenece a la familia Solanaceae, género Cyphomandra, especie betacea.

De acuerdo a Snowdon (1990), el taxónomo responsable de la clasificación de este frutal es Sendtner aunque parece ser que en un inicio fue clasificado por Cavanilles como Solanum betaceum.

Morton (1982) resalta que Cyphomandra betacea Sendt., es la mejor conocida de las 30 especies que existen aproximadamente de éste genero.

La especie Cyphomandra betacea Sendt, recibe varios nombres regionales: En Guatemala es conocida como tomate, tomate

extranjero, tomate de árbol, tomate granadilla, granadilla; en Honduras, tomate de palo; en Brasil, árvore do tomate, tomate de árvore; en Bolivia, lima tomate, tomate de monte, sima; en Colombia, pepino dulce; en Ecuador, tomate dulce; en Costa Rica, tomate cimarrón; en Venezuela, tomate francés, (Morton, 1982).

En el reporte del National Research Council (1989) se especifica que el nombre tradicional de la planta en inglés es "tomate de árbol" y que el nombre de "tamarillo" le fue dado en Nueva Zelanda en 1967, ésta ha sido la designación estándar para la fruta en el comercio internacional, mientras tanto Sale (¿1985?) es más específico al indicar que la denominación de "tamarillo" al fruto del tomate de árbol fue dada el 31 de enero de 1967 en Nueva Zelanda, el cambio de nombre fue hecho con la idea de provocar más la atención, dar un nombre exótico especialmente para la promoción de exportaciones, esto también evitó confusión con el tomate de mesa.

Caracteres Botánicos Generales:

La Dirección Nacional Agrícola del Ecuador (1989) indica que el sistema radical del tomate de árbol es superficial, fasciculado, con una raíz principal poco desarrollada y abundantes raíces secundarias. El tallo es erecto, de consistencia semileñosa, con alturas de 2 a 3 metros y ramifica cuando tiene entre 1.5 a 1.8 metros de alto.

La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (¿1992?)

describe a este frutal como una planta arbustiva, con tallos semileñosos, que en condiciones favorables puede alcanzar los 5 metros de altura, la ramificación del tallo ocurre cuando tiene entre 1.8 a 2.4 metros de alto, pero se puede modificar con una poda de formación.

Las hojas son enteras y de dos tipos: hojas de crecimiento y hojas apicales de la copa, la inflorescencia es de tipo cimosa-di-escorpioidea, con flores pentámeras cuya polinización es autógama, (Albornoz y Morales, 1989).

Los frutos son alargados, en forma de huevo, de 4 a 10 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, la cáscara es lisa de color rojo marrón, morado, amarillo, (Bernal y Lobo, s.f.). El interior del fruto es jugoso, de color anaranjado a rojizo, sabor agri dulce y contiene entre 300 - 500 semillas pequeñas, circulares y planas.

CONDICIONES AGROECOLOGICAS:

Clima:

Jackson (1986) detalla que algunas zonas de la Isla del Norte de Nueva Zelanda son adecuadas para el tomate de árbol, Kerikeri es un típico lugar, donde las temperaturas en verano (enero) son: máxima promedio 25°C, mínima promedio 13°C; mientras tanto en el invierno (julio) son: máxima promedio 15°C y mínima promedio 6°C. Por ejemplo, lo ideal sería lugares relativamente libres de heladas, inviernos frescos y veranos abrigados. Muchas plantas sufren daño por helada a -2°C.

Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (21992?)

la planta se ha encontrado creciendo en estado silvestre debido a su gran adaptabilidad desde clima caliente hasta muy frío. A pesar de eso, su zona óptima es en climas relativamente frescos, entre los 1700 a los 2400 msnm en los trópicos, con temperaturas entre 14 y 20°C, alta nubosidad o ambiente sombreado. Albornoz y Morales, (1989) señalan que el tomate de árbol se desarrolla en alturas comprendidas entre los 600 y los 3300 msnm, la temperatura óptima está entre los 14 y 20°C; temperaturas inferiores a 4°C producen destrucción de las hojas, flores y frutos.

La Dirección Nacional Agrícola del Ecuador (1989), indica que este cultivo se desarrolla favorablemente en alturas comprendidas entre 1500 a 2800 msnm, con temperaturas de 14 a 19°C. El cultivo es muy sensible a heladas, resiste temperaturas de 0°C por corto tiempo sufriendo únicamente quemaduras del follaje; a -4°C se destruyen totalmente las hojas.

Requiere de 1500 a 2000 mm de precipitación bien distribuidos a través del año, las sequías prolongadas reducen los rendimientos y la calidad de la fruta, (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, ¿1992?). Por su parte, la Dirección Nacional Agrícola del Ecuador (1989), ubica el rango de precipitación para este cultivo entre 500 a 1500 mm por año.

Girard y Lobo, (1977) citados por Serrano, (1988) recalcan que cuando no hay buena distribución de la precipitación en la época seca se debe aplicar riego para asegurar una alta producción, ya que la floración y cuajado de los frutos exige un mínimo de agua disponible. Por otro lado, el exceso de lluvia con mal drenaje es

perjudicial, ya que las raíces son sensibles a la falta de oxígeno, presentándose un amarillamiento foliar que avanza muy rápido, permitiendo la entrada de enfermedades fungosas.

En El Zamorano se ha podido detectar que en la zona del campo de la E.A.P., los frutos salen pequeños, cosa que no ocurre con los del cerro Uyuca, probablemente porque la temperatura promedio es menor.

Suelo:

El tomate de árbol no puede tolerar suelos fuertemente compactados con bajo contenido de oxígeno. Requiere suelos fértiles y ligeros, crece bien en suelos profundos, con un buen drenaje; los encharcamientos aún por pocos días pueden matar el árbol (Morton, 1982). La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, (¿1992?) indica que es indispensable un buen drenaje; para lo cual se requieren suelos sueltos, profundos y con alto contenido de materia orgánica. El pH debe ser ligeramente ácido, 6.0 a 6.5, la textura puede variar de franca a franco-arenosa, de tal forma que simultáneamente se garantice buen drenaje y buena retención de la humedad.

Bernal y Lobo (s.f.) sugieren que se deben escoger sitios planos o con pendientes entre 5 y 10% ya que en suelos con pendientes muy altas puede ocurrir volcamiento de las plantas al iniciarse la producción.

VARIEDADES:

Si bien hay mucha variabilidad en los frutos y muchas

preferencias locales basadas en color, aparentemente hay en el presente pocos nombres de cultivares, los productores normalmente seleccionan sus propias plantas para la obtención de semilla. En Nueva Zelanda se ha hecho selecciones extensivas en varios lugares, dos tipos son cultivados: Rojo y amarillo. "Oration Red" (u "Oratia Round") fue el primer cultivar reconocido (National Research Council, 1989).

Morton (1982) menciona que aparentemente no hay cultivares nombrados, pero hay preferencias locales de acuerdo al color. Los frutos rojos son escogidos por los mercados de fruta fresca porque el color atrae. El tipo rojo-oscuro (llamado negro) es ahora el principal en las plantaciones comerciales de Nueva Zelanda, fue obtenido por selección alrededor de 1920 como una variación de los tipos amarillo y morado que cultivaban en ese tiempo. Los frutos amarillos son considerados mejores para la preservación porque tienen sabor superior, más suave que los rojos que son ligeramente agrios.

