República de Cuba

Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez".

Facultad de Ciencias Agrarias.

TESIS EN OPCIÓN AL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

Titulo: Evaluación de diferentes combinaciones de sustratos en el enraizamiento, crecimiento y desarrollo de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes.

Autor: Leonardo Torres Cordovés.

Tutor: Ing. Yanoris Bernal Carrazana

Año 2012

"(…)¨El futuro de nuestra patria tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia, tiene que ser un futuro de pensamiento, porque precisamente es lo que más estamos sembrando; lo que más estamos sembrando son oportunidades a la inteligencia¨(…)

Fidel Castro Ruz

AGRADECIMIENTOS

A Yanoris, que me recibió con todo esmero dedicándome horas de su escaso tiempo, siempre con una sonrisa.

A mis hijos Yennerys y Leandro, por su inquebrantable confianza en mí, por su apoyo e incondicionalidad y por quererme como lo hace.
.
A todos mis profesores que contribuyeron a mi formación profesional

A todo aquel que de una forma u otra me extendió su mano amiga.

A todos, muchas gracias.

DEDICATORIA:

Con todo el amor y el cariño, a quienes me dieron su apoyo y confianza para construir algo valioso.

A mi tutor Ingeniero Yanoris Bernal Carrazanas, por dedicarme tiempo y colaborar siempre incondicionalmente para la realización de esta investigación, tendiéndome su bondadosa mano en todos los momentos difíciles y demostrando que sí lo lograría.

A mis hijos, por ser especiales para mí y por su ayuda espiritual.

A Noreyvis mi esposa, por compartir conmigo mis preocupaciones y entregas, por soportar mis ansiedades, haciendo suyas tantas de mis noches de desvelos y madrugadas.

A la Revolución, que me dio la oportunidad de sentirme realizado.

A aquellos que han sabido encontrar en mí valores nunca perdidos, los cuales han demostrado que así, se puede llegar muy lejos.

A todos, gracias…

Resumen.

La presente investigación se realizó en el vivero “La Campanita”, de la Unidad Básica de Producción Cooperativa de la Agricultura Urbana, del municipio Cumanayagua y tuvo como objetivos emplear diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita como sustrato en la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes; Comparar la efectividad de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita, en el comportamiento de indicadores para la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes, así como Determinar la mejor proporción de suelo, arena, materia orgánica y zeolita a utilizar. Los resultados indican la factibilidad para producir posturas de Acerola a partir de utilizar diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita. Encontrándose la mejor respuesta en la variante compuesta por 50% de M.O. + 25% suelo+ 25% zeolita+ cobertura de zeolita con un 88 % de estacas vivas y un mejor comportamiento en cantidad y longitud de raíces emitidas. Aunque todas las variantes utilizadas mostraron un buen comportamiento en comparación con resultados obtenidos para este mismo cultivo en similares condiciones y en otros sustratos. Se recomienda introducir estos resultados donde las condiciones lo permitan.

Palabra claves: sustrato, Proporciones, Acerola, % estacas vivas.

Índice.

Introducción. 1
CAPITULO I 5
1. Revisión Bibliográfica 5
1.1 Aspectos básicos para el trabajo con los frutales 5
1.1.1. Producción de posturas 5
1.1.2. Bases anatómicas y fisiológicas de la propagación por estacas 7
1.2. Consideraciones para la producción de plantas por esquejes. 10
1.3. La guayaba. Cultivo más difundido en Cuba a través de esquejes. 11
1.4. Tecnología para el enraizamiento de parte de plantas. 14
1.5. Sustrato. 15
1.6 Reguladores del Crecimiento Vegetal. 15
1.7. Cuidados durante y después del enraizamiento 18
1.8. El cultivo de la acerola. 18
CAPITULO II 21
2. Materiales y Métodos: 21
Procedimiento 21
CAPITULO III 24
3. Resultados y Discusión. 24
Características de los componentes utilizados en los sustratos evaluados 24
Conclusiones. 30
Recomendaciones. 31
Referencias Bibliográficas. 32

Introducción.

