

T  
1014

 XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION  
ARCHIVO HISTORICO

38302



Casa abierta al tiempo

REPRODUCCIÓN SEXUAL Y PROPAGACIÓN DE *Malpighia glabra* L.  
(MALPIGHIACEAE) PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES  
EN EL SUR DE VERACRUZ.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

P R E S E N T A

***Biól. Apolinar García Hoyos***

COMITÉ TUTORAL:

DIRECTOR

M. en C. Jesús Sánchez Robles

ASESORES

Dr. Luis Arturo García Hernández

Dr. Fernando de León González

México, D.F. Marzo 2010

La presente tesis titulada “Reproducción sexual y propagación de *Malpighia glabra* L. (MALPIGHIACEAE) para el establecimiento de plantaciones en el Sur de Veracruz”, Bajo la dirección del comité indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

COMITÉ TUTORAL

Director: M. en C. Jesús Sánchez Robles \_\_\_\_\_

Tutor: Dr. Luis Arturo García Hernández \_\_\_\_\_

Tutor: Dr. Fernando de León González \_\_\_\_\_

La presente tesis titulada "Reproducción sexual y propagación de *Malpighia glabra* L. (MALPIGHIACEAE) para el establecimiento de plantaciones en el Sur de Veracruz", Bajo la dirección del comité indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

COMITÉ TUTORAL

Director: M. en C. Jesús Sánchez Robles

Tutor: Dr. Luis Arturo García Hernández

Tutor: Dr. Fernando de León González



fernando de leon

## DEDICATORIA

### **A Dios:**

Por darme la vida, por salir adelante y gracias a Él he tenido grandes logros en mi vida.

### **A Mis Padres:**

Sr. Adán García M.

Sra. Acela Hoyos Acosta, quien es un pilar y un ejemplo en mi vida, por sus excelentes consejos como madre y amiga, por motivarme a salir adelante, pero sobre todo por enseñarme que la vida se logra a base de esfuerzo, lucha y dedicación. Te quiero mucho Madre.

### **A Mis Abuelos †:**

A mis dos segundos Padres. Lila Acosta Díaz y Gerónimo Hoyos Aguilar que **Dios** decidió tenerlos a su lado; pero desde ese lugar donde se encuentran siempre me cuidan. Mil gracias abuelos por sus excelentes consejos y siempre los tengo presente en mi corazón.

### **A Mis Hermanos:**

Omar y S. Oswaldo García Hoyos quienes admiró, respeto y quiero mucho.

### **A mi Sobrino:**

Osmar Halhy García Ortiz, un niño muy inteligente, a quien quiero mucho y que deseo, que este trabajo lo impulse a seguir estudiando.

### **A Mi Esposa:**

Janet C. de la O Ixba por ser parte importante en mi vida, el fruto de mis metas profesionales, pero principalmente por comprender este pequeño distanciamiento para lograr un triunfo más. Te amo "Chapis".

### **A Tíos y Tías, primos y primas:**

A todos y cada uno de ustedes les dedico esta tesis. De una manera muy especial a Salome Hoyos A. y Martín Landa. Y Jesús Hoyos A. Alejandro Hoyos A., Pedro Hoyos A. y Gerónimo Hoyos A. por sus excelentes consejos y por motivarme a salir adelante en esta vida.

### **A Aarón †:**

A mi amigo Aarón J. Mosqueda Aguilar que se encuentra con **Dios**, pero nos dejó excelentes consejos. "Cada triunfo y cada aplauso es suyo también".

### **Al Mtro. Jesús**

No tengo palabras para agradecerle su apoyo como maestro y amigo, su sencillez y dedicación para la realización de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

### **A mis Tutores:**

Dr. Luis Arturo García Hernández, Dr. Fernando de León González y al Mtro. Jesús Sánchez Robles, por su tiempo, conocimientos, paciencia y apoyo brindado para la realización de este trabajo.

### **A la UAM:**

A la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco, que me brindó todo el apoyo durante mi estancia.

### **A la U.V.:**

A la Universidad Veracruzana, "Área Biológico Agropecuaria", particularmente al Mtro. **Domingo Canales Espinosa**, por otorgarme todo el tiempo necesario para poder llevar a cabo este trabajo.

### **Al Dr. Carlos Ávila Bello y Dr. Gustavo Carmona Díaz:**

Por sus atenciones y comentarios para la realización de este trabajo.

### **A los Compañeros de la U.V:**

A el Área Biológico Agropecuario: Betsie, Rodolfo A., Enrique M. y en especial a dos grandes amigos que siempre me apoyan en la vida profesional **M. Esther Nava B. y Joseht Sánchez R.**

A el Instituto de Neuroetología: Carlos R. Yazmin<sup>2</sup> y en particular a dos amigos **Leonel Zavaleta y Emilio Suarez.**

A la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria (FISPA),  
Carlos D., Mario R., Gaudencio C., Manuel G., Julio C, Everardo G.

Convenio No. 425108809 en Agua Dulce, Ver. en especial al Ing. Raúl C. Trejo.

## Resumen General

La reproducción sexual y la propagación asexual de las plantas vasculares representan dos alternativas de propagación con fines de conservación y/o comercialización. La acerola (*Malpighia glabra*) es una especie que se puede reproducir de ambas formas. El fruto presenta valor comercial por el alto contenido de vitamina "C" que presenta cuando alcanza la fase de madurez. El presente estudio tiene como finalidad reproducir esta especie por la vía sexual bajo condiciones de vivero y propagarla asexualmente (acodos aéreos) en su propio hábitat para evaluar estas dos alternativas de propagación. La reproducción sexual se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria (FISPA), ubicado en la ciudad de Acayucan, Veracruz y la propagación asexual se realizó en la isla Agaltepec, lago de Catemaco, Veracruz. Para la reproducción sexual se utilizaron charolas de germinación de 8x10 cm<sup>2</sup>. Se trabajó con tres tipos de sustrato: Comercial "Peat moss", Vertisol y Andosol. Los resultados de germinación se presentaron de manera homogénea y la mayor tasa de crecimiento se presentó con el sustrato vertisol. El crecimiento de las plántulas fue de forma heterogénea por tipo de sustrato, obteniendo mejores tallas al final del experimento con el sustrato comercial. No se encontró diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en el desarrollo de las plantas entre sustratos. Para la propagación asexual, se usaron acodos aéreos, con ramas de 1 a 1.5 m. se utilizó un grupo de 100 ramas con auxinas con la finalidad de acelerar los procesos de enraizamiento y un grupo de 100 ramas sin auxinas. Se consideraron cuatro categorías de producción de raíces (raíz madura, raíz inmadura, acodos sin raíz y

AVIA INSTITUTO VERACRUZ DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y PASTORILES  
ARCHIVO HISTORICO

acodos muertos). Los resultados muestran que existe una mayor producción de raíces en los acodos sin enraizador y no se obtuvieron diferencias significativas entre sustratos ( $P>0.05$ ).

### **General Abstract**

The sexual reproduction and the asexual propagation of vascular plants represent two propagation alternatives for conservation and or commercialization. The "acerola" (*Malpighia glabra*) is a species that can be reproduced in both ways. The fruit has commercial value due to its high vitamin C content, when it reaches maturation. In the present study, we aim to sexually reproduce this species in greenhouse conditions and propagate it asexually (air layering) within its habitat to evaluate these two propagation alternatives. The sexual reproduction was done in the greenhouse of the Engineering Faculty of Agricultural Production Systems (Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria - FISPA), located in the City of Acayucan, Veracruz, Mexico, and the asexual propagation was done on Agaltpec Island, Catemaco, Veracruz. For the sexual reproduction, 8x10 cm<sup>2</sup> germination trays were used. Three types of substrate were used: commercial peat moss, vertisol and andosol. The germination results were homogeneous and the highest growth rate was observed in the vertisol substrate. The seedling growth was heterogeneous in each substrate type, obtaining the best sizes at the end of the experiment with the commercial substrate. No significant differences were found ( $P>0.05$ ) in the development of the plants between substrates. For the asexual propagation, 200 branches of 1 to 1.5 m were used; of these a group of 100 branches were treated with auxins to accelerate rooting



processes and a group of 100 was used without auxins. Four root production categories were considered (mature roots, immature roots, air layers without root and dead air layers). The results showed a greater production of roots in air layers without auxins and no significant differences were found between substrates ( $P>0.05$ ).

## CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| <b>CAPÍTULO I: REPRODUCCIÓN SEXUAL</b> .....          | 10 |
| Resumen .....   | 11 |
| Abstract .....  | 12 |
| Introducción .....                                    | 13 |
| Antecedentes .....                                    | 17 |
| Preguntas .....                                       | 20 |
| Objetivos .....                                       | 20 |
| Objetivo general: .....                               | 20 |
| Objetivos particulares: .....                         | 20 |
| Hipótesis .....                                       | 20 |
| Materiales y Método .....                             | 21 |
| Área de estudio .....                                 | 21 |
| Reproducción sexual .....                             | 22 |
| Colecta de frutos .....                               | 22 |
| Siembra de semillas .....                             | 22 |
| Germinación .....                                     | 23 |
| Emergencia de plántulas cavidad .....                 | 23 |
| Crecimiento de <i>M. glabra</i> .....                 | 23 |
| Desarrollo de las plántulas de <i>M. glabra</i> ..... | 24 |
| Análisis estadístico .....                            | 24 |
| Resultados .....                                      | 25 |
| Germinación .....                                     | 25 |
| Emergencia de plántulas por cavidad .....             | 26 |
| Crecimiento de <i>M. glabra</i> .....                 | 27 |
| Desarrollo de las plántulas de <i>M. glabra</i> ..... | 28 |
| Discusión .....                                       | 30 |
| Germinación .....                                     | 30 |
| Emergencia de plántulas por cavidad .....             | 33 |
| Desarrollo de las plántulas de <i>M. glabra</i> ..... | 34 |
| <b>CAPÍTULO II: PROPAGACIÓN ASEXUAL</b> .....         | 35 |
| Resumen .....   | 36 |
| Abstract .....  | 37 |
| Antecedentes .....                                    | 38 |
| Pregunta .....  | 40 |
| Objetivos .....                                       | 40 |
| Objetivo general .....                                | 40 |
| Objetivo particular .....                             | 40 |
| Hipótesis .....                                       | 40 |
| Materiales y Método .....                             | 41 |
| Área de estudio .....                                 | 41 |
| Acodado de <i>M. glabra</i> .....                     | 42 |
| Resultados .....                                      | 43 |
| Acodado de <i>M. glabra</i> .....                     | 43 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Discusión.....                        | 45 |
| Acodos de <i>M. glabra</i> .....      | 45 |
| <b>Capítulo III: CONCLUSIÓN</b> ..... | 47 |
| Conclusión .....                      | 48 |
| Reproducción sexual.....              | 48 |
| Propagación asexual.....              | 48 |
| Bibliografía .....                    | 49 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Localización del área de estudio. ....  | 21 |
| Figura 2. Porcentaje de germinación de semillas de <i>M. glabra</i> por sustrato. ....  | 25 |
| Figura 3. Número de plántulas que emergen en la cavidad por sustrato. ....  | 26 |
| Figura 4. Promedio en longitud de plántulas de acerola por sustrato. ....   | 28 |
| Figura 5. Altura promedio final por sustrato comercial (1), vertisol (2) y andosol (3) .....  | 29 |
| Figura 6. Diámetro promedio final por sustrato comercial (1), vertisol (2) y andosol (3).....   | 29 |
| Figura 7. Número de hojas promedio en los individuos de <i>M. glabra</i> por sustrato comercial (1), vertisol (2) y andosol (3). .... | 29 |
| Figura 8. Localización del área de estudio. ....  | 41 |
| Figura 9. Comparación de ramas acodadas con y sin enraizador. ....  | 44 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. No. de individuos de <i>M. glabra</i> que germinaron en los diferentes sustratos dentro de una cavidad. ....   | 26 |
| Cuadro 2. Muestra los promedios y la desviación estándar en relación a las variables largo de la rama, circunferencia de la rama acodada y la producción de raíces con respecto a cada tratamiento. .... | 43 |

## **CAPÍTULO I: REPRODUCCIÓN SEXUAL**

## Resumen

*Malpighia glabra*, también conocida como acerola o semeruco dentro de su amplia distribución produce frutos que cuando alcanzan el estado de madurez son muy ricos en vitamina C. El presente estudio tuvo como objetivo el reproducir esta especie mediante la siembra de semillas en charolas germinadoras bajo condiciones de vivero y utilizando tres tipos de sustratos comercial "peat moss", andosol y vertisol. Se registró el porcentaje de germinación, se cuantificó el número de semillas germinadas por cavidad en las charolas por sustrato, y se midió el crecimiento, a partir de la emergencia del hipocótilo hasta plántula. Los resultados mostraron una heterogeneidad en los porcentajes de germinación entre sustratos. El análisis de varianza mostró diferencias significativas, siendo el sustrato comercial el mejor para la germinación; la mayor tasa de crecimiento se presentó con el sustrato vertisol. Podemos concluir que la acerola tiene la capacidad de germinar en cualquiera de los tres sustratos, sin embargo, el sustrato comercial es donde se obtienen mejores resultados.

**Abstract**

*Malpighia glabra*, also known as "acerola" or "semeruco" within its wide distribution range, produces fruits that have high vitamin C content in their mature phase. The present study's main objective was to reproduce this species planting seeds in germination trays, using the following substrates: commercial peat moss, andosol and vertisol. The percentage of germination was registered and the number of germinated seeds per tray cavity was quantified in each substrate, measuring the growth from emergence of the hypocotil to the seedling. The results showed a heterogeneous germination percentage between substrates. The variance analysis presented significant differences, showing the commercial substrate was the best for germination and the vertisol substrate presented the highest growth rate. We can determine that the "acerola" has the capacity to germinate in any of these three substrates, nevertheless, the best results are obtained using commercial substrate.

## Introducción

La reproducción sexual y la propagación asexual son unos de los procesos biológicos importantes para el establecimiento, crecimiento y sobrevivencia de las plantas vasculares. La reproducción sexual empieza con la polinización, la fecundación de las flores, la formación de frutos, la dispersión de semillas y su germinación hasta el establecimiento de plántulas (García y Di Stefano, 1999). Asimismo, la producción de semillas puede estar limitada por la disponibilidad del polen y de los agentes polinizadores, con la consecuente producción de frutos. Una escasez de semillas aptas para la germinación provoca una baja producción de plántulas (Peñalosa *et al.* 2001). Durante esta fase las especies vegetales invierten gran cantidad de sus recursos energéticos en la formación y desarrollo de frutos y de semillas viables para su éxito reproductivo (Vázquez-Reyes, 1999).

Otros factores comunes para el éxito reproductivo de las especies son los recursos físicos y químicos, como por ejemplo, una baja disponibilidad de nutrientes, así como de la luminosidad (Castro-Bobadilla *et al.* 1999). La floración, la polinización, la producción de frutos y la dispersión de semillas son las diferentes fases para que se realice el establecimiento de plántulas, las cuales dependerán de los factores bióticos en el tiempo y el espacio para que exista el establecimiento de nuevos individuos (Valencia-Díaz, 1998).

La reproducción es muy común en invernaderos donde, normalmente se siembran semillas de usos forestales como el pino y el cedro o de uso ornamental como es

el caso de las orquídeas; además de especies donde destacan la papaya, el jitomate, entre otros (Alba y Rebolledo, 1995). Sin embargo, existen estudios más específicos con especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo o que presentan dificultades de germinación dentro de su propio hábitat (Camargo-Ricalde y Grether, 1998, Jordano *et al.* 2002, García y Di Stéfano, 1999).

No obstante, podemos considerar que existen algunas especies de animales como roedores, murciélagos, aves, primates, y reptiles que realizan un papel importante en el ciclo de vida de las plantas como la dispersión de semillas acelerando los procesos de germinación cuando pasan por su tracto digestivo (Cazares-Martínez, 1999, Lobo-Cabezas, 1998, García-Chávez *et al.* 1998, Domínguez-Domínguez, *et al.* 2006). Sin embargo, también puede existir una limitante en el establecimiento de plántulas, tal es el caso de la depredación de semillas por frugívoros, los cuales dañan las semillas y por consiguiente son considerados una plaga dentro de bancos semilleros (Méndez-Sánchez *et al.* 2001; Jordano *et al.* 2002; Soto y Nakano, 2002; Barbosa *et al.* 2003; Harms y Paine, 2003 y Sánchez-Soto *et al.* 2004).

Sin embargo, la propagación asexual (acodos) consiste en la reproducción de individuos, por medio de sus órganos vegetativos los cuales tienen la capacidad de desarrollar raíces; esto se forma a través de la división de las células donde existe la duplicación del sistema cromosómico y del citoplasma para la formación



de un par de células hijas y de esta forma obtener un nuevo individuo mediante la elaboración de esquejes o acodos en plantas leñosas; es un proceso que favorece al éxito de establecimiento de las plantas, porque se le gana tiempo a la naturaleza desde que es una plántula hasta que alcanza una talla idónea de establecimiento y reproducción (Weaver, 1985, Laskowski y Bautista, 1999 y Rivero *et al.* 2005).

