



BIBLIOTECA WILSON FORNOS  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**PROPAGACION DE LA ACEROLA**  
*(Malpighia glabra, L.)*  
**POR ESTACAS CON HOJAS**

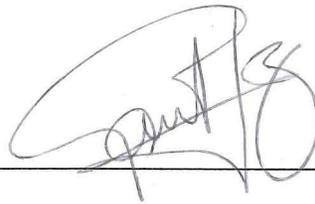
**Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de licenciatura**

**Por**

**Santiago Cosme Luzuriaga Guaricela**

**El Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1996**

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana  
permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo  
para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas  
se reservan los derechos de autor.



---

Santiago Cosme Luzuriaga Guaricela

Honduras, diciembre de 1996

## DEDICATORIA

Dedicada a mis padres, Cosme e Isabel, y a mis hermanos, Felipe y Natalia, que son las personas que más quiero y que han estado siempre conmigo apoyándome para seguir adelante durante todo este tiempo fuera de mi país.

## AGRADECIMIENTOS

A mi Madre Dolorosa y a Dios Todo Poderoso por estar siempre en mi camino.

Al Dr. Odilo Duarte por su valioso apoyo y consejería en todo momento para la elaboración de este documento.

Al Ing. Daniel Kaegi e Ing. Mauricio Huete por su colaboración incondicional en este trabajo.

A Don Manuel Rosales por brindarme su gran amistad durante toda mi estadía en la EAP.

A todos mis amigos del PIA y del PA por todos los momentos agradables que hemos pasado en este año.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue mejorar la propagación por estacas de acerola (*Malpighia glabra*, L.) y establecer el mejor tratamiento bajo las condiciones de El Zamorano. Se usó 3 tipos de estaca con hojas: terminal, terminal corta y subterminal; ácido indol butírico (AIB) a 1000 y 3000 ppm junto con un testigo en 4 épocas del año que fueron: enero, abril, junio, y agosto, siendo las dos primeras secas y las dos últimas lluviosas. Todas las estacas fueron plantadas en cajas de madera con un medio de enraizamiento húmedo consistente en 50% de arena mediana y 50% de musgo ("peat moss"), que fueron puestas dentro de una cámara hermética de polietileno bajo 60-70% de sombra de malla de polipropileno. Los resultados se evaluaron a las 8 semanas de enraizamiento. Los enraizamientos más altos se obtuvieron, en todas las épocas, con estacas terminales cortas tratadas con AIB a 1000 y 3000 ppm que enraizaron 63.4% y 58.1% respectivamente, versus 42.3% del testigo. Las épocas lluviosas dieron los mejores resultados con un enraizamiento de 50.4% en junio y 48.0% en agosto como promedio general de todas las estacas. El mayor número de raíces por estaca también se dió con estacas terminales cortas con un promedio de 3.4, sin diferencia significativa entre dosis de AIB y con máximos en enero y junio con 3.4 y 3.1 raíces por estaca. La mayor longitud de las raíces también se produjo con estacas terminales cortas que presentaron raíces de 4.2 cm de largo. Las estacas tratadas con AIB tuvieron raíces más largas y en agosto se obtuvo raíces de hasta 4.5 cm en promedio para todos los tratamientos.

AIB a 3000 ppm no superó estadísticamente a 1000 ppm en ninguno de los ensayos para los 3 parámetros evaluados. La mejor combinación fue una estaca terminal corta, tratada con 1000 ppm de AIB en el mes de junio, aunque se obtuvieron resultados satisfactorios en las otras 3 épocas.

## ÍNDICE GENERAL

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | INTRODUCCIÓN .....                                  | 1  |
| II.  | REVISIÓN DE LITERATURA .....                        | 3  |
|      | 1. Aspectos generales .....                         | 3  |
|      | 1.1 Origen e historia .....                         | 3  |
|      | 1.2 Descripción .....                               | 4  |
|      | 1.3 Usos .....                                      | 4  |
|      | 1.4 Nutrición .....                                 | 5  |
|      | 1.5 Variedades .....                                | 5  |
|      | 2. Aspectos del cultivo .....                       | 6  |
|      | 2.1 Clima y suelos .....                            | 6  |
|      | 2.2 Plantación, mantenimiento y fertilización ..... | 7  |
|      | 2.3 Producción .....                                | 7  |
|      | 2.4 Plagas y enfermedades .....                     | 8  |
|      | 2.5 Cosecha y poscosecha .....                      | 8  |
|      | 3. Propagación .....                                | 9  |
|      | 3.1 Por semillas .....                              | 9  |
|      | 3.2 Por injerto .....                               | 10 |
|      | 3.3 Por acodo .....                                 | 10 |
|      | 3.4 Por estacas .....                               | 11 |
| III. | MATERIALES Y MÉTODOS .....                          | 13 |
|      | 1. Materiales .....                                 | 13 |
|      | 2. Métodos .....                                    | 14 |
| IV.  | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                        | 16 |
|      | 1. Porcentaje de enraizamiento .....                | 16 |
|      | 2. Número de raíces por estaca .....                | 18 |
|      | 3. Longitud promedio de las raíces .....            | 20 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| V. CONCLUSIONES .....     | 23 |
| VI. RECOMENDACIONES ..... | 24 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA .....   | 25 |
| VIII. ANEXOS .....        | 26 |
| IX. FIGURAS .....         | 29 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1. Composición de la acerola por 100 gramos de pulpa, según Miller <i>et al.</i> (1961). .....                                   | 5  |
| Cuadro 2. Variedades de acerola clasificadas en grupo ácido y grupo dulce. ....   | 6  |
| Cuadro 3. Porcentaje de enraizamiento de 3 tipos de estaca de acerola, con 3 dosis de AIB, en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996. .... | 17 |
| Cuadro 4. Número de raíces por estaca de 3 tipos de estaca de acerola, con 3 dosis de AIB, en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996. .... | 19 |
| Cuadro 5. Longitud promedio de raíces de 3 tipos de estaca de acerola, con 3 dosis de AIB, en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996. .... | 21 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento. ....     | 27 |
| Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número de raíces por estaca. ....     | 27 |
| Anexo 3. Análisis de varianza para la variable longitud promedio de las raíces. .... | 28 |

**ÍNDICE DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Precipitación para el período de enero a octubre. El Zamorano, 1996. ....                                | 15 |
| Figura 2. Temperaturas para el período de enero a octubre. El Zamorano, 1996. ....                                 | 15 |
| Figura 3. Porcentaje de enraizamiento de 3 tipos de estaca de acerola con 3 dosis de AIB. El Zamorano, 1996. ....  | 30 |
| Figura 4. Porcentaje de enraizamiento de 3 tipos de estaca de acerola en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996. .... | 30 |
| Figura 5. Número de raíces por estaca de 3 tipos de estaca de acerola con 3 dosis de AIB. El Zamorano, 1996. ....  | 31 |
| Figura 6. Número de raíces por estaca de 3 tipos de estaca de acerola en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996. .... | 31 |
| Figura 7. Longitud promedio de raíces de 3 tipos de estaca de acerola con 3 dosis de AIB. El Zamorano, 1996. ....  | 32 |
| Figura 8. Longitud promedio de raíces de 3 tipos de estaca de acerola en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996. .... | 32 |

## I. INTRODUCCIÓN

La acerola (*Malpighia glabra*, L.), también conocida como cereza de las Antillas no fue un frutal de mucho interés hasta que se descubrió que el contenido de vitamina C de su fruto era considerablemente superior al contenido de cualquier otra planta estudiada (Argles, 1976), a excepción del fruto de *Rosa rugosa*. Esta característica de la acerola es lo que la convierte en una fruta con un mercado potencial grande.

La acerola es una de las mayores fuentes naturales de vitamina C, con un 2 a 3% de esta, es decir, una fruta de 20 gramos, con 50% de pulpa, contiene de 200 a 300 mg de ácido ascórbico, cinco veces más de la dosis diaria recomendada. Además sus frutos sirven para hacer una mermelada muy agradable, siendo a su vez un arbusto ornamental que se puede utilizar como cerco.

Como en la mayoría de los frutales, uno de los principales problemas es la gran variabilidad de plantas cuando se propaga por semilla, lo que hace importante encontrar un método práctico y eficaz para propagarlos vegetativamente para tener un material uniforme en el campo, en lo referente a calidad del fruto y alto rendimiento. La propagación vegetativa de la acerola se puede hacer por varios métodos: por injerto, por acodo o por estacas. Según Moscoso (1956) y Ledin (1958), citados por Argles (1976), tanto el acodo aéreo como el injerto no han tenido buenos resultados, mientras que la propagación por estacas ha tenido más éxito y se ha convertido en el método más deseable para propagar la acerola. Otros estudios en propagación por estacas destacan al ácido indol butírico (AIB) sobre el ácido indol acético y el ácido naftalen acético como promotor de enraizamiento. Por esta razón se ha escogido la propagación por estacas en este ensayo y el AIB en varias concentraciones como promotor de enraizamiento.

En relación a la información estudiada se establecieron los siguientes objetivos:

### OBJETIVO GENERAL:

Mejorar la eficiencia de la propagación por estacas de esta especie.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Determinar el tipo de estaca con hojas que dé el mejor enraizamiento, observando el número de estacas enraizadas y el número de raíces y su longitud por estaca.

Determinar la dosis de auxina (AIB) con el mayor efecto en el enraizamiento de las estacas.

Determinar cual época del año (enero, abril, junio, agosto) es mejor para el enraizamiento de estacas de acerola bajo las condiciones de El Zamorano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1. ASPECTOS GENERALES

Dentro de esta sección se explica de forma clara y concisa los aspectos generales de la acerola incluyendo origen e historia, descripción, usos, nutrición y variedades. Se resaltan las características más notables de la acerola, lo que ayuda a comprender la importancia de este cultivo.