Para Bernal y Lobo (s.f.) el tomate de árbol presenta variaciones en cuanto al tamaño, forma y color de los frutos, lo cual da como resultado las variedades que de éste se puedan encontrar, tales como: Rojo común, amarillo común, amarillo redondo, partenocárpico y rojo morado. En Colombia también conocen a uno rojo oscuro como "Mora" por su color.

PROPAGACION:

El tomate de árbol se puede propagar por semillas, siendo éste

el método más utilizado, además hay varios sistemas vegetativos que también se pueden emplear como son las estacas, chupones e injertos, los cuales garantizan arbustos idénticos a la planta madre (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1992).

Las plantas obtenidas de semillas son vigorosas, resisten mejor las condiciones adversas del suelo y del clima, tienen elevado volumen foliar, alto rendimiento y viven más tiempo. Por otro lado, las plantas obtenidas a partir de estacas son menos vigorosas, con menor volumen foliar aunque inician su producción en menos tiempo, su rendimiento es bajo y su vida productiva más corta (Dirección Nacional Agrícola del Ecuador, 1989).

Jackson (1986) cita que la propagación por plántulas debe iniciarse bajo invernadero en julio/agosto para trasplantar en octubre/noviembre. Esto sería en el hemisferio sur y en un clima subtropical. En los trópicos la estacionalidad poco marcada hace que cualquier época sea propicia.

PROPAGACION POR SEMILLA:

Para lograr éxito con esta forma de propagar se deben tener presentes las características de la planta madre, del fruto y de la semilla. La planta madre no debe ser muy joven ni muy vieja; debe estar en pleno período vegetativo y sana. El fruto tiene que estar maduro, sano, en buen estado de conservación y tener forma, color y tamaño normales (Bernal y Lobo, s.f.).

Obtención de la Semilla:

Los frutos para semilla deben ser seleccionados de plantas altamente productivas, libres de enfermedades, de buen tamaño y calidad. El proceso de acidificación es recomendado para la extracción de semilla, la pulpa se exprime dentro de un vaso u otro recipiente impermeable al ácido, se le agrega ácido hidroclicórico comercial (50 ml de ácido a la pulpa por 2 kg de fruta) se mezcla bien, cada media hora se revuelve, después de tres horas las semillas deben separarse libremente de la pulpa si son lavadas en un cedazo fino o en tela fina bajo agua en movimiento, la semilla limpia debe ser extendida en capas delgadas sobre papel absorbente para su secado (Sale, 1985?).

Según Sale (1985?) las semillas también pueden ser extraídas por fermentación, la pulpa se exprime dentro de un recipiente y se cubre con agua, hay que dejarlas fermentando en la pulpa por tres a cuatro días con temperatura alrededor de 21°C, lavar la semilla en un cedazo fino y luego secarla.

Morton (1982) describe que en Brasil las semillas para plantación primero son lavadas, secadas en la sombra, luego son puestas en un refrigerador por 24 horas para acelerar la germinación. Las semillas son sembradas en cajas con suelo rico a 12 pulgadas entre semillas y 24 entre hileras, virtualmente germinarán 100% en cuatro a seis días.

Según Alborno y Morales (1989) después de haber elegido la variedad o línea, seleccionado frutos maduros y sanos en las plantas, se procede a la extracción y lavado de las semillas, se

secan a la sombra, se desinfectan con productos como "Vitavax" (1 g de producto por 100 g de semilla), seguidamente se refrigeran a 4°C por 20 días, posteriormente se remojan durante 15 días cambiando de agua cada cinco días, finalmente se siembran a chorro continuo en líneas separadas cinco centímetros entre sí. La germinación puede ocurrir a las dos o tres semanas de la siembra, con una temperatura promedio de 21°C y humedad ambiental entre 80 y 90%.

Para la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (¿1992?) la propagación por semilla es el método más sencillo y garantiza plantas de mejor anclaje que las obtenidas mediante estacas y chupones. La pulpa madura, con semillas, se coloca en un recipiente con un poco de agua y se deja fermentar por dos días; luego se lavan las semillas en un cedazo con agua fresca y se ponen a secar a la sombra. Una vez secas, se espolvorean con un fungicida. Las semillas se siembran a 3 cm entre sí y a 10 cm entre hileras, a los 10 - 15 días se iniciará la germinación.

Lobo (s.f.) concluyó que la temperatura óptima para la germinación de la semilla de tomate de árbol está entre 17 y 21°C; y que bajo condiciones de campo se obtiene una germinación entre el 44 y 55%.

Serrano (1988) logró 85% de germinación en semillas que fueron sumergidas en ácido giberélico por 10 minutos; a los 14 días de iniciado este tratamiento se alcanzó el 50% de germinación.

En algunas solanaceas y cucurbitáceas los procedimientos de cosecha para semillas que Hartmann y Kester (1990) sugieren son:

Cosechar los frutos maduros o en algunos casos (pepino y berenjena) sobremaduros. Cuando se trata de cantidades pequeñas de semillas, se pueden abrir los frutos, sacar de su interior las semillas con una cuchara, limpiarlas y secarlas. En la cosecha comercial de esas semillas se utilizan máquinas que maceran el producto, la pulpa y las semillas se separan por fermentación, medios mecánicos o lavándolas a través de cribas.

Hartmann y Kester (1990) resaltan la práctica de la fermentación para extraer semillas de tomate; los frutos macerados se colocan en grandes barricas o cubas y se dejan fermentar alrededor de unos cuatro días a 21°C, agitando ocasionalmente. Si el proceso se continúa más tiempo pueden germinar las semillas. Con temperaturas mayores durante la fermentación se acorta el tiempo requerido, a medida que la pulpa suelta las semillas, aquellas pesadas y sanas se depositan en el fondo del barril, quedando la pulpa en la superficie, después de la extracción se lavan las semillas y se secan ya sea al sol o en deshidratadoras. En ocasiones se hace necesaria una limpieza adicional para separar los pedazos de pulpa seca y otros materiales. Esta forma de extracción es en particular recomendable para la semilla de tomate, ya que con ella se controla el chancro bacteriano.

Calidad de las semillas:

De acuerdo a Gómez y Minelli (1990) la "viabilidad de las semillas" es el potencial de una semilla para germinar en condiciones favorables, suponiendo que los factores causantes de

latencia hubieran sido eliminados. El "vigor" representa sanidad y rusticidad de la semilla y le permite a la semilla recién sembrada germinar rápidamente.

McDonald (1980) citado por Hartmann y Kester (1990) establece que el vigor de las semillas y de las plántulas son atributos importantes de calidad, pero pueden ser algo difíciles de medir. El bajo porcentaje de germinación, la baja tasa de germinación y el vigor reducido con frecuencia están asociados.

Medición de la calidad de las semillas:

Al medir la secuencia cronológica de la germinación de un lote dado de semillas, o de la emergencia de plántulas en un almácigo se obtiene un patrón de germinación similar a una curva sigmoide. Hay una demora inicial en el comienzo de la germinación, luego un incremento rápido en el número de semillas que germinan, seguido por una disminución (Hartmann y Kester, 1990).