Los frutales constituyen una fuente natural de vitaminas y minerales, lo que les atribuye gran importancia desde el punto de vista alimenticio (MINAG, 2001). Las frutas se emplean tanto para el consumo fresco como procesadas en forma de jugo, néctar, mermelada, pastas, cascos y compotas. Las frutas también desempeñan un importante papel para la salud humana y pueden cultivarse en diferentes tipos de suelos (siempre que estos presenten buena penetrabilidad, un espesor arable de no menos de 30 centímetros, con buen drenaje) y bajo diversas condiciones de clima y manejo.

La producción de posturas representa uno de los pilares básicos para lograr el establecimiento de plantaciones de frutales y en la propagación de frutales se pueden utilizar varios métodos asexuales o vegetativos, como: injertos, estacas de raíz, estacas de brotes enraizados en el tronco, estacas de ramas herbáceas o esquejes, estacas de ramas lignificadas, acodos o margullos aéreos o en tierra, cultivo de tejidos y otras (MINAG, 2002).

A partir de la década del 60 y hasta el año 1990 Cuba tuvo un crecimiento significativo en la producción de frutales, llegando a tener 68,3 miles de ha para estos fines y alcanzar una producción de 268 Mt de frutales, a partir del año 1989 a raíz de la caída del campo socialista y a la reducción de insumos para la agricultura la producción de frutales tuvo un decrecimiento en los años posteriores hasta 1993. Esta situación favoreció que a partir de este período se comenzaran a establecer fincas de frutales bajo una nueva concepción. En estas, la producción se consideró un proceso sostenible teniendo en cuenta elementos esenciales tales como: el aprovechamiento eficiente del suelo mediante la asociación de cultivos, el manejo integrado de plagas, la diversificación del uso de la materia orgánica y de los recursos disponibles, la vinculación del hombre al área y el pago por los resultados finales. Las fincas surgidas a partir de esta nueva concepción se denominan "Fincas Integrales de Frutales" (MINAG, 2006).

Otra repercusión que tuvo esta situación presentada fue el impulsar la elaboración de una estrategia Nacional para el período correspondiente a 1997 - 2006 para el desarrollo de

los frutales tropicales en nuestro país, que perseguía contribuir a la satisfacción de las necesidades nutrimentales y espirituales de la sociedad cubana a partir del perfeccionamiento de sistemas de producción de frutales.

Uno de los lineamientos básicos para lograr los resultados esperados se basó en el fomento de viveros con vistas a suministrar las plantas frutales necesarias. Esta actividad amerita como aspecto fundamental la correcta selección del sustrato en donde se propagarán y crecerán las plantas. Por sustrato debemos entender todo material o combinación de diferentes componentes que, no siendo tóxico, provea sostén, adecuada capacidad de intercambio catiónico, así como una adecuada retención de humedad para la planta que en éste crecerá, pero con una porosidad que garantice una correcta aireación para un óptimo desarrollo radical. Componente de sustrato, por otro lado, es cualquier material individual, mezclado en proporciones volumétricas con otros componentes, para alcanzar un nivel adecuado de aireación, retención de agua y nutrientes para el crecimiento de plantas (Fonteno *et al*., 2000).

Un sustrato adecuado para la exitosa producción de cada especie frutal dependerá de la apropiada selección de los componentes que conformarán dicho sustrato, de la proporción volumétrica empleada de cada uno de estos y de las enmiendas adicionadas al mismo para mejorar sus propiedades físicas y/o químicas. El conocimiento previo de estas propiedades permitirá corregir cualquier característica de la mezcla, la cual resulte inapropiada para la propagación y desarrollo en vivero de las plantas de la especie frutal bajo producción.