#### 1.1 Origen e historia

La acerola, también conocida como cereza de las Antillas es originaria de la cuenca del Caribe; se encuentra comúnmente en todas las islas, así como en algunos países de Centroamérica, en Colombia y Venezuela (Geilfus, 1989). Se sabe que antes del descubrimiento de América los indios la utilizaban y se encargaban de transportarla de isla a isla, esta diseminación también contó con la ayuda de pájaros migratorios. Cuando los primeros europeos entraron en contacto con los indígenas quedaron impresionados con la coloración de los frutos y lo difundida que era la planta entre las tribus. En 1903, la cereza de las Antillas fue introducida en Florida a través de Cuba (Simão, 1971). Ha sido introducida en Hawaii y varios países tropicales. En la actualidad existen plantaciones comerciales en Puerto Rico, Brasil, Florida y Hawaii.

*Malpighia* es el único género de las Malpighiaceae que incluye árboles o arbustos que producen frutos comestibles, y de éstas solo la cereza de las Antillas merece seria atención. El nombre de *Malpighia* fue dado en homenaje al científico italiano Marcello Malpighi, uno de los primeros investigadores en utilizar el microscopio para el estudio de estructuras animales y vegetales (Simão, 1971). Esta especie fue nombrada *M. glabra* por Linneo en 1753, pero pocos años después, en 1762, aplicó el nombre de *M. puniceifolia* a una especie muy similar o idéntica. Desde ese entonces ambos nombres son usados (Argles, 1976).

Los nombres comunes usados también pueden causar confusión. El nombre de cereza de Barbados se comenzó a usar desde 1696 (Ledin, 1958), citado por Argles (1976), pero el nombre de cereza de Las Antillas (“West Indian cherry”) se usa igualmente, y en Puerto Rico, donde se ha desarrollado comercialmente es conocida con el nombre de acerola. Los nombres cereza Jamaicana y cereza de Puerto Rico también son encontrados ocasionalmente. En Venezuela se la conoce con el nombre de semeruco.

## 1.2 Descripción

La acerola es un arbusto rústico siempre verde de unos 4.5 metros de altura, no pasa de 8 metros en los mejores suelos, el tronco es generalmente bajo y torcido, la copa baja y densa (erecta o abierta); las hojas son opuestas, de peciolo corto, elípticas, ovales u obovadas, de 2 a 10 cm de largo por 1 a 6 cm de ancho, son verde-oscuro y brillantes arriba, más claras en la parte inferior y están cubiertas por un vello fino cuando jóvenes. La inflorescencia es una cima pedunculada con 2 a 8 flores, pequeñas de color rosado, violeta o blanco.

El fruto es una drupa globosa, algo aplastada por el eje central, de 1 y 3 cm de diámetro, con 3 salientes longitudinales, curvos y poco marcados. El color varía entre amarillo anaranjado y rojo oscuro según el grado de madurez y variedad. La pulpa es bastante jugosa y sabor entre ácido y subácido. Al centro hay 3 nueces pequeñas soldadas entre sí, con crestas o proyecciones rugosas (Avilán y Leal, 1990; León, 1987).

Ocurre en esta especie la autopolinización como también la polinización cruzada, la polinización es efectuada por el viento y las abejas. El fruto se forma en un período promedio de 22 días desde la floración hasta la maduración. La fructificación ocurre tres a cuatro veces durante el año (Ardaya y Vargas, 1995).

## 1.3 Usos

La acerola puede consumirse cruda, en jugos, helados, jaleas, jarabes y vinos; además se la usa en tabletas y cápsulas de vitaminas, así como en comidas para bebés; tiene un rendimiento medio de jugo entre 59 y 73% de su peso, también se la usa como suplemento de ácido ascórbico en otros jugos naturales. Añadiendo pectina se puede hacer excelentes mermeladas, jaleas y otras conservas. La mermelada conserva un alto contenido de

vitamina C; hasta 800 mg por 100 gramos. El vino elaborado de acerola retiene el 60% de ácido ascórbico del fruto.

La corteza del árbol contiene 20 a 25% de taninos y ha sido utilizada en la industria del cuero. La madera es bastante fuerte y pesada, no se quema aunque se le aplique fluidos inflamables, a menos que esté completamente seca. En la medicina, los frutos se consideran benéficos para pacientes con molestias del hígado, diarrea y disentería, así como para la tos y resfriados (Morton, 1987).

#### 1.4 Nutrición

La cereza de las Antillas es una de la frutas con el contenido más alto conocido en vitamina C; entre 500 y 4000 mg por 100 gramos, lo que representa entre 8 y 65 veces más que la naranja. Una cereza provee las necesidades diarias de vitamina C de un adulto. Además es rica en fósforo y en hierro (Geilfus, 1989). La cereza contiene 59 calorías por 100 gramos de pulpa.

**Cuadro 1.** Composición de la acerola por 100 gramos de pulpa, según Miller *et al.* (1961).

| Composición     | g    | Vitaminas         | mg     | Minerales | mg   |
|-----------------|------|-------------------|--------|-----------|------|
| Humedad         | 91.1 | Caroteno (Vit. A) | 0.408  | Calcio    | 8.7  |
| Proteína        | 0.68 | Thiamina          | 0.028  | Fósforo   | 16.2 |
| Extracto etéreo | 0.19 | Riboflavina       | 0.079  | Hierro    | 0.17 |
| Fibra           | 0.60 | Niacina           | 0.34   |           |      |
| Cenizas         | 0.45 | Ácido ascórbico   | 2329.0 |           |      |
| Carbohidratos   | 6.98 |                   |        |           |      |

Extraído de Simão, 1971.

#### 1.5 Variedades

Se han seleccionado variedades mejoradas en Puerto Rico, Florida y Hawaii, estas han sido clasificadas en dulces y ácidas. Las ácidas tienen mayor contenido de ácido ascórbico que

las dulces. En la Florida la principal variedad cultivada es la "Florida Sweet". Geilfus (1989), presenta el siguiente cuadro de variedades:

**Cuadro 2.** Variedades de acerola clasificadas en grupo ácido y grupo dulce.

| Variedad       | Grupo ácido        | Grupo dulce                 |
|----------------|--------------------|-----------------------------|
| Beaumont       | Rica en vitamina C |                             |
| Haley          | ✓                  |                             |
| Maunawili      | ✓                  |                             |
| Red Jumbo      | Fruto grande       |                             |
| Rehnborg       | ✓                  |                             |
| B17            |                    | Hasta 2000 mg vit.C / 100 g |
| Florida Sweet  |                    | Hasta 2000 mg vit.C / 100 g |
| Hawaiian Queen |                    | Muy productiva              |
| Manoa Sweet    |                    | ✓                           |
| Tropical Ruby  |                    | ✓                           |

Extraído de Geilfus, 1989.

## 2. ASPECTOS DEL CULTIVO

En esta sección se destacan los aspectos más importantes para el cultivo de la acerola, incluyendo clima y suelos, plantación, mantenimiento y fertilización, producción, plagas y enfermedades, cosecha y poscosecha. Se presenta la información suficiente y necesaria para determinar el lugar más adecuado para el establecimiento de una plantación y poder cultivarla.

### 2.1 Clima y suelos

Es una especie de clima tropical y subtropical, puede resistir temperaturas próximas a 0 °C y tolera períodos largos de sequía. Durante el período seco y/o frío la planta permanece estacionaria, pero cuando la temperatura se eleva y/o comienzan las lluvias, la vegetación y floración se mantienen de manera casi continua. Se la puede cultivar desde el nivel del mar

hasta los 700 msnm. Prefiere un clima húmedo; produce mejor con 1600 mm de lluvia bien distribuidos a lo largo del año. Un exceso de lluvias puede provocar la formación de frutos acuosos, menos ricos en azúcares y vitamina C (Simão, 1971).

El árbol crece bien en suelos calcáreos y arcillosos, siempre y cuando sean bien drenados. Deben tener un pH de 5.5 por lo menos. Con un pH de 6.5 aumenta significativamente el crecimiento de las raíces. En suelos ácidos es necesario agregar cal para evitar deficiencia de calcio y para incrementar la producción. La cal debe ser incorporada a una profundidad de 20 cm o más (Morton, 1987).

## **2.2 Plantación, mantenimiento y fertilización**

Se planta a distancias de 4 x 2 metros, 4 x 3 metros hasta 5 x 5 metros, dependiendo de cuánto crezca la variedad en el lugar que se haya sembrado. También se pueden plantar en cercas vivas a 2 ó 2.50 metros entre plantas.

La cereza necesita una poda de formación para evitar que se desarrollen demasiadas ramas; una poda anual después de la cosecha se hace a partir de los 3-4 años de edad, para eliminar ramas improductivas o enfermas y chupones (Geilfus, 1989).

De acuerdo a Avilán y Leal (1990), se recomienda aplicar durante la etapa de crecimiento hasta los 3 años de edad las siguientes cantidades por planta: 80 g de N, 80 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 130 g de K<sub>2</sub>O. En la etapa de producción después de los 3 años, por planta: 120-200 g de N, 120-200 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 120-200 g de K<sub>2</sub>O. El árbol responde bien a los aportes de abono orgánico, 5 a 10 kg por árbol adulto por año.

En suelos calcáreos la aplicación de microelementos (cobre, zinc, manganeso) aumentará el crecimiento y la productividad. Las plantas jóvenes necesitan irrigación continua hasta que estén bien establecidas, las plantas adultas se las riega solamente durante sequías (Morton, 1987). En suelos muy ácidos es recomendable aplicar cal.

## **2.3 Producción**

Los árboles propagados por semilla comienzan su producción a partir de los 2-3 años de edad; los árboles propagados por acodo o estacas comienzan a producir pasado el primer

año de edad. Un árbol produce de 15 a 20 kg de frutos por año, a partir de los 5 años de edad se puede esperar un rendimiento de 20 a 30 kg por planta. La acerola tiene una longevidad de 15 a 20 años (Geilfus, 1989; Avilán y Leal, 1990).