La germinación se mide con dos parámetros: El porcentaje de germinación y la tasa de germinación (Heydeker, 1972) citado por Hartmann y Kester (1990).

Los valores porcentuales de germinación deben ir combinados con un elemento de tiempo, indicando el número de plántulas emergidas en un lapso especificado. La tasa de germinación puede medirse con varios métodos uno de ellos es calcular el número promedio de días requerido para la emergencia de la radícula o de la plúmula con el siguiente procedimiento:

Días promedio = $(N_1T_1 + N_2T_2 + \dots N_nT_n) / (\# \text{ total de semillas germ.})$.
 de donde N es el número de semillas que germinaron dentro de intervalos consecutivos de tiempo, los valores de T son los tiempos transcurridos entre el inicio de la prueba y el final de un intervalo específico de medición (Hartmann y Kester, 1990).

Czabator (1962) citado por Hartmann y Kester (1990) ha sugerido otra medida para las semillas de leñosas perennes cuya germinación puede ser lenta es el valor de germinación (VG), que incluye tanto la velocidad como el porcentaje de germinación. Para calcular este valor es necesario obtener una curva de germinación mediante conteos periódicos de la emergencia de plúmulas o de radículas. El valor pico (VP) es el porcentaje de germinación en el punto T (donde la tasa de germinación comienza a disminuir) dividido entre el número de días necesarios para llegar a ese punto. La germinación media diaria (GMD) es el porcentaje de germinación final (G) dividido entre el número de días que las semillas estuvieron en prueba; con éstos parámetros el valor de germinación se obtiene así: $VG = VP * GMD$.

Letargo de las semillas:

Vegis (1964) citado por Hartmann y Kester (1990) considera que desde el punto de vista fisiológico el letargo se refiere a "falta de crecimiento de cualquier parte de una planta resultante de factores inducidos interna o externamente".

Gómez y Minelli (1990) definen latencia como la incapacidad de las semillas de germinar aún cuando las condiciones externas son

favorables. Si la semilla absorbe agua pero no germina debido a latencia, se le considera semilla blanda, mientras que, si la latencia es efecto de la imposibilidad de absorción de agua; la semilla se define como dura.

Hartmann y Kester (1990) clasifican el letargo en semillas como primario y secundario, además citan que para inducir el letargo a la semilla interaccionan dos mecanismos principales: uno es la acumulación en diferentes tejidos del fruto y de la semilla de inhibidores químicos del crecimiento, el otro consiste en el desarrollo de cubiertas de la semilla que controlan la absorción de agua, la permeabilidad a los gases y la lixiviación de los inhibidores.

Para superar el letargo de las semillas se usan tratamientos que ablandan las cubiertas y otras envolturas; entre los cuales se tienen: distintos tipos de escarificación, estratificación y lixiviación (Hartmann y Kester, 1990).

La escarificación consiste en romper, rayar, alterar mecánicamente o ablandar las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases. La estratificación consiste en someter semillas embebidas de agua a un período de enfriamiento a 5 - 7°C, en un medio humedecido para que se efectue la postmaduración del embrión o un cambio en los balances de promotores e inhibidores. La lixiviación tiene como propósito remover los inhibidores remojando las semillas en agua en movimiento o cambiándoles el agua con frecuencia, ésta puede durar de 12 a 24 horas (Hartmann y Kester, 1990).

Muchas veces resulta mejor hacer una combinación de tratamientos; por ejemplo, en algunas semillas de especies de plantas leñosas se presenta más de un tipo de letargo, tal es el caso de semillas con cubierta dura más un embrión en letargo, los tratamientos se deben dar en secuencia; primero, uno que ablande la cubierta de la semilla para permitir la absorción de agua; y segundo dar un período de enfriamiento para superar el letargo del embrión (Hartmann y Kester, 1990).

PROPAGACION POR ESTACA:

De acuerdo con Albornoz y Morales (1989) para propagar el tomate de árbol por vía vegetativa se utilizan ramas de un diámetro de 1 a 2 cm; también de los chupones eliminados en la poda se eligen los brotes jóvenes que tengan por lo menos 2 cm de diámetro, luego se les da un tratamiento con auxinas como ácido indol acético o indol butírico (AIA o AIB) a 2000 ppm en la base de cada esqueje, inmediatamente se procede a plantar en bolsas de polietileno con suelo fertilizado y desinfectado en el invernadero, donde permanecerán de cuatro a seis semanas.

En Colombia se recomienda usar estacas de unos 30 cm de longitud provenientes de ramas maduras y que contengan varias yemas, sus bases se cortan en chaflán o bisel y se tratan con una solución fungicida de "Dithane M-45" o "Manzate-D" en dosis de 25 gr de producto comercial en 10 litros de agua y luego se plantan en bolsas o en sitio definitivo. El porcentaje de prendimiento es alto, las plantas son precoces pero su sistema de raíces es poco

profundo y escaso (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1992?).

Las estacas deben ser semileñosas, se ponen en camas de 1.20 m de ancho, separadas a 20 cm en cuadros, ligeramente inclinadas, la humedad debe ser permanente pero no excesiva (Dirección Nacional Agrícola del Ecuador, 1989).

La madera de las estacas debería ser de uno a dos años de edad, 1 a 2.5 cm de grueso y de 45 a 75 cm de longitud, pueden ser plantadas directamente en el campo y si bien son precoces, no debe permitirse fructificación en el primer año (Sydenhan, 1943) citado por Morton (1982).

Las estacas pueden ser seleccionadas en otoño o en primavera, plantadas en semilleros con camas bien preparadas a los mismos distanciamientos recomendados para plántulas, algunas estacas son colocadas directamente en el huerto en grupos de dos a tres y luego son raleadas dejando sólo una. La copa de las plántulas crecidas en semillero puede ser usada como estaca (Sale, 1985?).

Sale (1985?) concluye que la madera para las estacas debe ser recta, de uno a dos años de edad, con 1.5 a 3 cm de diámetro y alrededor de 45 cm de longitud. Estas enraizarán fácilmente cuando se pongan en suelo firme, todas las hojas deberían ser removidas y cortadas; inmediatamente bajo un nudo. Las estacas producen plantas de varias condiciones dependiendo de donde fueron tomadas en la planta madre; estacas tomadas de la base, de fuerte extensión, producen retoños más vigorosos y más rectos que aquellos provenientes de estacas tomadas de la copa.

Jackson (1986) se refiere al uso de estacas libres de virus, se obtienen de plantas de 1 - 2 años de edad, leñosas, con 45 cm de longitud, 2 cm de grueso, se inician en otoño o en primavera en el semillero. Las técnicas de injertación también son exitosas.

Para Bernal y Lobo (s.f.) se seleccionan las penúltimas ramas ya lignificadas del árbol, a éstas se les quita las hojas y las ramas secundarias, las estacas deben tener tres a cuatro yemas, se desinfectan con "Dithane M-45", utilizando 19 g por 10 litros de agua y se plantan directamente o en semilleros, de la tercera a la cuarta semana empieza la brotación. Estos mismos autores citan estudios donde se encontró que los mejores tipos de estacas son las de brotes basales (parte terminal y media) y de la parte terminal de los brotes aéreos. En caso de ser posible, se recomienda el uso de auxinas para elevar el porcentaje de enraizamiento. El brote aéreo desgajado sin adición de hormonas no da resultados positivos.