El sustrato que se utilice en el llenado de los envases estará compuesto por una mezcla en iguales proporciones, de suelo, materia orgánica y de ser necesario, arena de río u otro material adecuado para garantizar las propiedades que se requieren. En algunos casos el suelo puede ser totalmente excluido en la preparación del sustrato. Como fuente de materia orgánica se pueden emplear: estiércol vacuno, gallinaza, cachaza, humus de lombriz, otros, siempre bien descompuestos.

La reproducción sexual o sexuada de las plantas superiores la naturaleza nos ofrece un solo medio: la semilla. No así cuando se usa la vía asexual, asexuada o agámica. Esta

última ha sido desarrollada por numerosos interesados en el tema en busca de los principios sobre los cuales descansa esa facultad que poseen las plantas de regenerar sus órganos, perfeccionando cada día la técnica más adecuada para hacer económicamente aplicable cada forma o recurso de propagación agámica (Oliva *et al*, 2000).

La reproducción sexual de la acerola, así como de otras muchas especies de frutales es larga y dificultosa, es por eso que se busca nuevos procedimientos que permitan obtener el mayor número de plantas a un bajo costo y en un menor tiempo posible y así lograr una exitosa propagación vegetativa. Con el objetivo de preservar las cualidades intrínsecas de la planta madre, obteniendo de ella el máximo de provecho, en los últimos años ha tomado gran impulso la multiplicación de plantas por medio de esquejes y con la ayuda de enraizadores (hormonas) se ha obtenido resultados exitosos (Hartmann y Kester, 1987).

En un estudio realizado por Mesa, (2000) se identifica en Cienfuegos un total de 93 especies de frutales, lo que evidencia una gran riqueza genética y un alto potencial de propagación y multiplicación de las mimas, aunque se evidencia también que hay especies de frutales con muy poca presencia en el territorio. Una de las especies identificadas es la *Malpighia emarginata* (Acerola) identificada como la fruta tropical de más riqueza en vitamina C. Se plantea que 100g de porción comestible de esta fruta contiene: 91.1% de agua, 0.68% de proteínas; 0.60% de fibras; 0.19% de grasas, 6.98% de carbohidratos. Aporta asimismo 8.7mg de calcio; 16.2mg de fósforo; 0.7mg de hierro; 480UI de pro-vitaminas A (betacaroteno); 0.079mg de tiamina; 0.028mg de riboflavina; 0.034mg de niacina y entre 2000 y 5000mg de ácido ascórbico (vitamina C). Con el consumo diario de dos frutos de acerola se satisface la necesidad de vitamina C necesaria al organismo, pero es un cultivo no tan extendido en el territorio, específicamente en el municipio Cumanayagua, pues se plantea que posee bajo porciento de enraizamiento y prendimiento de sus estacas a la hora de reproducirla por vía agámica. Por los que se plantea el siguiente problema científico.

Problema científico:

¿Cuál será el efecto de la combinación de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita en la mezcla de sustrato, sobre el porcentajes de enraizamiento,

crecimiento y desarrollo de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes en el municipio Cumanayagua.

Hipótesis

El empleo de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita, en la mezcla de sustrato, puede constituir una alternativa que permita alcanzar porcentajes adecuados de enraizamiento y desarrollo de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes.

Objetivo General:

- Evaluar el efecto de diferentes combinaciones de sustratos en el enraizamiento y desarrollo de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes en el municipio Cumanayagua.

Objetivos específicos:

- Evaluar diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita, en la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes.
- Comparar la efectividad de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita, en el comportamiento de indicadores para la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes.
- Determinar la mejor proporción de suelo, arena, materia orgánica y zeolita para la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes.

CAPITULO I

1. Revisión Bibliográfica

Los frutales constituyen una fuente natural de vitaminas y minerales lo que les atribuye gran importancia desde el punto de vista alimenticio (MINAG, 2001). Las frutas se emplean tanto para el consumo fresco como procesadas en forma de jugo, néctar, mermelada, pastas, cascos y compotas. Las frutas también tienen uso para la salud humana. Pueden cultivarse en diferentes tipos de suelos, siempre que presenten buena penetrabilidad, un espesor arable de no menos de 30 centímetros, con buen drenaje.