Particularmente, *Malpighia glabra* pertenece a la familia Malpighiaceae. Es un arbusto que presenta una amplia distribución que va desde Florida y el oeste de Texas (EE.UU.), México, Honduras hasta Brasil (Anderson, 1979, Vogel, 1990). En gran parte de esta distribución se le conoce como acerola o semeruco; los individuos miden en promedio 2.5 metros (García-Hoyos, 2002). A pesar que *M. glabra* presenta una amplia distribución, en México no es muy común localizarla. *M. glabra* es una especie que es muy explotada en Puerto Rico, Florida, Hawai y Brasil ya que forma parte de una alternativa de importancia económica, debido al alto contenido de vitamina C que presentan los frutos (10 a 25 mg por cada 100 g de frutos; Urbano y Berbert, 2002). La pulpa de este fruto es procesada y de ella se elaboran cápsulas como suplemento alimenticio. Mientras que en México no se han dado a conocer sus beneficios, pues solo existen estudios sobre la interacción planta animal (polinizadores).

Por lo tanto, resulta importante conocer si por medio de la reproducción sexual y la propagación asexual se pueden obtener individuos viables que puedan producir

flores y frutos como es el caso de aquellos que crecen de manera natural en su propio hábitat. El presente estudio forma parte de una alternativa económica para las zonas tropicales e incluso para los propios lugares donde cultivan y/o comercializan la especie. Además, *M. glabra* no ha sido propagada por la vía asexual (acodos), por lo tanto este estudio aportaría esta nueva técnica de propagación no sólo para México, si no también para otros países.

AGENCIÁ DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN  
ARCHIVO HISTÓRICO

## Antecedentes

Actualmente existen un sin número de trabajos relacionados con la reproducción sexual (semillas); por ejemplo, se ha estudiado la calidad de los frutos y semillas (Galletto y Primo, 1998), la germinación y dispersión de semillas (Camargo-Ricalde y Grether, 1998), la mortalidad de las mismas (Scariot, 2000), la temperatura en relación a la germinación (García y Di Stéfano, 1999), la escarificación (Laskowski y Bautista, 2002 y Bonfil-Sanders *et al.* 2008), entre otros. Mientras que para la propagación asexual los estudios están enfocados por medio de estacas (Rivero *et al.* 2005) y son escasos con respecto a la elaboración de acodos (Benitez *et al.* 2002).

A continuación y de manera general se mencionan algunos estudios con respecto a la familia *Malpighiaceae*.

Laskowski y Bautista (1997) evaluaron las características vegetativas, productivas y sobre la calidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. Seleccionaron plantas en periodo de floración y fructificación. Se realizó una colecta de frutos, los cuales fueron pesados y medidos. Además, obtuvieron el contenido de ácido ascórbico, acidez, pH y sólidos totales. Ellos mencionan que las plantas de *Malpighia emarginata* seleccionadas reunieron aspectos positivos con respecto a las variables mencionadas con anterioridad por lo que las plantas fueron propagadas por presentar un valioso potencial hortícola.

Otros estudios fueron realizados con *Malpighia emarginata* por Laskowski y Bautista (2002). Donde, observaron el efecto de la escarificación y la profundidad de siembra sobre la germinación y la emergencia. Los tratamientos que utilizaron fueron semillas extraídas del pireno (se le considera así por que las tres semillas juntas en el fruto aparenta una piramide), semillas dentro de pirenos y semillas dentro de pirenos escarificados; estas fueron sembradas en cuatro diferentes profundidades (0, 5, 10 y 15 mm), dentro de bandejas de germinación con un sustrato 1:1 de suelo y arena bajo un techo transparente que restringe el 80% de la radiación incidente. Los resultados muestran un bajo porcentaje de germinación (12%) con un mayor porcentaje del mismo cuando las semillas fueron sembradas a los 10 y 15 mm. Los autores sugieren realizar más experimentos para determinar las causas que provocan un bajo porcentaje de germinación.

Carpentieri-Pípolo y Bruel (2002) reportaron en un estudio las correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales en acerola. Las variables que las autoras estudiaron fueron la altura del fruto, el diámetro del fruto, pulpa (masa) del fruto. Los resultados demuestran que existe una correlación fenotípica y genotípica encontrada entre la masa y la altura del fruto.

En el Estado de Lara en Venezuela se estudio la fenología del crecimiento y desarrollo de la plántula de semeruco *Malpighia emarginata* DC. Por medio de colectas de frutos maduros, se extrajeron semillas y fueron sembradas en una mezcla de arena y suelo, donde se registró el crecimiento y desarrollo del vástago

y del sistema radicular de la plántula, desde la germinación hasta la caída de los cotiledones. Los resultados mostraron que en 35 días en promedio germinan las semillas e inicia la erección del hipocótilo y los cotiledones se tornan verdes y comienza el desarrollo de la plántula (Laskowski y Bautista, 2003).

## Preguntas

Las semillas de *M. glabra* en su propio hábitat presentan alto índice de mortalidad, por lo tanto:

1. ¿Se podrá reducir los índices de mortalidad de semillas de *M. glabra* bajo condiciones de vivero?

## Objetivos

### Objetivo general:

Aportar conocimientos sobre la propagación sexual de *Malpighia glabra*.

### Objetivos particulares:

- Comparar el efecto del sustrato comercial, el andosol y el vertisol sobre el porcentaje de germinación y el crecimiento desde emergencia hasta plántula.
- Evaluar el efecto de los sustratos sobre el crecimiento de las plántulas de *M. glabra*.

## Hipótesis

H<sub>0</sub>: *M. glabra* germina de igual forma en los tres tipos de sustratos (comercial, andosol y vertisol).

H<sub>1</sub>: *M. glabra* no germina de igual forma en los tres tipos de sustratos (comercial, andosol y vertisol).

## Materiales y Método

### Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el vivero ubicado en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria (FISPA), que se localiza en el kilómetro 4.5 de la carretera federal Acayucan-Catemaco, Veracruz (Figura1).

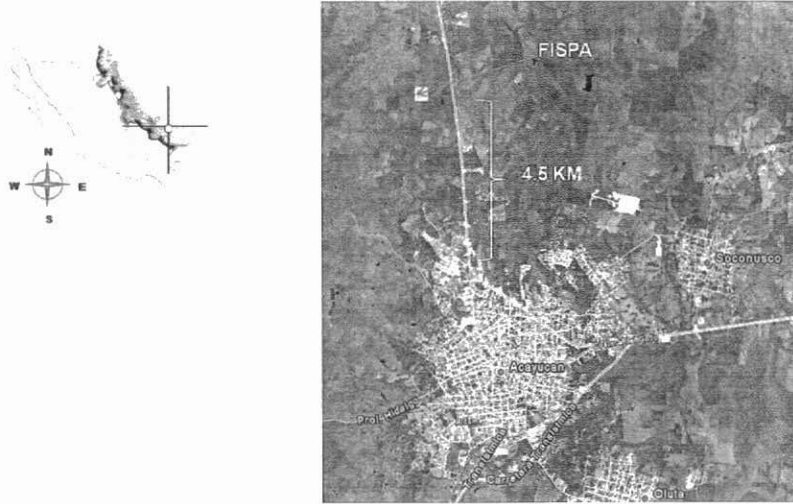


Figura 1. Localización del área de estudio.

## **Reproducción sexual**

### **Colecta de frutos**

Se realizó un recorrido en campo (isla Agaltepec), para la colecta de frutos de *Malpighia glabra*. Los frutos se obtuvieron de 14 arbustos de acerola, los cuales presentaron características saludables desde el punto de vista biológico (árboles vigorosos) (Laskowski y Bautista 2002 y 2003). Durante la colecta se observó que, el periodo fenológico de fructificación se encontraba en fase final. Por lo tanto, sólo se obtuvieron 270 frutos maduros de los 300 considerados, éstos corresponden a 810 semillas (cada fruto esta conformado por tres semillas). Posteriormente, a los frutos se les retiró de forma manual el mucílago y las semillas se colocaron en solución Captan durante 20 minutos para prevenir el desarrollo de bacterias y hongos.

### **Siembra de semillas**

Para llevar a cabo esta etapa, se utilizaron nueve charolas germinadoras con dimensiones de 40 X 80 X 10 cm y con un total de 60 cavidades. Se colocaron 90 semillas en cada charola. En cada cavidad se colocaron tres semillas (de manera natural el equivalente al número de semillas que posee un fruto) a una profundidad de un centímetro. Se utilizaron tres tipos de sustrato comercial, sustrato andosol y sustrato vertisol para la germinación de las semillas.