En Venezuela se ha reportado un rendimiento de 10 a 15 t/ha/año; el promedio en Puerto Rico es de 25 t/ha/año, mientras que en Florida, con la variedad "Florida Sweet" se han obtenido producciones de hasta 65 t/ha/año (Morton, 1987).

Del jugo se puede extraer un 2% de vitamina C expresada como ácido dehidroascórbico y ácido ascórbico. En una operación comercial usando resinas con intercambio iónico, se espera un rendimiento del 88% de ácido ascórbico a partir del jugo de la acerola (Morton, 1987).

## 2.4 Plagas y enfermedades

La acerola es un árbol resistente, su principal problema es la susceptibilidad al nemátodo agallador, *Meloidogyne incognita* var. *acrita*, especialmente en suelos ácidos y arenosos. La fumigación del suelo, el uso de cobertura vegetal y el riego regular ayudan a mantener este problema bajo control (Morton, 1987).

Los ataques de cochinillas tienen a menudo como consecuencia el desarrollo de una fumagina. Algunos insectos, orugas y polillas atacan las hojas. En la India se conoce una antracnosis producida por los hongos del género *Colletotrichum* (Geilfus, 1989). Según Simão (1971), en Florida y Hawaii, la incidencia de *Cercospora* fue observada en lugares donde la precipitación anual llega a 2400 mm, ésta produce manchas en las hojas y puede llegar a causar defoliación de la planta.

## 2.5 Cosecha y poscosecha

La acerola se cosecha manualmente y en forma selectiva, ya que en la planta pueden haber al mismo tiempo flores, frutos verdes, frutos pintones y frutos maduros (Ardaya y Vargas, 1995). La cosecha se realiza temprano en la mañana y los frutos deben ser tratados con cuidado. Se los debe mantener en la sombra y sacarlos del campo en un tiempo máximo de 3 horas, al cubrir con lonas las canastas de cosecha se retarda la pérdida de ácido

ascórbico. Como la producción de frutos es continua por largos períodos, la cosecha se debe efectuar a diario, pasando un día o cada 3 días para evitar pérdida por caída de frutos.

Los frutos para consumo casero son cosechados cuando están completamente maduros, mientras que los frutos que se van a usar para procesamiento o en preservantes se pueden cosechar cuando están en estado pintón, cuando el color está cambiando de amarillo a rojo (Morton, 1987).

Los frutos maduros se magullan fácilmente y son altamente perecibles. Para procesamiento se los almacena a 7°C por no más de 3 días. Los frutos pintones se pueden mantener por más tiempo. Si se necesita almacenarlos por períodos más largos, se deben congelar a -12°C. A temperatura ambiente (30°C en Puerto Rico), las acerolas enlatadas y también el jugo pierden su color y sabor natural y del 53 al 80% de su contenido de ácido ascórbico en un mes. La refrigeración a 7°C disminuye considerablemente este deterioro. El jugo bajo refrigeración casera pierde el 20% de su ácido ascórbico en 18 días (Morton, 1987).

### **3. PROPAGACIÓN**

La propagación de la acerola se realiza de forma sexual y asexual. La propagación sexual produce gran variación de los frutos, tanto en tamaño como en contenido de azúcar, vitamina C y producción (Holmquist, 1967), por esta razón se han buscado otras alternativas de propagación. Con la propagación asexual se produce material mucho más uniforme y con más precocidad que en la propagación sexual.

A continuación se describe la propagación de la acerola por semillas, por injerto, por acodo y por estacas.

#### **3.1 Por semillas**

La reproducción por semillas da mucha variabilidad, por esta razón las semillas se deben seleccionar de clones con características deseadas y que no hayan sido expuestos a polinización cruzada con tipos inferiores. Se debe limpiar, secar y asperjar las semillas con fungicidas. Las semillas dentro del fruto tienen un desarrollo desigual, solo las semillas que se hayan desarrollado completamente cuando el fruto está maduro germinarán satisfactoriamente. Las semillas se siembran en semilleros o en hileras a 30 cm de

separación y 5 cm entre plantas, a 0.6 cm de profundidad. Se mantienen bajo sombra y con riego regular. Germinan entre las 3 y 6 semanas; el porcentaje de germinación no pasa generalmente del 50% y puede llegar a ser tan bajo como del 5%. Cuando las plantas alcanzan 7.5 cm de alto se colocan en bolsas o se las planta en vivero a 30 cm entre plantas y 60 cm entre hileras. A los 6-8 meses están listas para la plantación (Argles, 1976; Morton, 1987; Geilfus, 1989).

### **3.2 Por injerto**

Según Argles (1976), se han obtenido resultados exitosos con varias técnicas de propagación por injerto de la acerola, pero debido a los excelentes resultados obtenidos con la propagación por estacas, ninguno de estos parece ser practicado a nivel comercial extensivo.

Ledin (1958), citado por Argles (1976), menciona que tanto el injerto de enchapado lateral como el de hendidura han tenido buenos resultados en Florida, mientras que Lazo (1958), citado por Argles (1976), da una breve explicación de un tipo modificado de injerto de hendidura lateral con el que se obtuvo 90% de prendimiento en Cuba. En este caso se usaron injertos maduros, y se los mantuvieron envueltos en plástico hasta que comenzó el crecimiento. Se le dió más protección manteniendo las plantas en un lugar fresco y con sombra.

Holmquist (1967), realizó un ensayo en Venezuela con 4 tipos diferentes de injerto: enchapado lateral, hendidura lateral, escudete y astilla; para cada tipo de injerto se usaron 25 patrones. Obtuvo los mejores resultados con los injertos de hendidura lateral (88%) y de enchapado lateral (80%), mientras que el injerto de escudete dió un 64% y el de astilla solo un 8% de prendimiento. En este ensayo se usaron patrones lo más uniformes posible, de 10 a 12 meses de edad. Se amarraron con cinta de vinilo, cubriendo luego todo el injerto y descubriéndolos a los 21 días.

### **3.3 Por acodo**

Según Ledin (1958), citado por Argles (1976), el acodo aéreo se utiliza en plantas en período de crecimiento en la época de primavera y verano. Se hace un anillo en el tallo y se cubre con musgo esfagníneo húmedo envuelto con plástico. Las raíces se desarrollan al

cabo de 4 a 6 semanas, después de las cuales se puede cortar el acodo y embolsarlo. Soto (1969), citado por Argles (1976), observa que en Puerto Rico los acodos tardan 2 a 3 meses en enraizar. Se obtiene un mejor resultado si se tratan los acodos con ácido indol butírico y se envuelve el acodo con un polietileno de color negro.

### 3.4 Por estacas

En 1956 Moscoso, citado por Argles (1976), escribió que el acodo aéreo y el injerto como métodos de propagación de la acerola estaban perdiendo popularidad debido a la facilidad y éxito de la propagación por estacas, y dos años después Ledin, citado por Argles (1976), lo reforzó declarando categóricamente que el método más deseable para la propagación de acerola en grandes cantidades era por estacas. Este también es el método más recomendado para uso comercial en Puerto Rico.

Ledin (1958), recomienda seleccionar estacas leñosas de ramas saludables, cada estaca de 12 a 25 cm de largo y de 6 a 13 mm de diámetro, dejándoles 2 ó 3 hojas en la parte superior. Moscoso (1956), recomienda estacas de 20 a 25 cm de largo y de 13 mm de diámetro, igualmente con 2 a 3 hojas en la parte superior de la estaca.

Nelson y Goldweber (1957) en Florida y Abrams y Jackson (1959) en Puerto Rico, citados por Argles (1976), usaron estacas terminales leñosas y dejaron el mayor número de hojas posibles intactas, en ensayos bajo niebla intermitente. Las estacas de Puerto Rico se cortaron a 20 cm de largo y las de Florida entre 12 y 25 cm de largo. Las anteriores también se dividieron en dos grupos con diámetros de 6 a 16 mm y de 3 a 6 mm. Las estacas más gruesas dieron mejores resultados en términos de porcentaje de enraizamiento y número y largo promedio de raíces por estaca, por lo que Nelson y Goldweber concluyeron que las estacas no deben ser de menos de 6 mm de diámetro.

Stahl *et al.* (1956), citados por Argles (1976), manifiestan que en Florida los meses más calientes, marzo a octubre, dan los mejores resultados para enraizamiento de estacas. La probable implicación aquí es que las temperaturas más altas del verano son más favorables para enraizamiento que las más bajas de otras estaciones, pero también puede implicar que los brotes disponibles durante el verano poseen una mayor habilidad de enraizamiento que los disponibles en otras estaciones.

El tratamiento con sustancias de crecimiento, como ácido indol butírico (AIB) y ácido indol acético (AIA) fue mencionado por primera vez por Stahl *et al.* en 1956. De varias concentraciones probadas, 2500 ppm por 30 segundos dió los mejores resultados, siendo el

AIB más efectivo que el AIA. Después, Nelson y Goldwever (1957) en un ensayo en Florida compararon concentraciones de AIB a 2500, 5000 y 10000 ppm en solución de alcohol durante 5 segundos. El control (sin AIB) dió un enraizamiento de 24 a 30%, las estacas tratadas con 2500 ppm dieron entre 66 y 88%, las tratadas con 5000 ppm dieron entre 67 y 84% y las tratadas con 10000 ppm dieron entre 38 y 71% de enraizamiento. Observaron que las estacas tratadas con 2500 y 5000 ppm prácticamente triplicaron a las estacas sin tratamiento, mientras que las tratadas con 10000 ppm no dieron buen resultado, debido a que algunas estacas sufrieron daño por la concentración de AIB.