Bernal y Lobo (s.f.) resaltan los siguientes problemas al propagar por estaca:

1. Alto volcamiento al empezar la producción, especialmente en zonas de fuertes vientos y pendientes.
2. Ramificación baja. En la cosecha hay problemas ya que la ramificación y producción se presentan a una altura de 0.50 a 1.00 m, no dando margen a hacer cosechas por debajo de las plantas como se hace en las plantaciones reproducidas por semilla.
3. Las plantas son más propensas a desgajes.

Girard y Lobo (1977) citados por Serrano (1988) observaron que

al tomar estacas laterales su ramificación es a mayor altura que la de las estacas terminales, cuya ramificación comienza al inicio de su crecimiento.

Serrano (1988) encontró que las estacas terminales lesionadas, con cinco hojas, tratadas con 3000 ppm de IBA, fueron las que presentaron mayor porcentaje de enraizamiento, así como mayor cantidad de raíces formadas.

En la propagación por estacas y por estacas con yema foliar, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias, ya que existe el sistema caulinar en potencia, que es la yema (Hartmann y Kester, 1990).

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ENRAIZAMIENTO:

Efecto de las yemas:

Went realizó ensayos sobre la actividad formadora de raíces de varias sustancias y encontró que es significativa la presencia de por lo menos una yema en la estaca de chicharo para la formación de raíces. Una estaca sin yema no formó raíz a pesar que fue tratada con una preparación rica en auxinas. En 1938 Went postuló que en las hojas se manufacturaban factores específicos distintos a la auxina y que eran necesarios para la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1990).

Efecto de las hojas:

El efecto estimulante de las hojas en el enraizamiento de estacas de tallo se ha demostrado en estudios con aguacate (Reuveni

y Raviv, 1981) citados por Hartmann y Kester (1990). Las estacas de cultivares difíciles de enraizar bajo niebla pronto pierden sus hojas y mueren, mientras que en los cultivares que enraizan con facilidad las hojas son retenidas hasta por nueve meses. Indudablemente los carbohidratos translocados de las hojas contribuyen a la formación de raíces; sin embargo, es propabable que los fuertes efectos de las hojas para promover el enraizamiento se deban a otros factores más directos.

Se sabe que las hojas y las yemas son grandes productores de auxinas y los efectos se observan directamente debajo de ellas, indicando que hay un transporte del ápice a la base (Hartmann y Kester, 1990).

Tipo de madera seleccionada:

Hartmann y Kester (1990) indican que hay muchas posibilidades de escoger el tipo de material a usar, abarcando (en perennes leñosas) desde las ramas terminales muy succulentas del crecimiento en curso, hasta grandes estacas de madera dura de varios años de edad. No es posible establecer un tipo de material que sea mejor para todas las plantas debido a que lo que puede ser ideal para una planta, puede no serlo para otra. La época del año también es importante.

Tipos de estacas:

Las estacas se hacen de partes vegetativas de las plantas, como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y

bulbos), hojas, raíces. Muchas plantas se pueden propagar con resultados positivos usando tipos diferentes de estacas. El tipo preferido depende de las circunstancias específicas, seleccionándose de ordinario el más económico. Al seleccionar el material para estacas es importante usar plantas madres que estén libres de enfermedades, que sean moderadamente vigorosas y de identidad conocida (Hartmann y Kester, 1990).

Tratamiento de las estacas:

Antes del empleo de reguladores de crecimiento (auxinas) para ayudar a la formación de raíces adventicias en el enraizamiento de estacas de tallo, se habían probado muchas otras sustancias con diversos grados de éxito (Hartmann y Kester, 1990).

El descubrimiento efectuado en 1934 y 1935 de que algunas auxinas como el ácido indolacético (AIA) y el ácido indolbutírico (AIB) tenían efectos positivos en estimular la producción de raíces adventicias en estacas de tallo y de hoja, constituyó un gran evento en la propagación. Sin embargo, la respuesta no es universal, las estacas de difícil enraizamiento presentan problemas aún después del tratamiento con auxina, se piensa que en estos casos existe carencia de ciertos materiales de ocurrencia natural (cofactores del enraizamiento) que limitan el enraizado (Hartmann y Kester, 1990).

En general, para el enraizamiento de estacas de tallo de la mayoría de las especies de plantas se recomienda el uso de ácido indolbutírico o a veces el ácido naftalenacético. Hay que

considerar que el uso de auxinas sintéticas en estacas de tallo puede inhibir el desarrollo de las yemas, en ocasiones al grado de que no se tenga formación de tallos aunque la formación de raíces sea la adecuada (Hartmann y Kester, 1990).

En los tejidos de tallo, el flujo de la auxina natural ocurre en dirección basipétala (del ápice a la base). En los primeros trabajos, las aplicaciones de auxinas sintéticas se hicieron en los extremos superiores de las estacas para seguir el flujo natural hacia abajo, pero pronto se encontró que se obtenían mejores resultados y era más práctico hacer aplicaciones basales; parece ser que hay suficiente movimiento para llevar la auxina aplicada a las partes de la estaca donde se estimula la producción de raíces (Hartmann y Kester, 1990).

Se debe considerar que las estacas leñosas de enraizamiento difícil se deben tratar con preparados de mayor concentración que las especies tiernas, suculentas, de enraizamiento fácil, en las cuales se deben usar materiales de menor concentración (Hartmann y Kester, 1990).

Se puede concluir que las sustancias químicas que se han encontrado como más efectivas para estimular la producción de raíces adventicias en estacas son el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). El ácido indolbutírico es probablemente el mejor material para uso general debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento en un gran número de especies (Hartmann y Kester, 1990).

Lesionado en estacas:

Al lesionar la base de las estacas de tallo se puede estimular la producción de raíces. Krishnamoorthy (1970), citado por Hartmann y Kester (1990), enfatiza que con frecuencia después de las lesiones la producción de callo y el desarrollo de raíces es mayor en los márgenes de las heridas; evidentemente en estos casos se estimula a los tejidos heridos para que entren en división celular y a producir primordios radicales. Esto se debe a una acumulación natural de auxina y de carbohidratos en el área lesionada y a un incremento en la tasa de respiración; además, los tejidos lesionados son también estimulados para que produzcan etileno, del cual se sabe que promueve la formación de raíces adventicias.

Finalmente es probable que las estacas lesionadas absorban del medio más agua que las que no lo están y que el lesionado permita que los tejidos que se encuentran en la base de la estaca efectúen una mayor absorción de las auxinas aplicadas (Hartmann y Kester, 1990).

4. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Departamento de Horticultura de la E.A.P., El Zamorano, a 37 km al oriente de Tegucigalpa, 14° 00' latitud norte, 87° 02' longitud oeste, a una altura de 800 msnm. El experimento se inició el 09 de julio de 1993 y finalizó el 21 de febrero de 1994.