Las charolas se colocaron en mesones en el vivero de la FISPA, el cual presenta malla sombra al 80% de luz. Las charolas se establecieron en filas (3 x 3), colocando primero el sustrato comercial, seguido del sustrato andosol y después



el sustrato vertisol; posteriormente, la siguiente fila se ordenó ubicando el sustrato andosol, sustrato vertisol y sustrato comercial; finalmente la línea fue representada con el sustrato vertisol, sustrato comercial y sustrato andosol. Este tipo de diseño fue con la finalidad de homogenizar el posible efecto del factor luz y de otros factores de microclima.

### **Germinación**

Una vez colocadas las semillas en las charolas, se realizó el riego de las mismas periódicamente, procurando mantener un nivel de humedad, lo anterior con la finalidad de no provocar la presencia de hongos en las semillas.

Los registros para la germinación se realizaron cada cinco días durante un lapso de 35 días (Laskowski y Bautista, 2003), cuando se determinó el porcentaje de germinación de plántulas por sustrato.

### **Emergencia de plántulas cavidad**

Esta etapa consistió en registrar el porcentaje de individuos que emergen de cada una de las cavidades y por sustrato. Es decir, durante la siembra se colocaron tres semillas por oquedad y cuando estas brotaron, se registró si emergió una, dos, tres o ninguna, todo esto para cada tipo de sustrato.

### **Crecimiento de *M. glabra***

Los registros morfométricos iniciaron a partir de la emergencia del hipocotilo el cual fue medido con un Vernier de marca comercial y posteriormente, las lecturas se realizaron cada 15 días, durante un periodo de 75 días. Cuando las plántulas alcanzaron una talla de 5 cm se dejó de realizar los registros, porque las hojas de

las plántulas a partir de esta talla presentan amarillamiento y por lo tanto, requieren trasplantarlas a bolsas de polietileno, como lo establece Laskowski y Bautista (2003). Se calculó las tasas de crecimiento por sustrato.

#### **Desarrollo de las plántulas de *M. glabra***

Todas aquellas plántulas que presentaron tallas mayores a los 5 cm y que se trasplantaron a bolsas de polietileno; se consideró tomar una muestra de 50 individuos (150 plántulas). Las plantas se mantuvieron con un nivel de humedad adecuado. Se realizó únicamente una lectura a los tres meses después de haber realizado el trasplante. Se midió la altura total del individuo, el grosor del tallo desde la base y se contabilizó el número de hojas producidas por sustrato. Se aplicó un modelo de análisis de varianza y pruebas de Bonferroni ( $\alpha=0.05$ ), (SYSTAT 9), donde se consideró el efecto de luz y sus factores de microclima.

#### **Análisis estadístico**

Para determinar las diferencias en la germinación se realizó la comparación de organismos por sustrato. Para el desarrollo de las plántulas se aplicaron modelos de análisis de varianza con la finalidad de establecer las diferencias de longitud, diámetro de los individuos y número de hojas, los factores considerados fueron la humedad y la temperatura.

## Resultados

### Germinación

El 50% de la germinación (emergencia del hipocótilo) se obtuvo a los 15 días después de haberse realizado la siembra en todos los sustratos. Los porcentajes de emergencia de plántulas fue similar en los tres sustratos durante los primeros cinco días; posteriormente al décimo día la germinación varía, presentándose un mayor brote de plántulas para el sustrato comercial (45%) y en menor cantidad con el sustrato andosol (30%). Sin embargo, para el día 15 se obtiene al menos el 50% de la emergencia en los tres sustratos; al final se logró un porcentaje mayor con el sustrato comercial con un 100%. No obstante, en el sustrato andosol el comportamiento de germinación fue muy similar a lo largo de los 35 días de registro (Figura 2).

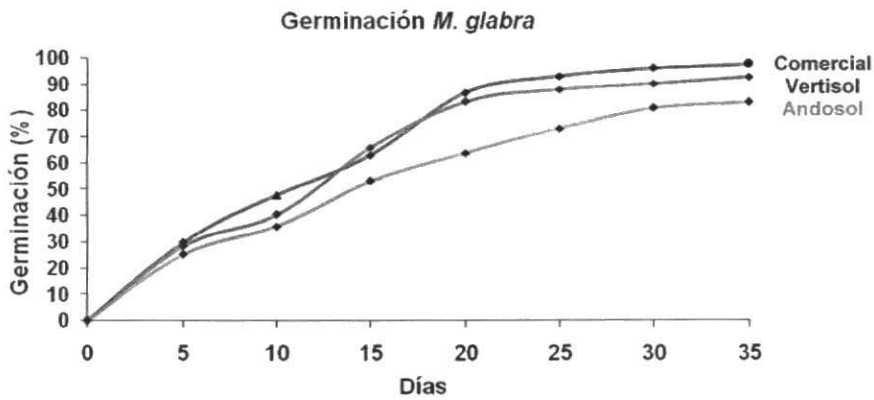


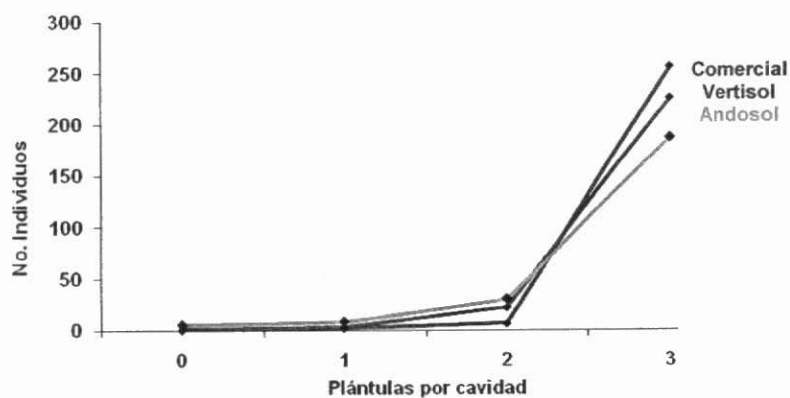
Figura 2. Porcentaje de germinación de semillas de *M. glabra* por sustrato.

### Emergencia de plántulas por cavidad

El número de plantas registradas por cavidad varía dependiendo el tipo de sustrato. Se obtuvo que de las tres semillas a germinar por oquedad, emergen 263 plántulas con el sustrato comercial y en menor proporción para el sustrato andosol con 62 individuos. Se registraron ocho plántulas que nacen en una sola cavidad en el sustrato andosol y exclusivamente dos para el sustrato comercial. Sólo emergió un individuo en el sustrato vertisol y no emergieron cinco con el sustrato andosol (Cuadro 1 y Figura 3).

**Cuadro 1.** No. de individuos de *M. glabra* que germinaron en los diferentes sustratos dentro de una cavidad.

| Plántulas por Cavidad |   |    |    | Semillas germinadas | Semillas muertas | % Semillas germinadas | Tipo de Sustrato |
|-----------------------|---|----|----|---------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| 0                     | 1 | 2  | 3  |                     |                  |                       |                  |
| 0                     | 2 | 3  | 85 | 263                 | 7                | 97.40                 | Comercial        |
| 1                     | 3 | 11 | 75 | 251                 | 19               | 92.96                 | Vertisol         |
| 5                     | 8 | 15 | 62 | 229                 | 41               | 84.81                 | Andosol          |



**Figura 3.** Número de plántulas que emergen en la cavidad por sustrato.

### **Crecimiento de *M. glabra***

Respecto al crecimiento de las plántulas, durante los muestreos quincenales se adquirió una homogeneidad de crecimiento entre sustratos. En la primera lectura, el desarrollo de las plántulas de *M. glabra* es mayor con el sustrato comercial, mientras que los sustratos andosol y vertisol crecen de forma simultánea. A partir, de la tercera hasta la quinta toma de datos el crecimiento de los individuos de acerola es mayor con el sustrato vertisol, en cambio el desarrollo de éstas en el sustrato comercial y en el andosol es muy similar (Figura 4).

Al realizar las tasas de crecimiento, el desarrollo de acerola se presentó de manera heterogénea. El análisis de varianza mostraron diferencias significativas en el desarrollo de plántulas de *M. glabra* ( $P= 0.001$ ). Las mayores tallas se obtuvieron con el sustrato comercial. Sin embargo, la mayor tasa de crecimiento se produce en el sustrato vertisol. En tanto, el sustrato andosol muestra una tasa y un crecimiento constante durante todos los muestreos efectuados. La tasa de crecimiento promedio obtenida con la última fecha de registró fue de 3.9 cm para el sustrato comercial, 3.8 cm en el sustrato vertisol y 2.7 con el sustrato andosol, obteniéndose diferencias significativas entre sustratos  $P= 0.001$ .