1.1 Aspectos básicos para el trabajo con los frutales

1.1.1. Producción de posturas

La producción de posturas representa uno de los pilares básicos para lograr el establecimiento de plantaciones de frutales y en la propagación de frutales se pueden utilizar varios métodos asexuales o vegetativos, como: injertación, estacas de raíz, estacas de brotes enraizados en el tronco, estacas de ramas herbáceas o esquejes, estacas de ramas lignificadas, acodos o margullos aéreos o en tierra, cultivo de tejido, etc (MINAG, 2002).

Producción de posturas mediante estacas.

Numerosos autores hacen referencia al empleo de la técnica de producción de posturas mediante estacas: Chandler (1967) plantea que casi todas especies tropicales y subtropicales pueden propagarse por medio de estacas. Algunas especies pueden multiplicarse por medio de estacas de raíz, pero en la mayor parte de ellas, el único método satisfactorio es el empleo de estacas procedente de brotes con hojas. Pueden usarse estacas de ramas con hojas, de longitud adecuada, 10 a 12.5 cm, pero en algunas especies, parece mejor el uso de estacas con una sola hoja con su yema, y un trozo de tallo que se proyecte 2.5 cm o más por debajo de ella, para su inserción en el suelo. Antiguamente la mayor parte de las estacas se cortaban cuidadosamente inmediatamente por debajo de un nudo, bajo el pecíolo de una hoja o de su cicatriz.

Sin embargo, un número considerable de experimentos ha probado que la formación de las nuevas raíces puede ser igual o incluso algo mejor, si la base de la estaca se corta a una distancia de 1.5 cm o más de un nudo.

Las estacas de hojas de un número muy reducido de especies frutales pueden plantarse directamente en el suelo, sin gran reducción de la formación de raíces. Lo más frecuente es usar arena gruesa limpia, pero puede emplearse vermiculita, zeolita, turba, tierra de musgo o fibra de coco.

Las estacas de hojas sólo pueden obtener agua suficiente para sustituir la que se pierde por transpiración, cuando la atmósfera está casi saturada de humedad y las hojas están protegidas de luz directa del Sol. Se logran los mejores resultados con camas de propagación relativamente pequeñas, con cubierta de vidrio o de otro material que admita la cantidad de luz a que respondan mejor las estacas de la especie de que se trate. Puede ser aconsejable la instalación de aspersores que funcionen de un modo continuo durante las horas de iluminación solar, para mantener el aire casi saturado de humedad. Las estacas que hayan estado en este medio húmedo para que enraícen suelen tener que trasladarse a otras cajoneras o estufas, en las que reciban más luz y haya menos humedad, para que se endurezcan, antes de trasplantarlas a su lugar definitivo en el huerto o incluso a un vivero en líneas (Chandler, 1967)

Este método exige la disposición de invernaderos especiales, lo que permite conseguir los siguientes objetivos:

- Limitar la evaporación de la hojas durante el periodo que precede a la formación de las raíces;
- Mantener la temperatura alrededor de los 25 -30 Grados Centígrado , evitando las insolaciones;
- Procurar un sustrato propio y filtrante.

El procedimiento más comúnmente empleado consiste en arrancar ramas del año y fraccionarlas seguidamente en trozos de 4 a 5 hojas. Antes de plantarlo, el esqueje es tratado con hormonas de crecimiento y, para facilitar la emisión de raíces, se efectúan incisiones longitudinales con la punta de la navaja, en la base, en una longitud de 2 a 3 centímetros (De Ravel, 1976).

1.1.2. Bases anatómicas y fisiológicas de la propagación por estacas

En la propagación por estacas y por estacas con yema foliar, sólo es necesario que se forme un nuevo sistema de raíces adventicias (neoformación), ya que existe un sistema caulinar en potencia, una yema (Hartmann y Kester, 1987).