Los estudios de propagación sexual se hicieron bajo condiciones del invernadero de plástico de la sección de Hortalizas, aproximadamente con un riego de 0.57 litros/planta/día, la temperatura dentro del invernadero fluctuó entre 26 a 40°C en el día y de 22 a 30°C en la noche.

Los estudios de propagación asexual se efectuaron en la semisombra (malla de polipropileno al 73%) de la sección de Propagación de Plantas.

Ensayos de Germinación:

Se usaron semillas cosechadas de frutos vigorosos de la plantación existente en el Cerro Uyuca (1800 msnm). Se usó semilla fresca y semilla que estuvo en su pulpa fermentándose por 1 - 6 días.

La semilla se sembró en bandejas plásticas de 51 posturas, colocando dos semillas por postura. El medio con el que se llenaron las bandejas contenía 4 partes de casulla de arroz, 1 parte de arena, 1 parte de compost.

Se hicieron tres ensayos: El primero fue del 09 de julio al 16 de septiembre de 1993, el segundo fue del 03 de diciembre de 1993

al 01 de febrero de 1994 y el tercero del 03 de diciembre de 1993 al 18 de enero de 1994. Para la siembra se usó semilla tratada de la siguiente forma:

*Recién extraída.

*Recién extraída y lavada.

*Extraída, lavada y enfriada a 5°C en seco por un día, una semana y un mes.

*Extraída, lavada y enfriada a 5°C en húmedo por un día, una semana y un mes.

*Extraída, lavada y oreada por un día, una semana y un mes.

Otro grupo de semillas tuvo los mismo tratamientos pero se pasaron por un proceso de fermentación en su propia pulpa, por 6 y 3 días para el primero y segundo ensayo, respectivamente.

El enfriado en seco consistió en meter la semilla en bolsas plásticas, mientras que el enfriado en húmedo se logró colocando las semillas en algodón humedecido y luego metiéndolas en bolsas plásticas a 5°C. Para orear las semillas, éstas se colocaron sobre papel toalla a la sombra.

En un ensayo adicional se dejó fermentar la semilla en su pulpa de 1 a 6 días, antes de sembrarla se le dió un lavado previo. Este ensayo se incluyó con el objeto de analizar el efecto del tiempo de fermentación sobre el porcentaje de germinación, ya que se observó en el primer ensayo una disminución marcada en el porcentaje de germinación con semillas en pulpa fermentando por 6 días.

Los ensayos de germinación se distribuyeron en un Diseño

Completamente al Azar (DCA), con 3 repeticiones por tratamiento de 34 semillas cada una, en total fueron 22 tratamientos (Cuadro 1). Los estudios adicionales de fermentación también se distribuyeron en un DCA, con 3 repeticiones por tratamiento de 25 semillas cada una, en total fueron 6 tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 1. Tratamientos usados en la propagación por semilla del tomate de árbol en el primero y segundo ensayo. El Zamorano, 1993.

SEMILLA RECIEN SACADA:

Sin lavar.

Lavada.

Lavada y enfriada en seco a 5°C por un día.

Lavada y enfriada en seco a 5°C por una semana.

Lavada y enfriada en seco a 5°C por un mes.

Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por un día.

Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por una semana.

Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por un mes.

Lavada y oreada por un día.

Lavada y oreada por una semana.

Lavada y oreada por un mes.

SEMILLA EN PULPA FERMENTADA:

Sin lavar.

Lavada.

Lavada y enfriada en seco a 5°C por un día.

Lavada y enfriada en seco a 5°C por una semana.

Lavada y enfriada en seco a 5°C por un mes.

Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por un día.

Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por una semana.

Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por un mes.

Lavada y oreada por un día.

Lavada y oreada por una semana.

Lavada y oreada por un mes.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos usados en la prueba de duración de fermentación de semillas. El Zamorano, 1993.

Fermentada por 01 día.
Fermentada por 02 días.
Fermentada por 03 días.
Fermentada por 04 días.
Fermentada por 05 días.
Fermentada por 06 días.

Ensayos de Enraizamiento de estacas:

Se usaron estacas obtenidas de plantas en producción en el cerro Uyuca (1800 msnm). Las estacas fueron de los siguientes tipos: Subterminal sin hojas, terminal con hojas y de hoja-yema obtenida de la zona media de la rama. Con excepción de la estaca de hoja-yema cuyo tallo midió 5 - 10 cm el resto de las estacas tuvo una longitud de 25 a 30 cm.

A las estacas se les aplicó diferentes concentraciones de AIB (0, 1000 y 3000 ppm), se pusieron a enraizar en una cama bajo un sombreadero cubierto con malla de polipropileno de 73% de sombra, el medio enraizante de la cama consistió de 50% arena y 50% tierra previamente desinfectados, se regaron diariamente hasta alcanzar la capacidad de campo.

El ensayo se repitió en dos épocas: en la primera se inició el 12 de agosto y terminó el 17 de octubre de 1993, la segunda comenzó el 08 de diciembre de 1993 y terminó el 12 de febrero de 1994.

Las estacas se enterraron en el medio enraizante 1/3 a 1/2 de su longitud, exceptuando las estacas de hoja-yema que fueron

enterradas lo justo para que la yema quedara al ras del suelo.

En el ensayo de enraizamiento se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 repeticiones por tratamiento de 5 estacas cada una, con un total de 9 tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos usados en los estudios de propagación por estacas del tomate de árbol. El Zamorano, 1993.

Subterminal sin AIB.
Subterminal + 1000 ppm de AIB.
Subterminal + 3000 ppm de AIB.
Terminal sin AIB.
Terminal + 1000 ppm de AIB.
Terminal + 3000 ppm de AIB.
Hoja-yema sin AIB.
Hoja-yema + 1000 ppm de AIB.
Hoja-yema + 3000 ppm de AIB.

Análisis estadístico:

El análisis estadístico se realizó con los datos obtenidos durante los ensayos, utilizando el paquete estadístico "M-STAT". El análisis de varianza se llevó a cabo para determinar si existían diferencias entre los tratamientos, y una vez obtenidos estos resultados se procedió a la separación de medias por medio de la prueba de "Duncan", con un nivel de significación del 5%.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Ensayo de Germinación:

En el análisis estadístico hecho para éste ensayo (Anexo 1), se determinó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos al 5% de probabilidad, por lo tanto se procedió a realizar una separación de medias como se presenta en el Cuadro 4.

Se puede observar que en general la semilla fresca enfriada en seco a 5°C, fue la de mayor porcentaje de germinación, también es notorio que con semilla fermentada los porcentajes de germinación disminuyeron drásticamente, inclusive hubo tratamientos que nunca germinaron. Además es notorio el hecho que a mayor tiempo de almacenamiento hubo una tendencia general en las semillas a disminuir el porcentaje de germinación. La semilla fresca respondió mejor al almacenaje al medio ambiente (oreándola).

En el Cuadro 4 se presenta la tasa de germinación de cada uno de los tratamientos. La semilla fermentada sin lavar, fue la que más rápido germinó (14 días) y la fermentada lavada fue la que más demoró (42 días); a pesar de ello el porcentaje de germinación final en el grupo de semillas fermentadas fue muy bajo. En general, la semilla fermentada tuvo menor tasa de germinación que la semilla fresca así como menor porcentaje, en este primer ensayo.