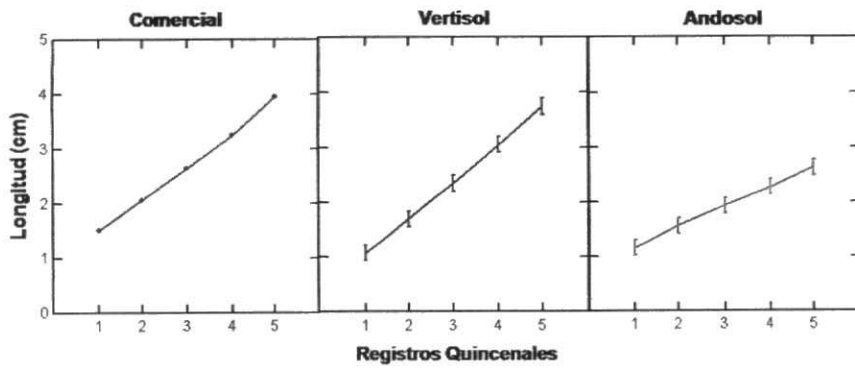


Figura 4. Promedio en longitud de plántulas de acerola por sustrato.

#### Desarrollo de las plántulas de *M. glabra*

Con el sustrato vertisol los individuos adquieren una mayor altura, mientras que el comercial y el andosol mostraron comportamientos similares, pero el sustrato comercial mostró la mayor variabilidad desarrollo entre los organismos (Figura 5). Con referente al diámetro de las mismas, se obtiene un mayor grosor con el sustrato comercial, y existe una mayor variabilidad (Figura 6) y éstas son más delgadas en el sustrato andosol. Finalmente, la producción de hojas es mayor en el sustrato vertisol y se logran obtener menor cantidad de hojas al utilizar el sustrato comercial (Figura 7).

El análisis de varianza mostró que no existen diferencias entre sustratos ( $P=0.400$ ). Lo cual indica que acerola se desarrolla en cualquiera de los tres sustratos. Sin embargo, con el sustrato vertisol acerola crece mejor y con menores tallas en el sustrato comercial y andosol.

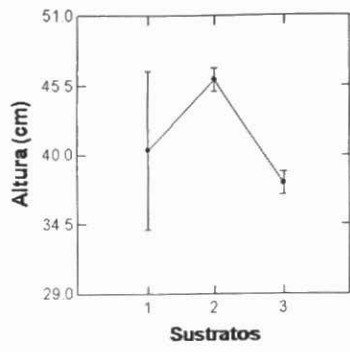


Figura 5. Altura promedio final por sustrato comercial (1), vertisol (2) y andosol (3).

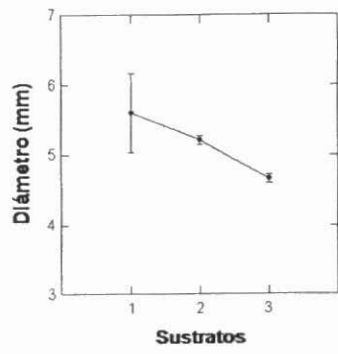


Figura 6. Diámetro promedio final por sustrato comercial (1), vertisol (2) y andosol (3).

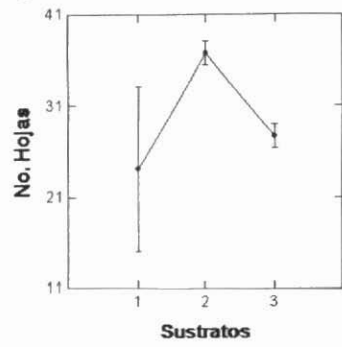


Figura 7. Número de hojas promedio en los individuos de *M. glabra* por sustrato comercial (1), vertisol (2) y andosol (3).

## Discusión

### Germinación

Se obtuvo un alto porcentaje de germinación en acerola con los tres tipos de sustratos utilizados durante el presente estudio. Sin embargo, Laskowski y Bautista (2002) reportan todo lo contrario a lo aquí obtenido con *M. emarginata*; sus porcentaje de germinación son bajos cuando las semillas son colocadas a nivel superficial y 5 mm de profundidad, pero si estas son escarificadas y colocadas a una profundidad de 10 y 15 mm, su porcentaje de germinación aumenta (23%). Así mismo, Alves de Azeredo *et al.* (2006) señalan que al utilizar semillas de *M. puniceifolia* con sustrato de estiércol y vermiculita se adquieren bajos porcentajes, en cambio con el sustrato de arena y estiércol logran un mayor porcentaje de germinación.

De acuerdo a lo aquí obtenido y lo reportado por Laskowski y Bautista (2002), la germinación se presentó de igual manera durante los primeros cinco días y con al menos 50% de emergencia de los tres sustratos de plántulas para el día 15; aunque ellos lo reportan con semillas de *M. emarginata* DC.

Los altos porcentajes de germinación obtenidos, posiblemente se derivó por que los sustratos son ricos en materia orgánica. Sin embargo, Popinigis (1986), citado por Alves de Azeredo *et al.* (2005) mencionan que esto es derivado por la temperatura (30<sup>o</sup> C) y a la absorción de agua que realizan las semillas, ya que las sustancias se almacenan en el sistema embrionario.



Así mismo, se ha reportado que los porcentajes de germinación en especies leñosas, como es el caso de arboles y arbustos son muy similares, ya que se obtiene el 50% de emersión en un lapso de 8 a 15 días y posteriormente el desarrollo varía de acuerdo a factores bióticos, al tipo o tamaño de semilla y particularmente al tratamiento aplicado (Godínez-Álvarez, 1999; Meza *et al.* 2004 y Bonfil-Sanders *et al.* 2008).

Por otra parte, el crecimiento de plántulas de acerola, se mostró de forma homogénea en los tres sustratos, dando inicio con la caída de los cotiledones, la emersión del vástago, la producción de las primeras hojas y posteriormente, el desarrollo de los individuos hasta alcanzar la talla propicia para su trasplante (5-10 cm), a bolsas de polietileno. Lo aquí encontrado, estuvo acorde con los autores Laskowsky y Bautista (2002 y 2003), Acosta *et al.* (2003), Alves de Azeredo *et al.* (2005, 2006), pero sus estudios son con *M. emarginata* DC y *M. puniceifolia*; ellos hacen énfasis que el trasplante debe efectuarse cuando las plantas alcanzan una talla de 5 cm, de no realizarse las hojas de los individuos presentan amarillamiento e incluso se puede presentar mortandad de organismos.

Son pocos los estudios que mencionan las tasas de crecimiento en plantas leñosas uno de ellos es con semillas de *M. puniceifolia*, donde las tasas son altas cuando las semillas son colocadas a altas temperaturas (30° C, Alves de Azeredo *et al.* 2006).

En cambio, para *M. glabra*, las tasas se presentaron de manera heterogénea, lo cual hace suponer que las posibles causas se derivan por los tipos de sustratos utilizados. El sustrato comercial está compuesto por diferentes mezclas lo cual hace que sea rico en nitrógeno; tal y como lo afirma Andrade-Rodríguez, *et al.* (2008), donde reportan un mayor crecimiento en plántulas de papayo. Mientras que el sustrato andosol, es un suelo con texturas muy gruesas y con baja capacidad de intercambio de cationes, pero con alto contenido de materiales amorfos y fijadores de fosfato (Peinemann y Andreoli, 1986). En cambio el sustrato vertisol, es todo lo contrario a los anteriores, son suelos muy fértiles con altos contenido de esmectitas (Bossi y Ortiz, 2007).

Así mismo, ahora podemos entender una de las posibles causas de la alta mortalidad de semillas que presenta *M. glabra* en su propio hábitat; siendo que Agaltepec está representada por un sustrato de tipo andosol (García-Hoyos, 2002). Sin embargo, no solamente debemos atribuir que la mortalidad de semillas para acerola se da por este tipo de sustrato, también se ha reportado la presencia de ácaros que atacan a los frutos en las diferentes fases fenológicas Méndez-Sánchez *et al.* (2001), Soto y Nakano (2002), en estudios realizados con *M. glabra* en un cultivo de Brasil. Mientras que, Barbosa *et al.* (2003) registran la presencia de ácaros en *M. emarginata* Dc.

No obstante, los resultados aquí obtenidos sugieren que la germinación de semillas para *M. glabra* se puede llevar a cabo en cualquiera de estos tres tipos de sustratos aquí mencionados en vivero, debido a que existe un bajo porcentaje de

semillas muertas. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios con diferentes sustratos, bajo otras condiciones experimentales como sería en su propio hábitat natural de la especie, y con ello conocer mejor la biología de la especie.