En India Doraipandian *et al.* (1973), citados por Argles (1976), trabajaron con estacas con hojas y sin hojas y compararon el efecto de estacas tratadas con Seradix B1 (AIB en polvo) y estacas humedecidas por 30 segundos en AIB a 5000 ppm. Las estacas con hojas tratadas con Seradix B1 dieron el mejor enraizamiento (85%), mayor número de raíces por estaca y sobrevivencia.

Abrams y Jackson (1959), citados por Argles (1976), en Puerto Rico compararon estacas con hojas tratadas con AIB en polvo, ácido naftalen acético (ANA) en polvo y estacas sin tratamiento, aunque no mencionan las concentraciones usadas. Las estacas se encontraban bajo niebla intermitente. Determinaron el promedio de enraizamiento a las 6, 8 y 10 semanas de plantadas. Concluyeron que 8 semanas era el mejor tiempo para dejar enraizar las estacas en camas de enraizamiento, obteniendo 68.5% de enraizamiento con AIB, 62% con ANA y 55.8% sin tratamiento, el número promedio de raíces por estaca fue de 4.4, 3.3 y 2.5 respectivamente.

Se puede usar varios tipos de medios para enraizamiento como vermiculita, musgo turboso, arena o mezclas entre estos tres, también se pueden mezclar con suelo esterilizado. El medio debe ser lo suficientemente poroso para permitir una buena aireación y drenaje. El ambiente debe mantener humedad por lo que se ha generalizado el método de niebla intermitente. Varias autoridades recomiendan el uso de sombra durante el enraizamiento de estacas (Argles, 1976).

Una vez enraizadas las estacas se trasplantan en bolsas y están listas para la plantación en el campo en 6 a 10 meses. La plantación se puede hacer en cualquier época del año, pero se obtienen los mejores resultados justo antes de la estación lluviosa (Argles, 1976).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Este ensayo se llevó a cabo en los sombreaderos de la Sección de Propagación de Plantas del Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), a 800 metros sobre el nivel del mar, 14° Latitud Norte y 87° Longitud Oeste, en el valle del río Yeguaré, El Zamorano. El ensayo se inició en enero de 1996 y culminó en octubre del mismo año.

#### 1. MATERIALES

Las estacas con hojas, de 12 a 15 cm de largo, se obtuvieron de árboles adultos de 4 años de edad de la colección de frutales de la EAP.

En este estudio se usaron tres tipos de estaca: terminal, terminal corta y subterminal; todas con 3 a 6 hojas. Las terminales se cortaron de la punta de ramas secundarias con crecimiento activo provenientes de los brotes del mismo año, las subterminales de la parte intermedia de estas ramas y las terminales cortas de las ramillas de los brotes de éstas. Las estacas se sometieron a tres tratamientos con ácido indol butírico (AIB) bajo el nombre comercial de "Hormodín" a concentraciones de 0, 1000 y 3000 ppm. Se tuvo un total de 9 tratamientos:

- Estacas terminales con 0 ppm de AIB
- Estacas terminales con 1000 ppm de AIB
- Estacas terminales con 3000 ppm de AIB
- Estacas terminales cortas con 0 ppm de AIB
- Estacas terminales cortas con 1000 ppm de AIB
- Estacas terminales cortas con 3000 ppm de AIB
- Estacas subterminales con 0 ppm de AIB
- Estacas subterminales con 1000 ppm de AIB
- Estacas subterminales con 3000 ppm de AIB

Se realizó el ensayo en cuatro épocas del año en los meses de enero, abril, junio y agosto; cada réplica tuvo una duración de 8 semanas. El experimento se realizó en cajas de madera llenas con un medio de enraizamiento húmedo consistente en 50% de musgo turboso (peat moss) y 50% de arena mediana. Estas cajas estuvieron dentro de una cámara hermética hecha de arcos de alambre cubiertos con polietileno transparente de 4 milésimas de pulgada de espesor. Los bordes del polietileno se cubrieron con tierra para mantener la humedad relativa al 100% para evitar que las hojas transpiraran. Esta cámara se puso bajo una malla de polipropileno con sombra al 60-70% y adicionalmente se pintó el polietileno con pintura blanca para reducir el exceso de calor.

## 2. MÉTODOS

Las estacas de las características buscadas se cortaron de las ramas jóvenes con crecimiento vegetativo, e inmediatamente fueron tratadas con el AIB en polvo. Para aplicar el AIB lo que se hizo fue poner la base de las estacas en contacto con el polvo para que éste quedara impregnado en la zona del corte, después se procedió a plantar las estacas en las cajas con el medio de enraizamiento sin enterrarlas demasiado (2 cm). Al inicio de cada ensayo se remojó el sustrato y el suelo bajo la cámara y los alrededores de esta para asegurar una buena humedad inicial, luego se dio un nuevo riego y se tapó con el plástico, al que se le cubrieron los bordes con tierra para crear la cámara hermética de alta humedad. Cada 2 a 3 semanas se revisaba el interior para observar si faltaba agua, en cuyo caso se procedía a dar riego de saturación.

El diseño que se utilizó fue el de Bloques Completos al Azar (BCA) con 3 repeticiones de 10 estacas por cada uno de los 9 tratamientos.

Los datos se tomaron a las 7 y 8 semanas después de plantadas las estacas. Se evaluó el número de estacas enraizadas por tratamiento, el número de raíces por estaca y la longitud promedio de las raíces.

Se promediaron los datos de las estacas de cada repetición. Estos datos constituyen la base para analizar estadísticamente el ensayo. Para este análisis se usó el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS), para obtener un análisis de varianza y hacer la prueba de separación de medias de Duncan para cada variable.

Además se incluye en esta sección la precipitación mensual (figura 1) y las temperaturas mensuales (figura 2) que se tuvieron a lo largo del experimento para poder explicar mejor los resultados obtenidos.

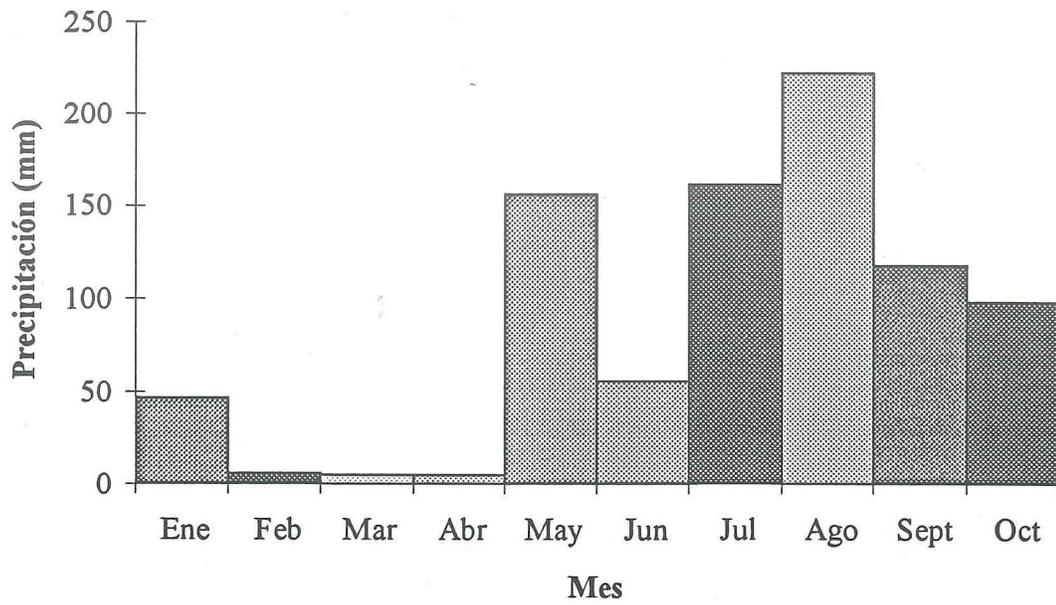


Figura 1. Precipitación para el período de enero a octubre. El Zamorano, 1996.

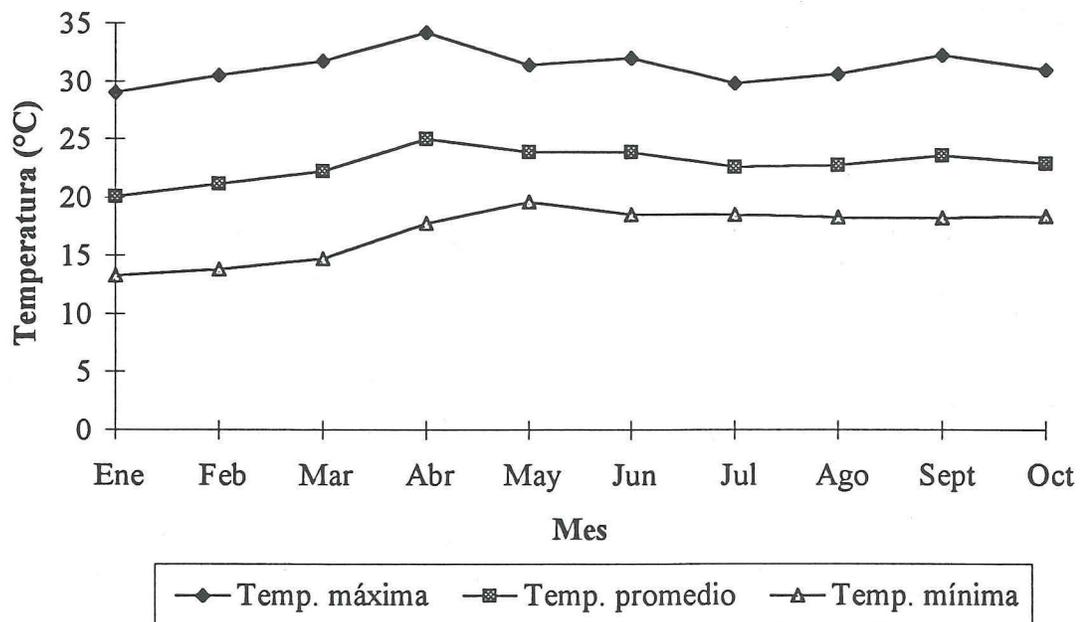


Figura 2. Temperaturas para el período de enero a octubre. El Zamorano, 1996.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuadros 3, 4 y 5 se observa los resultados obtenidos del porcentaje de enraizamiento, del número de raíces por estaca y de la longitud promedio de las raíces, respectivamente.