Formación de raíces adventicias

Las raíces adventicias son de dos tipos: las raíces preformadas y las raíces de lesiones. Las primeras se desarrollan naturalmente en los tallos o ramas cuando todavía están adheridas a la planta madre pero que no emergen sino hasta después de que se corta la porción del tallo. Las raíces de lesiones se desarrollan sólo después de que se ha hecho la estaca, una respuesta al efecto de lesión al preparar la misma. Cuando se hace una estaca, las células vivientes que están en las superficies cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras del xilema. Por lo general, el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca de y justamente fuera del núcleo central del tejido vascular. Al salir del tallo las raíces adventicias han formado una cofia y los tejidos usuales de la raíz, así como las conexiones vasculares completas con el tallo de que se originan. Las raíces adventicias usualmente se originan dentro del tallo (endógenamente) cerca del cilindro vascular, justo fuera del cámbium (Hartmann y Kester, 1987).

Formación del callo

Cuando una estaca se coloca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento, de ordinario se desarrolla cierta cantidad de callo en su extremo basal. El callo es una masa irregular de células meristemáticas en varios estados de lignificación. El mismo prolifera de células jóvenes que se encuentran en la base de la estaca en la región del cámbium vascular, aunque también pueden contribuir células de la corteza y de la médula. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo a la creencia de que la formación de callo es esencial para el enraizamiento. En la mayoría de las plantas, la formación del callo y de las raíces son procesos independientes entre sí y cuando ocurren simultáneamente es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares. Sin embargo, en algunas especies, aparentemente la formación del

callo es precursora de la formación de raíces adventicias. Hay pruebas de que el pH del medio de enraizamiento puede influir en el tipo de callo producido, lo cual a su vez afecta la emergencia de las raíces adventicias de nueva formación (Hartmann y Kester, 1987).

Estructura del tallo y enraizamiento

El desarrollo de un anillo de esclerénquima continúo entre el floema y la corteza, al exterior del punto de origen de las raíces adventicias y el cual a menudo está asociado con la maduración, posiblemente constituye una barrera anatómica para el enraizamiento. Las estacas con hojas de tipos de enraizamiento difícil que tienen un anillo continuo de esclerénquima, al ser colocadas a enraizar bajo niebla, en estudios realizados en otras especies de frutales, mostraron una proliferación activa de las células de radio del parénquima, resultante en la ruptura de la continuidad del anillo de esclerénquima, con lo cual se hizo posible el enraizamiento de tallos anatómicamente inadecuados para ello. También en estacas de otras especies se han observado casos de la asociación de cultivares difíciles de enraizar en presencia de un anillo de esclerénquima altamente lignificado (Hartmann y Kester, 1987).

Estos mismos autores hacen alusión a que aunque en algunos casos una envoltura de tejido lignificado en los tallos puede actuar como una barrera mecánica para la emergencia de las raíces, existen tantas excepciones a ello que ciertamente no puede ser una causa primaria de la dificultad de enraizamiento. Más aún los tratamientos con auxina y el enraizamiento bajo niebla ocasionan una expansión y una proliferación considerable de las células de la corteza, del floema y del cámbium que resulta en rupturas de los anillos continuos de esclerénquima. Aún así, no se registra formación de células iniciales de raíces en cultivares difíciles de enraizar de varias especies de frutales (Hartmann, *et al*., 1998).

Y añaden que la formación de las raíces adventicias puede depender también de ciertos factores inherentes no translocables, determinados por el genotipo de las células individuales del tejido. Sin embargo, es probable que para establecer condiciones que favorezcan la iniciación de raíces existan interacciones entre ciertos factores fijos o no-móviles situados dentro de las células, tal vez ciertas enzimas, y nutrientes fácilmente conducibles y factores endógenos del enraizamiento.