#### **Emergencia de plántulas por cavidad**

Hasta el momento, no se encontraron otros estudios que hagan mención sobre el número de semillas que emergen, cuando estas son colocadas en los diferentes tipos de contenedores como las charolas de germinación, en tubos de pvc, en bolsas de polietileno o incluso en cajas petri. Por lo tanto, este es uno de los primeros estudios donde se da a conocer el número de semillas que emergen por cavidad; logrando obtener tres plántulas de acerolas en una cavidad y una baja emersión de una o dos plántulas de *Malpighiaceas* por oquedad.

Una de las posibles causas de haber obtenido que las tres semillas germinaran en la cavidad se debió; por que los frutos que se obtuvieron para la germinación estaban maduros, tal y como lo reporta Acosta *et al.* (2003), en un estudio realizado con *M. emarginata* Dc. donde obtiene altos porcentajes de germinación. Sin embargo, ellos mencionan que posteriormente las plántulas cuando llegan al estado adulto y producen frutos, estos presentan una degeneración en el saco embrionario y el ovulo es infértil.

### **Desarrollo de las plántulas de *M. glabra***

El análisis de varianza mostró que no hay efecto de los sustratos sobre el crecimiento, el diámetro basal y la producción de hojas en las plántulas de *M. glabra*, lo cual indica que los tres tipos de sustratos utilizados ofrecen las mejores ventajas, durante esta fase de desarrollo de acerola. Posiblemente, la causa de lo anterior, se deriva a que los tres sustratos presentan materia orgánica (Laskowski y Bautista, 2003).

Sin embargo, durante la germinación de semillas se obtuvieron diferencias entre sustratos; lo cual nos muestra que la especie requiere durante sus primeras etapas sólo de un buen sustrato para poder germinar y posteriormente el desarrollo de acerola se puede dar en cualquier de estos tres sustratos aquí trabajados.

Se recomienda realizar más estudios, donde se pueda obtener evidencias del porque, el desarrollo de acerola y la producción de hojas y el diámetro basal es igual en cualquiera de estos tres sustratos aquí realizados; mientras que, en la germinación se obtienen diferencias significativas por sustrato.

## CAPÍTULO II: PROPAGACIÓN ASEXUAL

## Resumen

La propagación asexual es una técnica que ofrece la ventaja, que permite ganar tiempo y espacio, cuando esta se realiza por medio de acodos aéreos; si la propagación es efectuada desde la germinación existe un largo tiempo para poder obtener individuos adultos. Es por ello que el presente estudio tuvo como finalidad evaluar el éxito de crecimiento de acodos como un medio útil para propagar a *M. glabra* mediante la técnica de acodos aéreos. El método consistió en obtener una muestra de 200 ramas leñosas de individuos adultos de *M. glabra* de la isla Agaltepec, Ver., a 100 de ellos se les aplicó enraizador (auxinas) y se les colocó sustrato de su propio hábitat (andosol); a otros 100 no se le proporcionó enraizador. Se consideraron cuatro categorías de enraizamiento: raíz madura, raíz inmadura, acodos sin raíz y acodos muertos. Los resultados mostraron que no existen diferencias en la producción de raíces entre ambos tratamientos ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, existe una mayor producción de enraizamiento en los acodos sin enraizador.

**Abstract**

The asexual propagation is a technique that allows saving time and space, when it is done through air layers. If the propagation is done from germination, a long period is required to obtain adult individuals. Because of this, in the present study we evaluated the growth success from air layers as a useful technique to propagate *M. glabra*. The method consisted in obtaining a sample of 200 branches of adult individuals of *M. glabra* from Agaltepec Island, Catemaco, Veracruz. 100 of these were treated with auxins for root growth and were placed in substrate from their habitat (andosol); the other 100 were not treated with auxins. Four root growth categories were considered: mature root, immature root, air layers without root and dead air layers. The results showed no differences in root production between both treatments (with auxins and without) ( $P > 0.05$ ). Nevertheless, a higher root production was observed in air layers without auxins.

### **Antecedentes**

Laskowski (1996) realizó un estudio sobre la selección de cultivares, la propagación vegetativa y la anatomía de algunos órganos del Semeruco (*Malpighia emarginata* DC). Plantas de un cultivo fueron sometidas bajo selección con respecto a las variables de crecimiento, rendimiento y calidad de la fruta. Laskowski mostró que el uso de ácido indolbutírico sobre estacas semileñosas da buenos resultados de enraizamiento.

Por otra parte, se estudiaron las características anatómicas de las raíces adventicias en estacas de acerola (*Malpighia emarginata* DC) tratadas con ácido indolbutírico y no tratadas (Laskowski y Bautista, 1999). Reportan que en la primera semana las estacas presentan a nivel de la corteza un anillo discontinuo, un floema y xilema secundario con tejido básico y un parénquima escaso. En la tercera semana las estacas tratadas presentaron proliferación en el tejido parenquimático y desplazamiento del floema hacia la corteza y en la cuarta semana inicia la emergencia de las primeras raíces adventicias.

Algunos otros estudios reportados con *M. emarginata* DC fueron realizados por Laskowski (2000) sobre las características anatómicas de la hoja y el tallo en las estacas de acerola o semeruco cultivado en dos localidades del estado de Lara. Por medio de muestras provenientes de dos huertos, estas fueron procesadas por medio de técnicas de inclusión en parafina de tejidos vegetales. Los resultados muestran que la hoja es dorsiventral de tipo mesomórfico, estomas paracíticos,



vaina parenquimática. Mientras que el tallo su crecimiento es secundario y de tipo xeromorfo con cloroplastos, un floema y un xilema secundario.

Rivero et al. (2005) también aportaron conocimientos sobre el enraizamiento de estacas de semeruco (*M. emarginata*). Utilizaron estacas apicales y subapicales y cuatro concentraciones de ácido indolbutírico 750, 1500, 3000 y 4500 mg kg<sup>-1</sup> (AIB). Las variables tomadas fueron porcentaje de estacas vivas, porcentaje de estacas enraizadas, porcentaje de estacas con primordios, número y longitud de raíces. Obtuvieron, que la aplicación de AIB se favoreció en los primordios radicales y se obtiene un 8% de enraizamiento para cada concentración de AIB. Recomiendan evaluar dosis de 500 a 1000 mg kg<sup>-1</sup> y así determinar la dosis óptima en el enraizamiento de *M. emarginata*.

## Pregunta

¿Es posible propagar asexualmente a *M. glabra* mediante acodos aéreos?

## Objetivos

### Objetivo general:

- Aportar evidencias sobre la propagación asexual de *M. glabra*.

### Objetivo particular

- Evaluar los efectos del enraizador con la aplicación de auxinas sobre los acodos.

## Hipótesis

H<sub>0</sub>: Los acodos aéreos realizados en *M. glabra* producen raíces con y sin enraizador.

H<sub>1</sub>: Los acodos aéreos realizados en *M. glabra* no producen raíces.

## Materiales y Método

### Área de estudio

La isla Agaltepec, la cual presenta una extensión de 8.3 hectáreas, se localiza en el lago de Catemaco, Veracruz (Figura 8). La isla presenta varios tipos y asociaciones de vegetación como son: selva mediana subcaducifolia, vegetación secundaria (acahual), vegetación riparia y pastizal, donde en estos diferentes tipos de vegetación podemos encontrar poblaciones de *Malpighia glabra*, por tal motivo, se consideró realizar la fase de la propagación asexual de la especie (García-Hoyos, 2002).

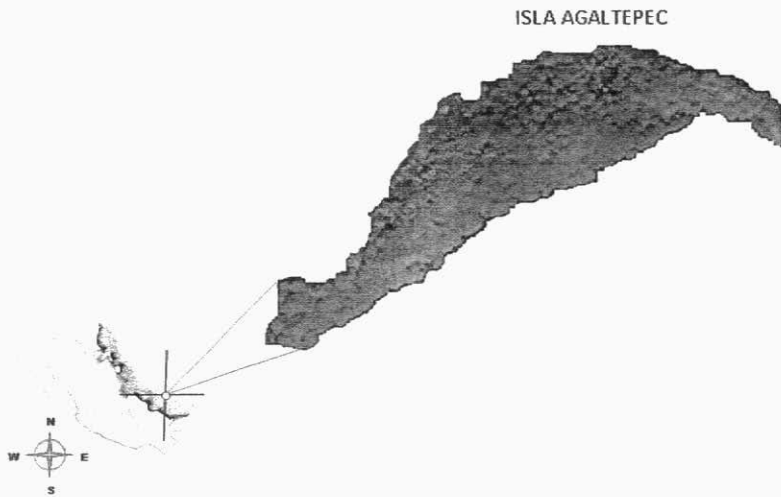


Figura 8. Localización del área de estudio.