En los análisis de varianza (anexos 1, 2 y 3) se observa que los resultados obtenidos de cada variable dependiente tienen una alta probabilidad de que se repitan y de que se deben a los tratamientos usados, con un nivel de significancia del 5%. Esto se cumple en todos los casos a excepción de la variable independiente tiempo de enraizamiento en relación con el número de raíces por estaca y con la longitud promedio de las raíces, por esta razón se ponen los resultados a las 7 y 8 semanas sólo en el cuadro 3 y no en los cuadros 4 y 5.

##### 1. PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO

En el cuadro 3 se observa los resultados del porcentaje de enraizamiento, donde existe una diferencia significativa en el tiempo de enraizamiento, siendo, como es lógico, mejor 8 semanas que 7 semanas. Esta diferencia justifica mantener una semana más las estacas en camas de enraizamiento, a fin de aprovechar mejor el material y a la vez tener un mejor crecimiento de las raíces.

Las estacas terminales cortas resultaron ser las mejores, siendo estadísticamente superiores a las terminales y a las subterminales. Por su parte, las estacas terminales fueron estadísticamente superiores a las subterminales. Esto se puede deber a que las estacas terminales cortas, por ser más jóvenes, tienen mayor crecimiento activo que las otras, aunque otros investigadores han obtenido mejores resultados con estacas subterminales y han concluido que se debe a que las estacas subterminales tienen más reservas y tienen más tejido diferenciado, lo cual favorece el enraizamiento. Esta discrepancia puede explicarse por diferencia de climas en cada caso.

**Cuadro 3.** Porcentaje de enraizamiento de 3 tipos de estacas de acerola, con 3 dosis de AIB, en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996.

|                                |           | Porcentaje de enraizamiento |         |         |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------|---------|---------|
| Tiempo de Enraizamiento        |           | Media                       |         |         |
| 8 semanas                      |           | 39.3 a                      |         |         |
| 7 semanas                      |           | 34.2 b                      |         |         |
| <hr/>                          |           |                             |         |         |
| Tipo de Estaca                 | 7 semanas | 8 semanas                   |         |         |
| Terminal corta                 | 51.8 a    | 57.5 a                      |         |         |
| Terminal                       | 36.8 b    | 40.8 b                      |         |         |
| Subterminal                    | 16.6 c    | 21.2 c                      |         |         |
| <hr/>                          |           |                             |         |         |
| Dosis de AIB                   | 7 semanas | 8 semanas                   |         |         |
| 1000 ppm de AIB                | 42.2 a    | 47.2 a                      |         |         |
| 3000 ppm de AIB                | 38.7 a    | 43.6 a                      |         |         |
| 0 ppm de AIB                   | 22.7 b    | 27.6 b                      |         |         |
| <hr/>                          |           |                             |         |         |
| Época del año                  | 7 semanas | 8 semanas                   |         |         |
| 3: Junio 17 a Agosto 12        | 46.8 a    | 50.4 a                      |         |         |
| 4: Agosto 21 a Octubre 16      | 45.6 a    | 48.0 a                      |         |         |
| 1: Enero 26 a Marzo 22         | 23.6 b    | 32.3 b                      |         |         |
| 2: Abril 12 a Junio 7          | 22.8 b    | 27.3 b                      |         |         |
| <hr/>                          |           |                             |         |         |
| Tipo de Estaca \ Dosis de AIB  | 1000 ppm  | 3000 ppm                    | 0 ppm   |         |
| Terminal corta                 | 63.4 a    | 58.1 a                      | 42.3 b  |         |
| Terminal                       | 45.5 b    | 35.8 bc                     | 35.1 bc |         |
| Subterminal                    | 26.0 c    | 30.1 c                      | 5.3 d   |         |
| <hr/>                          |           |                             |         |         |
| Tipo de Estaca \ Época del año | 1         | 2                           | 3       | 4       |
| Terminal corta                 | 44.3 bc   | 51.2 ab                     | 63.0 a  | 57.8 ab |
| Terminal                       | 15.7 e    | 32.1 cd                     | 59.4 ab | 50.8 ab |
| Subterminal                    | 24.5 de   | 3.4 f                       | 24.5 de | 29.0 d  |

Prueba Duncan al 5% de significancia.

El uso de AIB tuvo un alto efecto en el porcentaje de enraizamiento, las estacas enraizadas tratadas con AIB fueron casi el doble que las no tratadas, existiendo diferencia significativa con el testigo. Sin embargo, no se encontró diferencia significativa entre las dosis de 1000 y 3000 ppm de AIB, por lo que resulta mejor, debido a que es más económico, usar 1000 ppm de AIB para el buen enraizamiento de estacas.

Las estacas enraizadas de junio a agosto y las enraizadas de agosto a octubre, tuvieron estadísticamente mayor enraizamiento que las enraizadas de enero a marzo y de abril a junio. Esta información demuestra que se obtuvo mejores resultados con estacas recolectadas en época lluviosa que con las recolectadas en época seca (figura 1). El mayor enraizamiento de estas estacas puede deberse a que en la época lluviosa las estacas tienen mayor crecimiento vegetativo y están más activas, por consiguiente tienen mayor habilidad para enraizar. También se observó una relación, aunque no tan marcada, entre la temperatura en estas épocas (figura 2) y el porcentaje de enraizamiento, teniendo mejores resultados a temperaturas mayores, excepto en la época de abril a junio, que aparentemente un exceso de temperatura al inicio, en época seca, pudo causar una deshidratación de las estacas, lo que afectó su enraizamiento. Temperaturas altas, dentro de un límite, resultaron más favorables para el enraizamiento que las temperaturas bajas, lo cual se confirma en muchas especies y más en una especie tropical como la acerola.

## 2. NÚMERO DE RAÍCES POR ESTACA

En el cuadro 4 se observa los resultados obtenidos con respecto al número de raíces por estaca, notándose que no existió diferencia significativa en el tiempo de enraizamiento, esto se debe principalmente a que las nuevas estacas que enraizaron en el lapso de la séptima a la octava semana tenían menos raíces, lo que disminuyó el número promedio de raíces por estaca.

Al igual que en el porcentaje de enraizamiento, las estacas terminales cortas resultaron ser las mejores, siendo estadísticamente superiores a las estacas terminales y a las estacas subterminales. De la misma manera, las estacas terminales fueron estadísticamente superiores a las estacas subterminales. Como ya se explicó anteriormente, esto se puede deber a que las estacas terminales cortas son más jóvenes y tienen mayor crecimiento activo que las otras, por lo que se ve favorecido su enraizamiento produciendo mayor número de raíces.

En este caso el uso de AIB no tuvo ningún efecto en el número de raíces por estaca, las estacas enraizadas tratadas con AIB no tuvieron diferencia significativa con las no tratadas.

**Cuadro 4.** Número de raíces por estaca de 3 tipos de estaca de acerola, con 3 dosis de AIB, en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996.

|                                |          | Número de raíces por estaca |         |         |
|--------------------------------|----------|-----------------------------|---------|---------|
| Tiempo de Enraizamiento        |          | Media                       |         |         |
| 8 semanas                      |          | 2.76 n.s.                   |         |         |
| 7 semanas                      |          | 2.75 n.s.                   |         |         |
| Tipo de Estaca                 |          | Media                       |         |         |
| Terminal corta                 |          | 3.4 a                       |         |         |
| Terminal                       |          | 2.6 b                       |         |         |
| Subterminal                    |          | 2.2 c                       |         |         |
| Dosis de AIB                   |          | Media                       |         |         |
| 1000 ppm de AIB                |          | 2.9 a                       |         |         |
| 3000 ppm de AIB                |          | 2.9 a                       |         |         |
| 0 ppm de AIB                   |          | 2.5 a                       |         |         |
| Época del año                  |          | Media                       |         |         |
| 1: Enero 26 a Marzo 22         |          | 3.4 a                       |         |         |
| 3: Junio 17 a Agosto 12        |          | 3.1 ab                      |         |         |
| 4: Agosto 21 a Octubre 16      |          | 2.7 b                       |         |         |
| 2: Abril 12 a Junio 7          |          | 1.9 c                       |         |         |
| Tipo de Estaca \ Dosis de AIB  | 1000 ppm | 3000 ppm                    | 0 ppm   |         |
| Terminal corta                 | 3.3 abc  | 3.53 a                      | 3.47 ab |         |
| Terminal                       | 2.4 d    | 2.7 cd                      | 2.8 bcd |         |
| Subterminal                    | 2.9 abcd | 2.3 d                       | 1.3 e   |         |
| Tipo de Estaca \ Época del año | 1        | 2                           | 3       | 4       |
| Terminal corta                 | 4.2 a    | 2.9 bcd                     | 3.6 ab  | 3.1 bc  |
| Terminal                       | 2.5 cde  | 1.6 ef                      | 3.5 ab  | 2.9 bcd |
| Subterminal                    | 3.4 ab   | 1.1 f                       | 2.1 de  | 2.1 de  |

Prueba Duncan al 5% de significancia.

Si bien esta diferencia no fue significativa, numéricamente el AIB indujo un mayor número de raíces por estaca, tal como se espera con este regulador. Tampoco existió diferencia significativa entre las dosis de 1000 y 3000 ppm de AIB.