Condición fisiológica de la planta madre

Existen factores internos: el contenido de auxina, de cofactores de enraizamiento y las reservas de carbohidratos que influyen en la iniciación de raíces de las estacas. Es importante recordar que, las porciones basales de las ramas tendrán el equilibrio de bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de carbohidratos, favorable para el buen enraizamiento. Pero, para que pueda efectuarse la iniciación de las raíces, el nitrógeno es necesario para la síntesis de ácidos nucleicos y de las proteínas (Hartmann y Kester, 1987).

La juvenilidad de la planta madre

En plantas difíciles de hacer enraizar, la edad de la planta madre puede ser un factor dominante en la formación de las mismas. Las estacas de tallo o de raíz tomadas en la fase de desarrollo juvenil del crecimiento, como se encuentran en las plantas jóvenes, forman con frecuencia nuevas raíces con mayor facilidad que aquellas tomadas de plantas que están en la fase adulta de su desarrollo, ya sean procedentes de semilla o propagadas vegetativamente. La variabilidad en crecimiento y desarrollo en las fases juvenil y adulta, representan otro factor de variación asociados a la propagación vegetativa, y es necesario que los propagadores reconozcan esos factores para poder controlarlos. El desarrollo ontogénico de la plántula durante su ciclo biológico se efectúa en diferentes fases, designadas como juvenil y adulta, separadas por una fase de transición (Hartmann y Kester, 1987).

Álvarez, (1996) señala que los fenómenos de cambios de fase tienen como aspecto significativo que, en la planta pueden mostrarse simultáneamente en diferentes partes de la misma. Se recomienda extraer estacas de la base de las plantas, ya que presentan tejidos más juveniles, que mostrarán mejores condiciones para enraizar. Por otra parte, cualquier tratamiento que mantenga la fase juvenil de crecimiento será de valor para prevenir la declinación del potencial de enraizamiento a medida que envejezcan las plantas madres. Ramas cercanas al sistema radicular conservan la juvenilidad, ha sido, desde hace tiempo, considerado y aprovechado, a través de prácticas, como la del acodo en cepada; la utilización de raigones en especies como el manzano, ciruelo y cerezo; a la poda severa en setos para abastecimiento de estacas.

Es posible que la reducción del potencial de enraizamiento con la edad sea resultado de una disminución del contenido de compuestos fenólicos. Los fenoles actúan como cofactores o sinérgistas de la auxina en la iniciación de las raíces. En ciertas plantas, se observó que el contenido de fenoles era menor en las formas maduras que en las formas juveniles. Es de importancia recordar que la condición juvenil se encuentra sólo en tejidos tales como los que se originan de plántulas jóvenes, de aquellos de la porción juvenil inferior de árboles adultos maduros, de los que se originan de yemas adventicias (no latentes) de aquellos tallos que se han hecho revertir a su estado juvenil con tratamientos de giberelina o por injerto en madera juvenil (Hartmann, *et al*., 1998).

1.2. Consideraciones para la producción de plantas por esquejes.

Cañízares, (1968) recomienda para enraizar estacas el siguiente método: ¨*las ramas de madera dura, sin cortar el follaje, pueden ser enraizadas con relativo buen éxito, en un cajón propagador equipado con pistolas de atomización (neblinero) para producir un rocío de agua continuo dentro del cajón. Cuando las estacas enraizadas sean movidas del cajón y trasplantadas a latas o macetas, es necesario ponerlas de nuevo dentro del cajón de niebla por algunos días*".

Para la formación de raíces en las estacas es necesaria la auxina. Aplicando a la base de la estaca una cantidad complementaria de auxina o de algún compuesto sintético análogo a la auxina, como el ácido indolebutírico o el ácido naftalinacético, o alguno de los muchos compuestos similares que se han sintetizado, se suele incrementar la formación de raíces en las estacas de aquellas especies que arraigan con dificultad (Chandler, 1967).

Para la reducción de la evaporación se emplea el método puesto a punto hace algunos años con el nombre de mist system, o también con el de ¨bajo niebla¨. Los invernaderos están dotados de un sistema de rociado de agua, en finas gotitas, cuya frecuencia y duración están previamente reguladas por un mecanismo de relojería.