### **Acodado de *M. glabra***

Se realizó un recorrido por toda la isla Agaltepec, donde se seleccionaron 200 individuos adultos. A 100 ramas se les aplicó enraizador (auxinas) y otra muestra también conformada por 100 ramas no se les proporcionó enraizador (testigo), por cada individuo se tomó una rama con tallo leñoso; las ramas tenían tallas similares entre sí (Benitez et al. 2002).

A cada rama se le realizó una pequeña fisura de 5 cm aproximadamente con una navaja de campo; se les retiró la corteza y con la misma navaja se efectuó el raspado del tallo para así retirar el cambium y evitar la formación nuevamente de la corteza en la rama, después se aplicó enraizador (auxinas). En parte de la fisura se colocó sustrato andosol; posteriormente se colocó un plástico transparente cubriendo y finalmente, se amarró con rafia en ambas extremidades del acodo (Carmona-Díaz, 2001).

A los tres meses se descubrió cada acodo y se registró el estado de enraizamiento; se consideraron cuatro parámetros, acodos muertos, acodos sin raíz, acodos con raíz inmadura y acodo con raíz madura.

Se aplicó como análisis estadístico una  $X^2$  como prueba entre tratamientos (SYSTAT 9).

## Resultados

### Acodado de *M. glabra*

Las dimensiones de las ramas acodadas y su circunferencia fue muy similar en ambos tratamientos así como la producción de raíces (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Muestra los promedios y la desviación estándar en relación a las variables largo de la rama, circunferencia de la rama acodada y la producción de raíces con respecto a cada tratamiento.

| Tratamiento | Largo de la rama (cm) | Circunferencia de la rama (cm) | Producción de raíz (%) |
|-------------|-----------------------|--------------------------------|------------------------|
| Testigo     | 1.22 ( $\pm$ 0.29)    | 1.12 ( $\pm$ 0.39)             | 58 %                   |
| Enraizador  | 1.16 ( $\pm$ 0.51)    | 1.29 ( $\pm$ 0.59)             | 50 %                   |

Se obtuvo que el 58% de los acodos sin enraizador presentan la raíz madura, un 18% con raíz inmadura, el 17% no produce raíz y 7% de los acodos mueren. Mientras tanto, para los acodos con enraizador se registró un 50% con raíz madura, un 28% con raíz inmadura, el 11% de los acodos no producen raíz y un 11% de acodos se mueren (Figura 8).

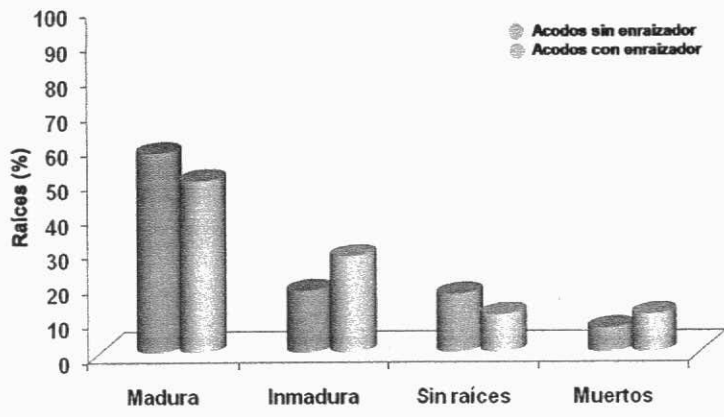


Figura 9. Comparación de ramas acodas con y sin enraizador.

Al llevar a cabo el análisis de  $\chi^2$ , entre ambos tratamiento, el resultado mostró que no hay diferencias en la distribución de los porcentajes de categorías en los dos tratamientos  $\chi^2 = 0.11$ ,  $P = 0.126$ .

## Discusión

### Acodos de *M. glabra*

Existen pocas investigaciones sobre la propagación asexual por medio de acodos; una de ellas fue realizada por Castillo *et al.* (2005) con acodos aéreos de *Murraya paniculata* donde encontraron diferencias de enraizamiento en las concentraciones de ácido indolbutírico. Los autores midieron las ramas, pero no realizaron un análisis estadístico al respecto. Así mismo, Albany *et al.* (2004) reportaron que por la vía asexual en ramas de guayabo se obtienen altos porcentajes de enraizamiento al utilizar ácido naftalenacético y ácido indolbutírico, en ramas con una longitud de 80 a 100 cm. Lo aquí mencionado es similar a lo encontrado con *M. glabra*.

Con respecto al número de acodos que presentaron raíces se obtuvo un porcentaje de más del 50% para ambos tratamientos (con y sin enraizador). En cambio, Castillo *et al.* (2005) obtienen casi un 100% de enraizamiento en acodos con *M. paniculata* cuando son sometidos a cuatro diferentes concentraciones de AIB (0; 3000; 4000; y 5000,  $\text{mg.g}^{-1}$  respectivamente), pero obtienen una mayor producción de raíces con una concentración de 4000  $\text{mg.g}^{-1}$  de AIB. Ellos atribuyen que el alto porcentaje de enraizamiento se debe a que los acodos al no ser separados de la planta madre siguen recibiendo agua y nutrientes. Sin embargo, en *M. glabra* los acodos estaban unidos a la planta y aún así no se obtuvo un alto porcentaje de enraizamiento

Aunado a lo anterior, Laskowski y Bautista (1999) realizaron un estudio sobre la propagación asexual pero con estacas semileñosas de *M. emarginata* DC tratadas con ácido indolbutírico, con un sustrato de arena y cáscara de arroz; ellos mencionan que las primeras raíces inician en un mes y medio; pero existe un retardo de 10 días en las estacas testigo y con un menor número de raíces. Por otra parte, Rivero *et al.* (2005), aportan conocimientos sobre la propagación con estacas de *Malpighia emarginata* DC aplicando ácido indolbutírico y utilizando cuatro tipos de sustratos; obtienen entre un 80 y 97% de estacas vivas, y la longitud de las raíces es mayor (37% con AIB y 23% el control)

De acuerdo a lo obtenido, se recomienda que en futuros estudios con *M. glabra* se utilice otro tipo de sustrato y diferentes enraizadores.



### **Capítulo III: CONCLUSIÓN**

## **Conclusión**

Con base en los resultados, se concluye que *Malpighia glabra*, se puede reproducir; desarrollar y propagar en forma sexual y asexual utilizando el sustrato comercial, andosol y vertisol, así como al aplicar auxinas como enraizador.

## **Reproducción sexual**

- Existe un alto porcentaje de germinación de semillas de acerola.
- La tasa de crecimiento en las plántulas de *M. glabra* es mayor al utilizar el sustrato vertisol.
- Con el sustrato comercial se presenta un mejor desarrollo de plántulas.
- No existen un efecto del sustrato sobre en el crecimiento, el diámetro y la producción de hojas.

## **Propagación asexual**

- El porcentaje de producción de raíces fue igual con o sin aplicación auxinas.
- No existen diferencias entre tratamientos (con enraizador y sin enraizador).

## Bibliografía

- Acosta, L. C., M. C. Morelli, D. Pavani, F. V. Moro y D. Percin. 2003. Viabilidade de sementes de acerola (*Malpighia emarginata* DC): avaliacao da vitalidade dos tecidos. *Rev. Bras. Frutic.* 25: 532-534.
- Andrade-Rodriguez, M. J. Ayala-Hernández, I. Alía-Tejacal, H. Rodríguez-Mendoza, C. M. Acosta-Durán y V. López-Martínez. 2008. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 25: 617-635.
- Alba, J. y V. Rebolledo. 1995. *Importancia de la propagación vegetativa en el Mejoramiento Genético Forestal*. Notas Técnicas No. 19. Centro de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. México. p. 6.
- Albany N., J. Vilchez, Z. Vilorio, C. Castro y J. Gadea. 2004. Propagación asexual del guayabo mediante la técnica de acodo aéreo. *Agronomía Tropical* (54) 1-9.
- Alves de Azeredo, G., V. Pontes-Matos, A. Alves de Lima y A. M. Guedes. 2006. Viabilidade de sementes de acerola (*Malpighia puniceifolia* DC) influenciada pelo sustrato, temperatura e coloracao de frutos. *Pesquisa Agropecuaria Tropica* 36: 7-11.
- Alves de Azeredo, G., V. Pontes-Matos, K. Pinheiro López, A. da Silva y L. farias Rodrigues. 2005. Viabilidade e vigor de sementes de acerola (*Malpighia puniceifolia*) submetidas a embebição sob diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 35: 81-84.