Cuadro 4. Resultados de diversos tratamientos de extracción y almacenaje de semillas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993.

Tratamientos		Porcentaje de Germinación	Días a inicio de germinación
FRESCA:			
Sin lavar		67.55 ABC	20
Lavada		56.86 ABCD	19
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 01 día		77.45 *A	17
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 07 días		70.59 AB	16
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 30 días		25.29 D	16
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 01 día		45.10 CD	17
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 07 días		67.64 ABC	16
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 30 días		49.02 BCD	17
Lavada y enfriada por 01 día		73.53 A	17
Lavada y oreada por 07 días		75.49 A	16
Lavada y oreada por 30 días		39.22 D	
FERMENTADA POR 6 DIAS:			
Sin lavar		10.78 EF	14
Lavada		05.88 EF	42
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 01 día		01.96 EF	22
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 07 días		00.00 F	Nunca germinó
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 30 días		00.00 F	Nunca germinó
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 01 día		00.00 F	41
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 07 días		02.94 EF	35
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 30 días		00.00 F	Nunca germinó
Lavada y oreada por 01 día		00.00 F	Nunca germinó
Lavada y oreada por 07 días		00.00 F	Nunca germinó
Lavada y oreada por 30 días		00.00 F	Nunca germinó

*Medias seguidas de una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de 5%.

En general se observa que en todos los tratamientos a medida que se prolongó el tiempo de almacenaje a un mes hubo una tendencia a que el porcentaje de germinación disminuyera en comparación con una semana, un día o fresca lavada y sin lavar.

También los resultados muestran claramente que la semilla fresca germinó mejor que la semilla fermentada. Es posible atribuir este descenso en el porcentaje de germinación a una reducción en la concentración de oxígeno que pudo producir la muerte del embrión; es preciso indicar que esta fermentación ocurre generalmente bajo condiciones anaeróbicas y en este primer ensayo su duración fue un poco más larga a lo ideal ya que se hizo durante 6 días. Según Hartmann y Kester (1990) las semillas de árboles frutales colectadas de los desperdicios de los secaderos o de las prensas de jugo, deben ser separadas de la pulpa tan pronto como sea posible y no dejar que se fermenten o calienten en las pilas, esas semillas pueden manejarse por flotación o lavarse con agua a alta presión.

Al comparar semilla enfriada en seco con semilla enfriada en húmedo; se obtuvieron mejores porcentajes de germinación con las primeras. Esto concuerda con lo expresado por Crocker y Barton (1953) citados por Hartmann y Kester (1990). El almacenamiento en recipientes sellados resistentes a la humedad es ventajoso para un almacenamiento prolongado, pero el contenido de humedad de las semillas deber ser bajo al momento de sellar. De hecho un contenido de humedad de las semillas de 10 a 12% (en contraste con el de 4 a 6%) en un recipiente sellado, resulta peor que su almacenamiento en un recipiente no sellado.

El almacenamiento con refrigeración debe combinarse con la reducción de la humedad o con el sellado de semillas secas en recipientes a prueba de agua (Hartmann y Kester, 1990).

El enfriado tampoco tuvo un efecto de conservar mejor la semilla en relación a la que se mantuvo oreando al medio ambiente.

Debido a los bajos resultados con semilla fermentada se realizó un ensayo con diferentes tiempos de fermentación de la semilla para encontrar el tiempo óptimo y el comportamiento en el proceso de germinación de éstas semillas cuyos resultados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Efecto de diferentes tiempos de fermentación en la germinación de semillas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993.

Tratamientos *	Porcentaje de Germinación	
Fermentada 01 día	59.80	AB
Fermentada 02 días	75.49	A
Fermentada 03 días	66.67	AB
Fermentada 04 días	50.67	B
Fermentada 05 días	52.00	B
Fermentada 06 días	49.33	B

*Antes de sembrar las semillas, éstas fueron lavadas.

Los resultados del Cuadro 5 desmuestran que a mayor tiempo de fermentación hubo un descenso en los porcentajes de germinación.

El tiempo óptimo de fermentación fue de dos días lográndose 75.49% de germinación. No hubo diferencias estadísticamente significativas a un nivel del 5% entre fermentar las semillas por 01, 02 ó 03 días, aunque 02 superó numéricamente a 01 y 03 días. Por otro lado, entre 1, 3, 4, 5, 6 días no hubo diferencias estadísticas aunque a medida que los días aumentaron en general la

germinación disminuyó, por ello se considera que 2 o 3 días es el tiempo ideal.

Para el segundo ensayo de germinación se tomaron en cuenta los resultados obtenidos en los estudios de fermentación de semillas y se utilizó semilla que estuvo fermentándose en su pulpa por tres días, en contraste con el primer ensayo, donde estuvo seis días.

Cuadro 6. Efecto de diferentes tratamientos de extracción y conservación de semilla de tomate de árbol. El Zamorano, 1993/1994.

Tratamientos	Porcentaje de Germinación	
FRESCA:	44.00	DE
Sin lavar	66.67	BC
Lavada	70.67	ABC
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 01 día	66.67	BC
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 07 días	56.00	CD
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 30 días	68.00	ABC
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 01 día	54.67	CD
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 07 días	66.67	BC
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 30 días	84.00	A
Lavada y oreada por 01 día	78.67	AB
Lavada y oreada por 07 días	54.17	CD
Lavada y oreada por 30 días		
FERMENTADA POR 3 DIAS:	64.00	BCD
Sin lavar	65.33	BC
Lavada	68.00	ABC
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 01 día	61.33	BCD
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 07 días	45.33	D
Lavada y enfriada en seco a 5°C por 30 días	58.67	CD
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 01 día	62.67	BCD
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 07 días	57.33	CD
Lavada y enfriada en húmedo a 5°C por 30 días	60.00	BCD
Lavada y oreada por 01 día	61.33	BCD
Lavada y oreada por 07 días	27.88	E
Lavada y oreada por 30 días		

*Medias seguidas de una misma letra no son significativamente diferentes a un nivel de 5%.

Al igual que en el primer ensayo en el Cuadro 6 se puede

observar que la tendencia es la misma, es decir que siempre germinaron mejor las semillas frescas, aunque en este ensayo germinaron todos los tratamientos de semilla fermentada, lo cual indica que el tiempo de fermentación fue más adecuado que en el primer ensayo.

En el primer ensayo la semilla fresca sin lavar germinó mejor que la lavada aunque sin diferencias estadísticas. En el segundo fue lo contrario y con diferencias significativas. Esto indica la conveniencia de lavar la semilla para eliminar algún posible inhibidor que aparentemente no es muy fuerte o importante en el caso del tomate de árbol.

En general se notó la tendencia de que semilla lavada oreada y dejada al medio ambiente germina mejor que la enfriada en seco o húmedo, por lo que el enfriado no mejoró la germinación.

En todos los casos con 30 días de almacenamiento, se produjo una disminución de la germinación en relación a 1 y 7 días, tanto en frío como al ambiente, lo que indicaría un relativo corto período de viabilidad de esta semilla.