Las estacas enraizadas de enero a marzo no tuvieron diferencia significativa con las enraizadas de junio a agosto, pero resultaron tener significativamente mayor número de raíces que las estacas enraizadas de agosto a octubre y de abril a junio. No hubo diferencia significativa entre las estacas enraizadas de junio a agosto y las enraizadas de agosto a octubre. Las estacas enraizadas de agosto a octubre presentaron un significativamente mayor número de raíces que las enraizadas de abril a junio. Estos resultados no muestran una relación del número de raíces por estaca con la temperatura, ni con las lluvias de cada época. Lo que sí se pudo observar es que la peor época para el número de raíces por estaca fue de abril a junio, lo que pudo deberse a un exceso de temperatura al inicio del enraizamiento y que afectó todos los procesos.

Se puede observar que en la mayoría de los casos, las estacas tienen buen número de raíces, a excepción de las estacas subterminales sin AIB y de las estacas enraizadas de abril a junio.

### **3. LONGITUD PROMEDIO DE LAS RAÍCES**

En el cuadro 5 se observa los resultados obtenidos con respecto a la longitud promedio de las raíces, donde se puede ver que no existió diferencia significativa en el tiempo de enraizamiento, esto se debe principalmente a que las nuevas estacas que enraizaron en el lapso de la séptima a la octava semana tenían raíces más cortas, lo que opacó el efecto de la longitud promedio de las raíces para esta variable.

Al igual que en el porcentaje de enraizamiento y el número de raíces por estaca, las estacas terminales cortas resultaron ser las mejores, siendo estadísticamente superiores a las terminales y a las subterminales. Igualmente, las estacas terminales fueron estadísticamente superiores a las subterminales. Como ya se explicó anteriormente, esto se puede deber a que las estacas terminales cortas son más jóvenes y tienen mayor crecimiento activo que las otras, por lo que se ve favorecido el crecimiento de las raíces de ellas.

En este caso el uso de AIB sí tuvo efecto en la longitud promedio de las raíces, las estacas enraizadas tratadas con AIB fueron superiores estadísticamente que las no tratadas. No existió diferencia significativa entre las dosis de 1000 y 3000 ppm de AIB, por lo que se recomienda usar 1000 ppm de AIB para obtener una buena longitud de las raíces a menor

**Cuadro 5.** Longitud promedio de raíces de 3 tipos de estaca de acerola, con 3 dosis de AIB, en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996.

|                                |          | Longitud promedio de raíces (cm) |        |        |
|--------------------------------|----------|----------------------------------|--------|--------|
| Tiempo de Enraizamiento        |          | Media                            |        |        |
| 8 semanas                      |          | 3.3 n.s.                         |        |        |
| 7 semanas                      |          | 3.2 n.s.                         |        |        |
| Tipo de Estaca                 |          | Media                            |        |        |
| Terminal corta                 |          | 4.2 a                            |        |        |
| Terminal                       |          | 3.2 b                            |        |        |
| Subterminal                    |          | 2.4 c                            |        |        |
| Dosis de AIB                   |          | Media                            |        |        |
| 1000 ppm de AIB                |          | 3.5 a                            |        |        |
| 3000 ppm de AIB                |          | 3.4 a                            |        |        |
| 0 ppm de AIB                   |          | 2.9 b                            |        |        |
| Época del año                  |          | Media                            |        |        |
| 4: Agosto 21 a Octubre 16      |          | 4.5 a                            |        |        |
| 1: Enero 26 a Marzo 22         |          | 3.7 b                            |        |        |
| 3: Junio 17 a Agosto 12        |          | 2.5 c                            |        |        |
| 2: Abril 12 a Junio 7          |          | 2.3 c                            |        |        |
| Tipo de Estaca \ Dosis de AIB  | 1000 ppm | 3000 ppm                         | 0 ppm  |        |
| Terminal corta                 | 4.2 a    | 4.3 a                            | 4.1 a  |        |
| Terminal                       | 3.4 b    | 3.0 b                            | 3.1 b  |        |
| Subterminal                    | 3.0 b    | 2.8 b                            | 1.4 c  |        |
| Tipo de Estaca \ Época del año | 1        | 2                                | 3      | 4      |
| Terminal corta                 | 5.0 a    | 3.6 c                            | 3.0 cd | 5.2 a  |
| Terminal                       | 3.1 cd   | 2.4 de                           | 2.6 de | 4.5 ab |
| Subterminal                    | 3.0 cd   | 1.1 f                            | 1.8 ef | 3.7 bc |

Prueba Duncan al 5% de significancia.

costo. Las raíces de las estacas tratadas posiblemente emergieron antes que las de las no tratadas y por esta razón fueron más largas al momento de la evaluación. Esto concuerda con lo que se sabe de los efectos que produce el uso de auxinas en el enraizamiento de muchas especies.

Las estacas enraizadas de agosto a octubre fueron significativamente superiores a las enraizadas de enero a marzo, y significativamente superiores a las de junio a agosto y de abril a junio, entre las que no hubo diferencia significativa. Esta información no muestra una relación directa de la longitud promedio de las raíces con la temperatura, ni con las lluvias de cada época. Se observó nuevamente que la peor época fue la de abril a junio y que pudo deberse a un exceso de temperatura al inicio del enraizamiento, lo cual es un factor agobiante para el proceso, tal como se ha discutido en el caso de los porcentajes de enraizamiento y del número de raíces por estaca.

Se puede observar que la longitud promedio de las raíces es bastante buena en la mayoría de los casos a excepción de las estacas subterminales sin AIB, y de las estacas subterminales enraizadas en la época de abril a junio. Las estacas subterminales enraizadas en la época de junio a agosto tampoco tuvieron buena longitud de raíces.

La variable con valores más significativos fue la de porcentaje de enraizamiento, sólo con la observación de los resultados de ésta se puede determinar cuál es el mejor tratamiento, ya que el número de raíces por estaca y la longitud de éstas es bastante buena en todos los casos, excepto en estacas subterminales sin AIB y subterminales en la época de abril a junio. En promedio general de este ensayo los valores más altos se obtuvieron con estacas terminales cortas con 1000 ppm de AIB en época lluviosa y de alta temperatura.

Estos resultados contradicen en cuanto al tipo de estaca a otros autores, como Nelson y Goldweber (1957) y Abrams y Jackson (1959), citados por Argles (1976), que indican haber obtenido los mejores resultados con estacas más gruesas y leñosas. Esto puede deberse a factores varietales o climáticos o al tipo de instalación que se use en la propagación. Por otro lado concuerdan con los resultados de Stahl *et al.* (1956), citados por Argles (1976), en que temperaturas más altas favorecen el enraizamiento.

Los mejores resultados con estacas terminales cortas se pueden deber a que éstas son más jóvenes y activas, además que las altas temperaturas y las lluvias promueven un mayor crecimiento vegetativo, lo que se traduce en un mayor número de estacas enraizadas con más raíces de buen tamaño.

## V. CONCLUSIONES

En este estudio se observó que las estacas terminales cortas tratadas con AIB tuvieron los mejores resultados.

El porcentaje de enraizamiento fue mayor a las 8 semanas de enraizamiento. No hubo diferencia significativa entre 1000 y 3000 ppm de AIB, por lo que es mejor usar la dosis más baja para disminuir costos. La mayor cantidad de estacas enraizadas se registró en las épocas de junio a agosto y de agosto a octubre.

El número de raíces por estaca no varió entre las 7 y 8 semanas de enraizamiento y las estacas terminales cortas resultaron ser las mejores. El uso de AIB en las estacas no tuvo efecto significativo en este parámetro. El mayor número se registró en las épocas de enero a marzo y de junio a agosto.

La longitud promedio de las raíces tampoco varió entre las 7 y 8 semanas de enraizamiento. Las estacas terminales cortas tratadas con AIB tuvieron la mayor longitud de raíces y los valores más altos se registraron de agosto a octubre.

Con lo antes mencionado se puede concluir que la variable dependiente más importante es la de porcentaje de enraizamiento, y que en términos generales, sólo con la evaluación de esta variable se puede obtener resultados bastante representativos como para hacer una recomendación para otros ensayos.

Se pudo observar que las estacas recolectadas en época lluviosa tuvieron mayor enraizamiento que las recolectadas en época seca. Este mayor enraizamiento puede deberse a que en la época lluviosa las estacas vienen de plantas más activas y que tienen mayor crecimiento vegetativo, por consiguiente tienen mayor habilidad para enraizar.

Las temperaturas altas resultaron más favorables para el enraizamiento que las temperaturas bajas, aunque en la época de abril a junio no hubo buen enraizamiento debido a un exceso de temperatura (temperatura máxima 34°C) que en la cámara hermética fue mayor aún.

## VI. RECOMENDACIONES

Probar dosis de 500, 1000 y 1500 ppm de AIB, ya que con 1000 ppm se obtuvieron muy buenos resultados y con 3000 ppm ya no se mejoraron éstos, lo que indica que la mejor dosis está alrededor de las 1000 ppm de AIB.

Realizar otro ensayo comparando otros sustratos de enraizamiento como la arena sola versus arena con musgo, etc.

Usar diferentes niveles de sombra para ver si la variación en la radiación solar tiene efecto significativo sobre el enraizamiento, sobre todo en los meses de mayor incidencia de radiación y calor (abril a junio) que fueron los más perjudicados por este exceso.

Medir la temperatura interior en la cámara hermética para determinar la diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura interior.