- Anderson, W. R. 1979. Floral Conservatism in Neotropical Malpighiaceae. *Biotropica* 11: 219-223.
- Barbosa, D., M. Gondim, R. Barros y J. Oliveira. 2003. Diversidade de ácaros em aceroleira (*Malpighia emarginata* A.D.C.) na Universidade Federal Rural de Pernambuco Recife, PE. *Neotropical Entomology* 32: 1-12.
- Benítez Pardo, D., F. Flores Verdugo y J. Valdez Hernández. 2002. Reproducción vegetativa de dos especies arbóreas en un manglar de la costa norte del Pacífico mexicano. *Madera y Bosques* 8: 57-71.
- Bonfil-Sanders, C., I. Cajero-Lázaro y r. Evans. 2008. Efecto de promotores de la germinación y sustratos en el desarrollo de plántulas de papayo. *Agrociencia* 42: 827-834.
- Bossi, J. y A. Ortiz. 2007. Estudio de la génesis del material madre de un vertisol en la unidad "La Carolina": incidencia de las anbiofitas en el proceso propuesto. *Agrociencia* 6:58-71.
- Camargo-Ricalde, S. L. y R. Grether. 1998. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. *Tropical Biology* 46: 1-14.
- Carmona-Díaz, G. 2001. Mimetismo floral entre *Oncidium cosymbephorum* Morren (Orchidaceae) y *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae). Tesis de Maestría, Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver.
- Carpentieri-Pípolo, V. y C. Bruel. 2002. Correlacoes fenotípicas, genotípicas e ambientais em aceroleira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24:1-6.

- Castillo M., Y. Fréitas y N. Hernández de Bernal. 2005. Efecto de la auxina AIB en la propagación de Azahar de la India (*Murraya paniculata* (L. Jack)) por acodo aéreo. *Bioagro* (17) 1-5.
- Castro-Bobadilla G., A. Cruz-Angón, D. Hernández-Conrique, M. G. Hidalgo-Mihart, C. A. Rodríguez-Yáñez y V. M. Vásquez-Reyes. 1999. Remoción de semillas y frutos en un bosque mesófilo fragmentado y árboles aislados en Jalapa Ver. Pp. 62-67. En: García-Franco, J. G. y M. L. Martínez. (Eds.) *Memorias del Curso de Ecología de Campo*. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver.
- Cazares-Martínez, J. 1999. Remoción de semillas de *Ficus insipida* y *Ficus cotinifolia* (Moraceae) en dos diferentes estratos, en la Mancha, Veracruz. Pp. 251-255. En: García-Franco, J. G. y M. L. Martínez. (Eds.) *Memorias del Curso de Ecología de Campo*. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver.
- Domínguez-Domínguez, L. E., J. E. Morales-Mávil y J. Alba-Landa. 2006. Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Rev. Biol. Trop.* 54: 1-8.
- Galetto, L. y L. Primo. 1998. Calidad de frutos y semillas en relación al sistema reproductivo y la actividad de los polinizadores en *Nicotiana longiflora* (Solanaceae). VII Congreso Latinoamericano de Botánica. XIV Congreso Mexicano de Botánica "Diversidad y Conservación de los Recursos Vegetales en Latinoamérica". México, D.F.

- García, E. G. y J. F. Di Stéfano. 1999. Temperatura y germinación de las semillas de *Dalbergia retusa* (Papilionaceae), árbol en peligro de extinción. *Rev. Trop. Biol.* 48: 1-3.
- García-Chávez, J., C. Montaña y V. Sosa. 1998. Remoción de semillas de *Myrtillocactus geometrizans* (garambullo) (Cactaceae) y *Ziziphus amole* (cholulo) (Rhamnaceae), encontradas en excrementos de mamíferos carnívoros en Zapotitlán Salinas, Puebla. P. 128. VII Congreso Latinoamericano de Botánica, XIV Congreso Mexicano de Botánica. "Diversidad y Conservación de los Recursos vegetales en Latinoamérica". México. D. F.
- García-Hoyos, A. 2002. Biología floral y reproductiva de *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae) en la isla Agaltepec, Catemaco, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz, México.
- Godínez-Álvarez, H. 1999. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotánica* 11: 1-19.
- Harms, K. E. y C. Paine. 2003. Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas* 3: 1-19.
- Jordano, P., R. Zamorano, T. Marañón y J. Arroyo. 2002. Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo. Aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos. *Ecosistemas* 1: 1-12.

- Laskowski, L. E. 1996. *Selección de cultivares, propagación vegetativa y anatomía de algunos órganos del Semeruco (Malpighia emarginata DC)*. Tesis de postgrado.
- Laskowski, L. y D. Bautista. 1997. Evaluación de características vegetativas, productivas y de calidad de la fruta de plantas de semeruco cultivadas en zonas áridas. *Agron. Trop.* 48: 239-249.
- Laskowski, L. y D. Bautista. 1999. Características anatómicas de raíces adventicias en estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* DC) tratadas con ácido indolbutírico. *Bioagro 11*: 88-96.
- Laskowski, L. E. 2000. Características anatómicas de la hoja y el tallo del semeruco (*Malpighia emarginata* DC) cultivado en dos localidades del estado de Lara. *Bioagro 12*:33-40.
- Laskowski, L. y D. Bautista. 2002. Efecto de la escarificación y profundidad de siembra sobre la germinación y emergencia de *Malpighia emarginata* DC. *Bioagro 14*: 77-83.
- Laskowski, L. y D. Bautista. 2003. Estudio fenológico del crecimiento y desarrollo de la plántula de semeruco *Malpighia emarginata* DC. *Bioagro 15*: 183-191.
- Lobo-Cabezas, S. L. 1998. Remoción de frutos de *Dipteryx panamensis* y su relación con la hipótesis de saciación. P. 127. VII Congreso Latinoamericano de Botánica, XIV Congreso Mexicano de Botánica. "Diversidad y conservación de los Recursos vegetales en Latinoamérica". México. D. F.

- Méndez-Sánchez, S., A. Lage Freitas y D. Willson. 2001. Detección de hongos Entomophthorales patógenos a insectos fitófagos, al sur de Bahía, Brasil. *Entomotropica* 16: 203-206.
- Meza, N., A. Pereira y d. Bautista. 2004. Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de semillas de níspero (*Manilkara achras* Miller Fosberg). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 1: 60-66.
- Peinemann N. y C. Andreoli. 1986. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la capacidad de intercambio de cationes en andosoles. *Ciencia del Suelo* 4: 1-2.
- Peñalosa, A., L. A. Cavieres, M. T. Arroyo y C. Torres. 2001. Efecto nodriza intra-específico de *Kageneckia angustifolia* D. (Rosaceae) sobre la germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas en el bosque esclerófilo de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 74: 539-548.
- Rivero Maldonado, G., M. Ramírez, B. Caraballo y R. Guerrero. 2005. Enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia emarginata* Sessé & Moc. Ex DC). *Rev. Fac. Agron. (Luz)*. 22: 129-141.
- Sánchez-Soto, S., P. Milano y O. Nakano. 2004. Nova planta hospedeira e novos padroes cromáticos de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) no Brasil. *Neotropical Entomology* 33: 109-111.
- Soto, S. y O. Nakano. 2002. Ocurrencia de *Pachycoris torridus* (Scopoli) (Hemiptera: Scutelleridae) em Acerola (*Malpighia glabra* L.) no Brasil. *Neotropical Entomology* 31: 1-4.



- Scariot, A. 2000. Seedling Mortality by Litterfall in Amazonian Forest Fragments. *Biotropica* 32: 662-669.
- Urbano Matsuura, F. C. y R. Berbert Rolim. 2002. Avaliacao da adicção a suco de acerola em suco de abacaxi visando a producao de um "blend" com alto teor de vitamina C. *Rev. Bras. Frutic.* 24: 1-5.
- Valencia-Díaz, S. 1998. Efecto del borde de la densidad de plántulas y juveniles de *Eriobotrya japónica* (Rosaceae) en el Parque Ecológico Fco. Javier Clavijero, Xalapa, Ver. Pp. 116-118. En: García-Franco, J. G. y M. L. Martínez. (Eds.) *Memorias del Curso de Ecología de Campo*. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver.
- Vázquez-Reyes, V. 1999. Estimación de variación de etapas del estado reproductivo (floración y fructificación) y la intensidad de perdida de frutos en *Prosopis laevigata* (Humb. & Ex. Wild) M. C. Johnst. (Leguminosae) en dos ambientes contrastantes en recursos. Pp. 58-62. En: García-Franco, J. G. y M. L. Martínez. (Eds.) *Memorias del Curso de Ecología de Campo*. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver.
- Vogel, S. 1990. History of the Malpighiaceae in the light of pollination ecology. *Memories of the New York Botanical Garden* 55: 130-142.
- Weaver, R. J. 1985. *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Editorial Trillas. México, D. F.