La germinación de la semilla que sólo se lavó, fue estadísticamente tan buena como la de la tratada con frío en seco o en húmedo, con la oreada al medio ambiente por un día o una semana y duplicó a la tratada un mes. Por lo tanto, lo más aconsejable es sembrar la semilla en cuanto se extraiga del fruto y se lave.

Los tratamientos de secado o frío utilizados, no tuvieron un efecto positivo notorio con semilla fresca y menos aún con la

fermentada que dio resultados menos favorables.

Finalmente los resultados obtenidos en los ensayos de germinación no concuerdan con lo que según Morton (1982), se hace en Brasil, ya que no resultó favorable orear las semillas mucho tiempo y luego refrigerarlas y tampoco concuerdan con lo que recomienda Albornoz y Morales (1989), de que refrigerar la semilla favorece la germinación. En este caso no se obtuvo mayor ventaja de esta práctica.

Ensayo de enraizamiento:

Se evaluó el porcentaje de enraizamiento para encontrar el tipo de estaca y la concentración de auxina ideales para propagar asexualmente el tomate de árbol.

El análisis estadístico efectuado para este ensayo (Anexo 4) determinó que hubieron diferencias significativas y que las estacas de consistencia menos leñosa fueron las de mejor enraizamiento, y que el porcentaje de enraizamiento tendió a disminuir conforme decreció la concentración de AIB, en cualquiera de los 3 tipos de estacas (Cuadro 7).

Las estacas más leñosas no respondieron bien al enraizamiento, ni aún con la mayor concentración de AIB. Las estacas de hoja-yema tuvieron una respuesta intermedia, y se notó también que aunque enraizaron, sus yemas tendieron a quedarse sin brotar, lo cual es negativo y que las estacas subterminales no respondieron efectivamente a las aplicaciones de AIB.

Cuadro 7. Resultados de enraizamiento de estacas de tomate de árbol con diferentes tratamientos de auxinas. El Zamorano, 1993.

Tratamientos	% Enraiz.		# prom. de raíces	Long. prom. de raíces
Subterminal sin AIB	06.67	B	0.50	-. -
Subterminal + 1000 ppm AIB	20.00	AB	2.00	-. -
Subterminal + 3000 ppm AIB	06.67	B	0.25	-. -
Terminal sin AIB	25.00	A	3.00	-. -
Terminal + 1000 ppm AIB	30.00	A	2.25	-. -
Terminal + 3000 ppm AIB	35.00	A	6.12	-. -
Hoja-yema sin AIB	45.00	*A	2.25	-. -
Hoja-yema + 1000 ppm AIB	15.00	AB	9.50	-. -
Hoja-yema + 3000 ppm AIB	25.00	AB	3.00	-. -

Estos resultados no siempre coinciden con los de otras especies, pues en algunas plantas leñosas se ha encontrado lo contrario. Al usar estacas de madera dura, se sabe que de la base a la punta de estas estacas existen marcadas diferencias en composición química, y se encuentra en muchos casos que el mayor enraizamiento se obtiene de la porción basal de la misma. Por lo menos en algunas plantas de tallos leñosos se ha determinado que el número de iniciales de raíces preformadas disminuye marcadamente de la base a la punta de la rama.

Hartmann y Kester (1990) concluyen que la porción basal es el mejor material para estacas de tallos leñosos de un año o más de edad, ya que han acumulado carbohidratos en las bases de las ramas y tal vez, son el lugar donde posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras del enraizamiento procedentes de las yemas y las hojas, se han formado algunas iniciales de raíces. En el caso del tomate de árbol se trató de material no totalmente leñoso, de menos de un año de edad.

Las estacas terminales de tomate de árbol fueron las que mejor enraizaron (45%). El porcentaje de enraizamiento fue bajo, esto posiblemente se deba a la época del año en que se obtuvieron las estacas. Respecto a este factor, Hartmann y Kester (1990) resaltan el hecho de que en la propagación de especies caducifolias, se pueden tomar estacas de madera dura durante la estación de reposo y que durante la temporada de crecimiento, se pueden preparar estacas con hojas de madera suave o de madera semidura.

Según estos mismos autores, en plantas caducifolias, en las cuales se usan ramas succulentas para hacer estacas de madera suave, existe una situación fisiológica completamente diferente a las estacas de madera dura (basales); aquí no se encuentran acumulaciones de carbohidratos, ni iniciales de raíz preformadas. El mejor enraizamiento de las puntas de las ramas puede ser explicado por la posibilidad de que contengan mayores concentraciones de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento originadas en la yema terminal. También en las estacas terminales existe menos diferenciación, habiendo más células que pueden volverse meristemáticas.

Es probable que lo descrito anteriormente ocurra en las estacas terminales de tomate de árbol; además, los tejidos succulentos son en general más fáciles de hacer enraizar que los tejidos leñosos.

Las estacas de hoja-yema enraizaron de manera intermedia al compararlas con estacas terminales y subterminales. En efecto, hubo presencia de raíces; sin embargo, la yema rara vez dio origen a un nuevo brote que posteriormente se convertiría en tallo.

Una explicación para lo ocurrido en las estacas de hoja-yema es lo que indican Hartmann y Kester (1990), que la aplicación de auxinas sintéticas a las estacas de tallo puede inhibir el desarrollo de las yemas, al grado de que en ocasiones no se obtiene formación de tallos aunque la formación de raíces sea adecuada; ésto por lo cerca que queda el lugar de aplicación de auxina, a alta concentración, de la zona en que está la yema, en este caso en

que la estaca es muy corta. También se ha visto que la aplicación de sustancias para el enraizamiento a estacas de raíz puede inhibir el desarrollo de tallos en esos trozos de raíz.

Hartmann y Kester (1990) recomiendan que las estacas de hoja-yema se inserten en el medio de enraizamiento, colocando la yema a una profundidad de 1.5 a 2.5 cm. En las estacas de hoja-yema de tomate de árbol se realizó otro proceso: La porción de tallo de la estaca fue la única parte que se enterró, es decir que las estacas se insertaron en el medio de enraize justo hasta la altura de la yema, quedando ésta descubierta. La situación anterior también puede ser incluida como uno de los factores que evitó que la yema produjera un brote nuevo aún teniendo una producción intermedia de raíces.

En el segundo ensayo de enraizamiento se usaron los mismos tratamientos que en el primero y con los datos de este ensayo se hizo el análisis estadístico (Anexo 5) que demuestra que los tratamientos tuvieron diferencias significativas al 5% de probabilidad (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de diversos tratamientos en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol. El Zamorano, 1993/1994.

Tratamientos	% Enrai.		# prom. de raíces	Long. prom. de raíces
Subterminal sin AIB	35.00	BCD	6.79	7.01 cm
Subterminal + 1000 ppm AIB	35.00	CD	3.96	4.91 cm
Subterminal + 3000 ppm AIB	35.00	BCD	4.62	4.50 cm
Terminal sin AIB	60.00	BC	8.84	10.53 cm
Terminal + 1000 ppm AIB	75.00	AB	7.55	9.17 cm
Terminal + 3000 ppm AIB	95.00	AB	9.88	9.19 cm
Hoja-yema sin AIB	20.00	D	2.00	7.94 cm
Hoja-yema + 1000 ppm AIB	50.00	BCD	4.22	4.91 cm
Hoja-yema + 3000 ppm AIB	70.00	ABC	6.14	6.30 cm

En el Cuadro 8 se muestra que el comportamiento del mejor tipo de estaca para enraizar fue similar al del primer ensayo, o sea que las estacas terminales fueron las mejores, las de hoja-yema tuvieron una respuesta intermedia y las subterminales fueron las peores.