Medir la humedad relativa dentro de la cámara hermética para comprobar si ésta es del 100% como se presenta en la teoría.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- ARDAYA, D; VARGAS, M. 1995. Acerola (*Malpighia glabra*, Linn). En: Frutas Cultivadas en Bolivia. 2 ed. Santa Cruz, Bolivia. Centro de Investigación Agrícola Tropical y Agencia de Cooperación Internacional del Japón. p. 3-5.
- ARGLES, G. K. 1976. *Malpighia glabra* \_\_ Barbados cherry. In: The Propagation of Tropical Fruit Trees. Ed. by R.J. Garner, S.A. Chaudhri. East Malling, England. CAB International, Bureau of Horticulture and Plantation Crops. p. 386 - 402.
- AVILÁN R., L.; LEAL P., F. 1990. Suelos, Fertilizantes y Encalado para Frutales en el Trópico. Caracas, Venezuela. América. 459 p.
- GEILFUS, Frans. 1989. El Árbol al Servicio del Agricultor. Manual de Agroforestería para el Desarrollo Rural; Guía de Especies. Santo Domingo, República Dominicana. ENDA-Caribe. CATIE. 778 p.
- HOLMQUIST, Juan de D. 1967. Ensayo Comparativo de Injertación del Semeruco o Acerola (*Malpighia glabra* L). Proc. Trop. Region. American Society for Horticultural Science. 10:46-56.
- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo II. San José, Costa Rica. IICA. 693 p.
- LEÓN, Jorge. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales. 2 ed. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 445 p.
- MORTON, Julia F. 1987. Fruits of Warm Climates. Greensboro, N.C., EE.UU. Media Incorporated. 505 p.
- SIMÃO, Salim. 1971. Manual de Fruticultura. São Paulo, Brasil. Editora Agronómica "CERES". 530 p.

**VIII. ANEXOS**

**Anexo 1.** Análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor F             | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------------------|--------|
| Tratamientos:       | 31                 | 41972.77550       | 1353.96050     | 11.05               | 0.0001 |
| Estaca              | 2                  | 17475.41143       | 8737.70572     | 71.33               | 0.0001 |
| Dosis               | 2                  | 5786.62870        | 2893.31435     | 23.62               | 0.0001 |
| Semana              | 1                  | 482.61591         | 482.61591      | 3.94                | 0.0486 |
| Réplica             | 3                  | 8857.17571        | 2952.39190     | 24.10               | 0.0001 |
| Estaca*Dosis        | 4                  | 2318.63054        | 579.65764      | 4.73                | 0.0012 |
| Estaca*Réplica      | 6                  | 5973.54278        | 995.59046      | 8.13                | 0.0001 |
| Dosis*Réplica       | 6                  | 882.92958         | 147.15493      | 1.20                | 0.3075 |
| Estaca*Semana       | 2                  | 11.06173          | 5.53086        | 0.05                | 0.9559 |
| Dosis*Semana        | 2                  | 1.71518           | 0.85759        | 0.01                | 0.9930 |
| Semana*Réplica      | 3                  | 183.06394         | 61.02131       | 0.50                | 0.6840 |
| Error               | 184                | 22538.04935       | 122.48940      |                     |        |
| Total Corregido     | 215                | 64510.82484       |                |                     |        |
|                     | R-Cuadrado         | C.V.              | Raíz CME       | Media Enraizamiento |        |
|                     | 0.650632           | 29.66321          | 11.06749       | 37.3105093          |        |

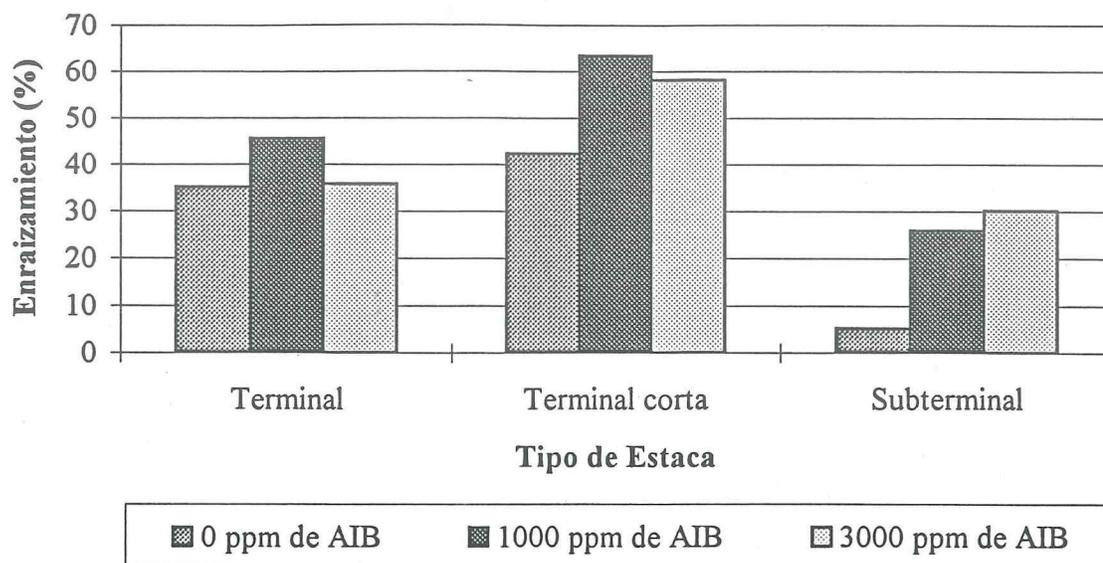
**Anexo 2.** Análisis de varianza para la variable número de raíces por estaca.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor F         | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-----------------|--------|
| Tratamientos:       | 31                 | 206.06281480      | 6.64718760     | 4.83            | 0.0001 |
| Estaca              | 2                  | 58.51571481       | 29.25785741    | 21.24           | 0.0001 |
| Dosis               | 2                  | 6.18055926        | 3.09027963     | 2.24            | 0.1090 |
| Semana              | 1                  | 0.00462963        | 0.00462963     | 0               | 0.9538 |
| Réplica             | 3                  | 67.00268148       | 22.33422716    | 16.22           | 0.0001 |
| Estaca*Dosis        | 4                  | 28.92558519       | 7.23139630     | 5.25            | 0.0005 |
| Estaca*Réplica      | 6                  | 32.86295185       | 5.47715864     | 3.98            | 0.0009 |
| Dosis*Réplica       | 6                  | 12.53828519       | 2.08971420     | 1.52            | 0.1746 |
| Estaca*Semana       | 2                  | 0.00925926        | 0.00462963     | 0               | 0.9966 |
| Dosis*Semana        | 2                  | 0.00925926        | 0.00462963     | 0               | 0.9966 |
| Semana*Réplica      | 3                  | 0.01388889        | 0.00462963     | 0               | 0.9997 |
| Error               | 184                | 253.42937780      | 1.37733360     |                 |        |
| Total Corregido     | 215                | 459.49219260      |                |                 |        |
|                     | R-Cuadrado         | C.V.              | Raíz CME       | Media de Número |        |
|                     | 0.448458           | 42.59600          | 1.173599       | 2.75518519      |        |

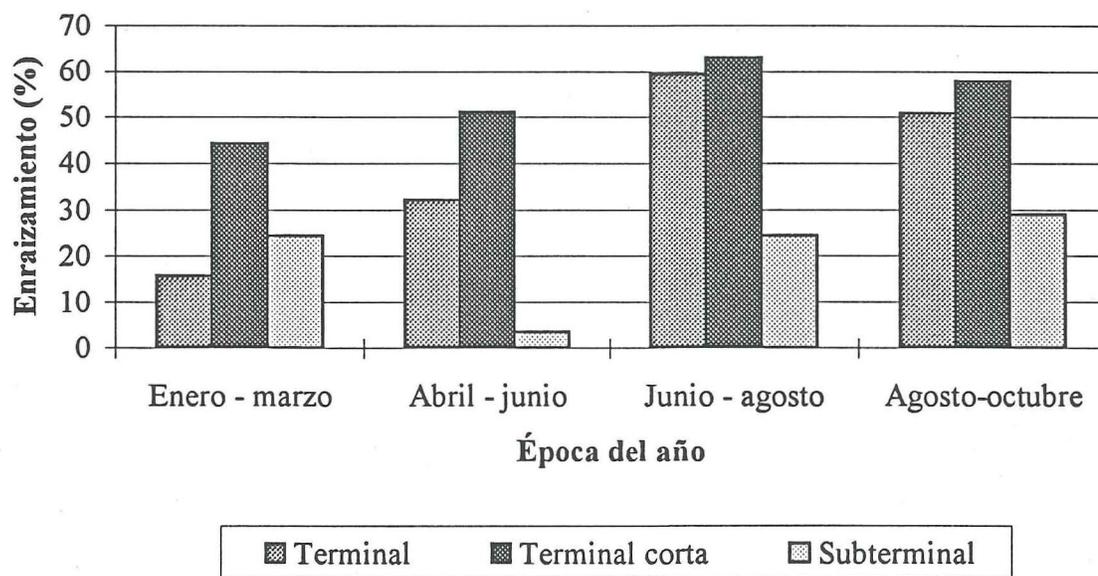
**Anexo 3.** Análisis de varianza para la variable longitud promedio de las raíces.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor F           | Pr > F |
|---------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------|
| Tratamientos:       | 31                 | 375.3308130       | 12.1074456     | 9.33              | 0.0001 |
| Estaca              | 2                  | 117.4569370       | 58.7284685     | 45.26             | 0.0001 |
| Dosis               | 2                  | 14.9998815        | 7.4999407      | 5.78              | 0.0037 |
| Semana              | 1                  | 0.0046296         | 0.0046296      | 0                 | 0.9524 |
| Réplica             | 3                  | 172.5228500       | 57.5076167     | 44.32             | 0.0001 |
| Estaca*Dosis        | 4                  | 20.7820963        | 5.1955241      | 4                 | 0.0039 |
| Estaca*Réplica      | 6                  | 18.5439222        | 3.0906537      | 2.38              | 0.0306 |
| Dosis*Réplica       | 6                  | 30.9880889        | 5.1646815      | 3.98              | 0.0009 |
| Estaca*Semana       | 2                  | 0.0092593         | 0.0046296      | 0                 | 0.9964 |
| Dosis*Semana        | 2                  | 0.0092593         | 0.0046296      | 0                 | 0.9964 |
| Semana*Réplica      | 3                  | 0.0138889         | 0.0046296      | 0                 | 0.9997 |
| Error               | 184                | 238.7296519       | 1.2974438      |                   |        |
| Total Corregido     | 215                | 614.0604648       |                |                   |        |
|                     | R-Cuadrado         | C.V.              | Raíz CME       | Media de Longitud |        |
|                     | 0.611228           | 35.03085          | 1.139054       | 3.25157407        |        |

**IX. FIGURAS**



**Figura 3.** Porcentaje de enraizamiento de 3 tipos de estaca de acerola con 3 dosis de AIB. El Zamorano, 1996.



**Figura 4.** Porcentaje de enraizamiento de 3 tipos de estaca de acerola en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996.

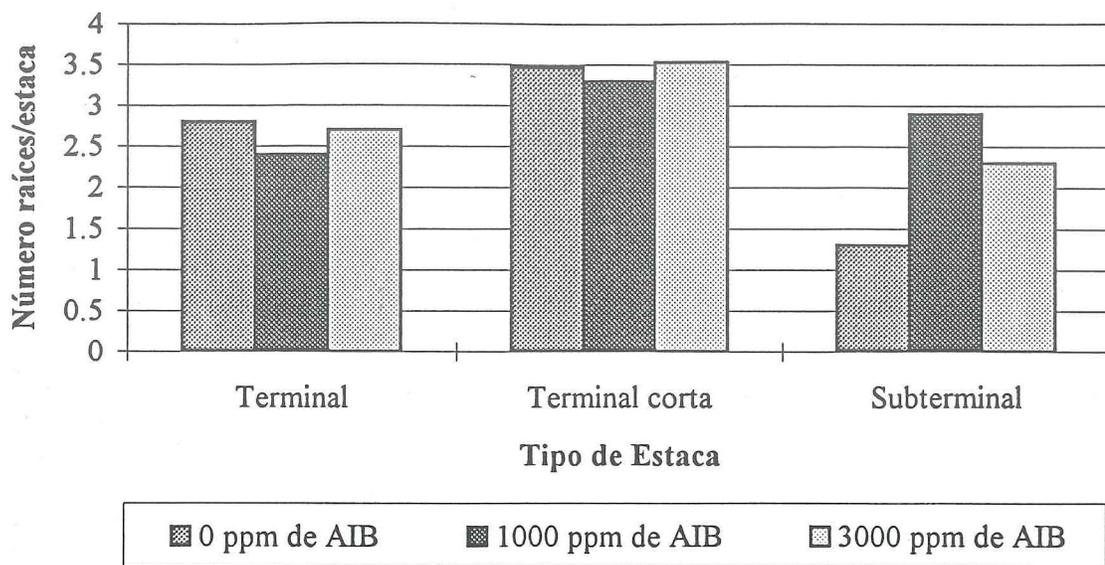


Figura 5. Número de raíces por estaca de 3 tipos de estaca de acerola con 3 dosis de AIB. El Zamorano, 1996.

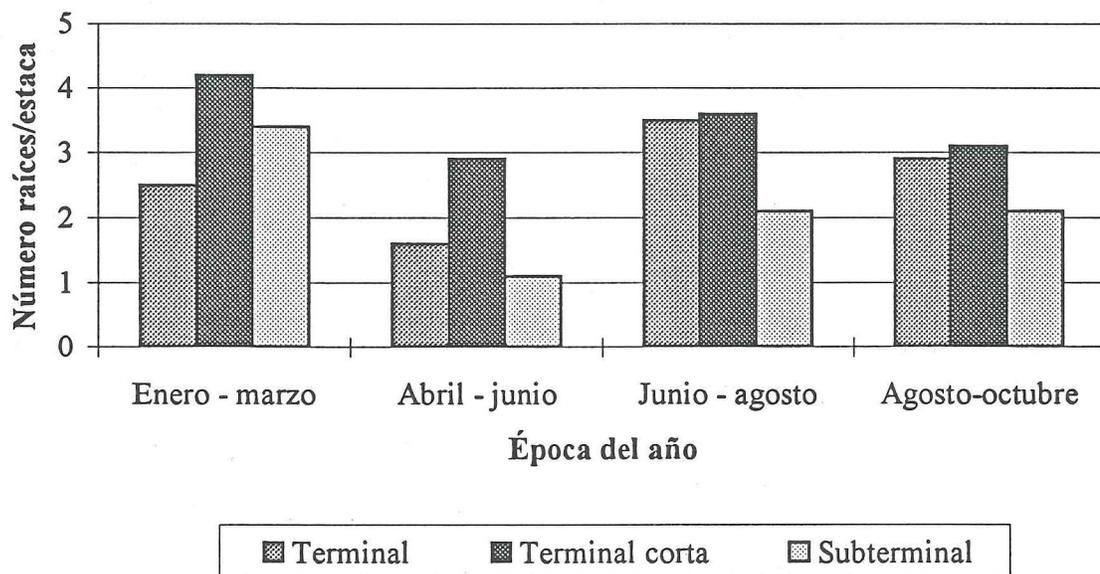


Figura 6. Número de raíces por estaca de 3 tipos de estaca de acerola en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996.

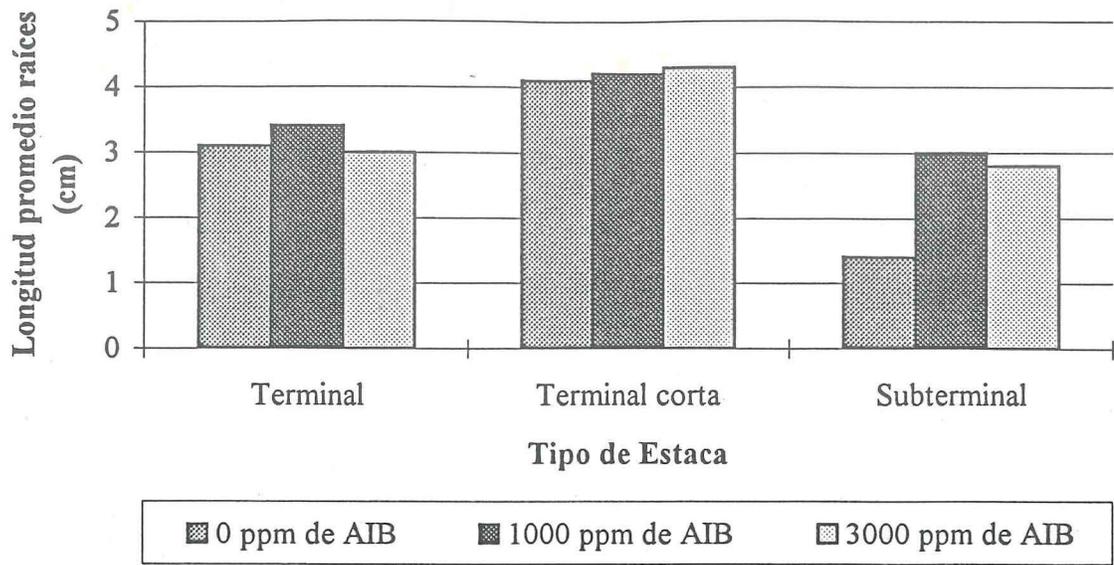


Figura 7. Longitud promedio de raíces de 3 tipos de estaca de acerola con 3 dosis de AIB. El Zamorano, 1996.

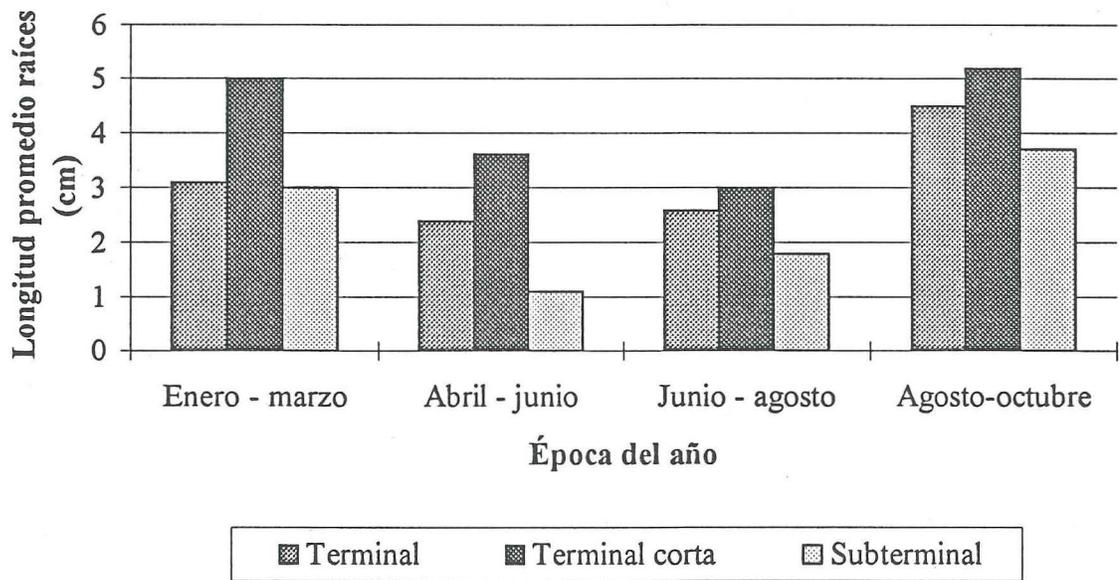


Figura 8. Longitud promedio de raíces de 3 tipos de estaca de acerola en 4 épocas del año. El Zamorano, 1996.