La única diferencia notable es que en el segundo ensayo todos los tratamientos tuvieron mayores porcentajes de enraizamiento. Este comportamiento se puede deber más que todo a la época del año en que se colectó y plantó el material, ya que para el segundo ensayo las temperaturas fueron algo más bajas que para el primero.

De acuerdo a Hartmann y Kester (1990) para el enraizamiento de la mayoría de las especies son satisfactorias temperaturas diurnas de unos 21 a 27°C, con temperaturas nocturnas de 15°C, aunque ciertas especies enraizan mejor a temperaturas más bajas. Las temperaturas elevadas del aire tienden a estimular el desarrollo de las yemas antes del desarrollo de las raíces y a aumentar la

pérdida de agua por las hojas. Es importante que las raíces se desarrollen antes que el tallo, que es lo que pudo haber sucedido en el primer ensayo que se hizo en una época de mayor temperatura promedio.

No hubo diferencias estadísticas significativas a un nivel de 5% entre las diferentes estacas terminales, pero los porcentajes de enraizamiento fueron decreciendo a medida que disminuyeron las concentraciones de AIB.

5. CONCLUSIONES

-Semillas frescas lavadas y oreadas por un día, por una semana así como también semillas frescas lavadas y enfriadas en seco a 5°C por un día, fueron el mejor material para propagar por vía sexual el tomate de árbol, aunque la semilla recién sacada y lavada tuvo una germinación similar.

-El tiempo óptimo para fermentar semillas de tomate de árbol fue dos días y como máximo tres, después de este tiempo comenzó a disminuir el porcentaje de germinación. Sin embargo, esta práctica no mejoró la germinación en ningún caso, por lo que no es aconsejable hacerla.

-Las estacas terminales, de preferencia con la mayor concentración de AIB (3000 ppm), fueron el mejor material para propagar tomate de árbol en relación a estacas subterminales o de hoja-yema. A medida que disminuyó la concentración de auxina, el porcentaje de enraizamiento también bajó en los 3 tipos de estacas.

-En zonas más cálidas es mejor recolectar y plantar las estacas cuando las temperaturas promedio son menores, lo cual ayuda a obtener mayor porcentaje de enraizamiento en esta especie que en clima fresco.

7. RECOMENDACIONES

-Repetir el ensayo de germinación bajo condiciones de sombreadero o donde las temperaturas tanto diurnas como nocturnas sean más bajas.

-Usar semillas fermentadas debe considerarse como la última opción para propagar sexualmente el tomate de árbol ya que estas semillas aunque germinan, sus porcentajes de germinación final son muy bajos. En caso de utilizar semilla fermentada se debe tomar en cuenta que ésta tiene que estar bien lavada.

8. BIBLIOGRAFIA

- ALBORNOS P., G.; MORALES, R. 1989. Normas para el cultivo de tomate de árbol (Cyphomandra betacea Sendt.) en el Ecuador. Boletín Informativo No. 1. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador.
- BERNAL, E., J.; LOBO A., M. s.f. El cultivo del tomate de árbol. s.n. Rionegro, Antioquia, Colombia.
- ECUADOR. DIRECCION NACIONAL AGRICOLA. 1989. Cultivo de tomate de árbol. Cartilla Informativa. s.n. Ecuador.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS (Col.). ¿1992? El cultivo del tomate de árbol. Ediciones Monserrat. Colombia.
- GOMEZ G., O.J.; MINELLI, M. 1990. La producción de semillas. Imprenta UCA. Managua, Nicaragua.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1990. Propagación de plantas; Principios y prácticas. Trad. por Antonio Marino Ambrosio. CECSA. México, D.F.
- JACKSON, D. 1986. Temperate and subtropical fruit production. Wright and Carman Ltd., Wellington, N.Z.
- LOBO A., M. s.f. Semillas de tomate de árbol (Cyphomandra betacea cav. Sendt). s.n. Rionegro, Antioquia, Colombia.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Lost Crops of the Incas; Little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press. Washington, D.C., EE.UU.
- MORTON, J.F. 1982. The tree tomato, or "tamarillo", a fast-growing, early-fruiting small tree for subtropical climates. Proc. Fla. State Hort. Soc. 95:81-85.
- SALE, P.R. ¿1985? Tamarillos general requirements; varieties and propagation for commercial production. In Horticultural Produce & Practice. MAF Information. Tauranga, N.Z.
- SERRANO, V., L.F. 1988. Propagación, manejo e industrialización del tomate de árbol (Cyphomandra betacea (cav) Sendt). Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- SNOWDON, A.L. 1990. Post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables. v. 1. Grafos, Arte Sobre Papel, Barcelona.

A N E X O S

Anexo 1 Análisis de varianza para diversos tratamientos de extracción y almacenaje de semillas de tomate de árbol en el primer ensayo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Réplicas	38517.022	21	1834.144	29.829 **
Trats.	2705.507	44	61.489	
Total	41222.530	65		

Coefficiente de Variación: 27.90%

Anexo 2 Análisis de varianza para diferentes tiempos de fermentación en semillas de tomate de árbol.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Réplicas	585.605	5	117.121	4.094 **
Trats.	343.305	12	28.609	
Total	928.909	17		

Coefficiente de Variación: 10.62%

Anexo 3 Análisis de varianza para diferentes tratamientos de extracción y conservación de semillas de tomate de árbol en el segundo ensayo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Réplicas	3266.991	21	155.571	4.214 **
Trats.	1624.509	44	36.921	
Total	4891.501	65		

Coefficiente de Variación: 11.78%

Anexo 4 Análisis de varianza para diversos tratamientos en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol en el primer ensayo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Réplicas	4921.634	8	615.204	3.011 **
Trats.	5516.071	27	204.299	
Total	10437.706	35		

Coeficiente de Variación: 58.58%

Anexo 5 Análisis de varianza para diversos tratamientos en el enraizamiento de estacas de tomate de árbol en el segundo ensayo.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Valor F Calculada
Réplicas	11143.042	8	1392.880	4.345 **
Trats.	8656.299	27	320.604	
Total	19799.342	35		

Coeficiente de Variación: 37.04%

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: Erick Danilo Alvarado Delgado.

Lugar de Nacimiento: Senahú, Alta Verapaz, Guatemala.

Fecha de Nacimiento: 06 de abril de 1972.

Educación:

Primaria:

Escuela Urbana Mixta, Senahú, A.V.
Escuela "Adolfo Ferriere", Carchá, A.V.

Secundaria:

Instituto Nacional Experimental de Educación Media.
Colegio Particular Mixto "Verapaz".

Superior:

Escuela Agrícola Panamericana, "El Zamorano", Honduras.

Títulos recibidos:

Agrónomo, 05 de diciembre de 1992.
Ingeniero Agrónomo, 30 de abril de 1994.