La temperatura se mantendrá, entre 25 ^{0}C y 30 ^{0}C, y a menudo será indispensable procurar sombras para evitar el excesivo calor diurno y el substrato debe ser filtrante, tanto más cuanto más abundante sea la niebla: o bien arena de río mezclada con grava muy fina o bien, preferiblemente turba, zeolita, perlita o vermiculita.

En general se obtiene una mejora en el porcentaje de enraizamiento con un tratamiento en soluciones de ácido indolburítico, en concentraciones de 500, 1000 o 2000 ppm. Este tratamiento se efectúa por remojo instantáneo, de 30 segundos de la base de las estacas (De Ravel, 1976)

1.3. La guayaba. Cultivo más difundido en Cuba a través de esquejes.

En los últimos años se ha desarrollado en Cuba la técnica de producción de posturas de frutales por el método de esquejes, siendo casi exclusivamente dedicada a la producción de posturas de guayaba (Mesa, 2000).

En la Guía práctica para el cultivo de la Guayaba (MINAG, 2003), se detalla la tecnología de producción por el método de esquejes: Consiste en el enraizamiento de ramas herbáceas o esquejes con uno o dos pares de hojas situadas en un lecho de enraizamiento compuesto con graba (piedra gruesa), gravilla de ½”-3/4” y zeolita con un altura de 10-15 cm de espesor en cada uno de ellos para favorecer un buen drenaje y evitar que la zeolita se contamine con humus de lombriz sacado por estas a la superficie; situado debajo de una malla plástica para disminuir entre 50-70% de luminosidad y un sistema de riego automatizado en forma de neblina de 20-30 segundos cada 5-7 minutos durante el día y parte de la noche según las condiciones climáticas presentadas.

Los esquejes deben ser tratados o sumergidos en su parte basal en una solución de 2.5 a 3 mg/l de ácido indolbutírico IBA o 5 mg/l de indolacético durante 5-10 minutos o puestos en contactos con una sustancia en forma de polvo de un complejo hormonal a base de ácido indolbutírico los cuales reciben diferentes nombre comerciales SEM, BIODIM-2, ROOTHONE F, etc.

Pueden colocarse de 80-120 esquejes/m^2; procurando que no queden demasiado juntos, lo cual favorece el exceso de humedad y pudrición de los esquejes, al cabo del mes aproximadamente debe comenzar su enraizamiento, los cuales se trasplantan a bolsas de 24 x 12 cm o similares con un sustrato a partes iguales de tierra, turba ó humus, aserrín no resinoso, zeolita u otro material adecuado manteniendo éstas durante 10-12 bajo las mismas condiciones que enraízo. Posteriormente se trasladan a otro lugar con un 25-35%

de luz y una frecuencia de riego mas espaciada, deben permanecer entre 1-2 meses bajo estas condiciones para que broten y finalmente se trasladen a pleno sol de 1-2 meses con una frecuencia de riego de 3 a 4 veces por día con una duración de 3-5 minutos según las condiciones climáticas.

Los esquejes deben convertirse en pequeñas plantas y estar listos para ser plantados en el campo entre 4-6 meses. Durante la fase de enraizamiento y a pleno sol los esquejes deben ser asperjados con un insecticida, fungicida y nitrato de K a 10g/lts de agua, según el tipo de plaga o enfermedad que se presente y favorecer el desarrollo de las futuras plantas.

La propagación asexual más utilizada en el cultivo de la guayaba es a través de injertos, pero el uso de estacas presenta algunas ventajas sobre éstos, las cuales pueden resumirse en que es un método de propagación vegetativa poco costoso, sencillo, rápido, no necesita técnicas especiales para su ejecución, no presenta variabilidad debido al efecto del patrón y no hay problemas de incompatibilidad como puede ocurrir cuando se usa el injerto. (MINAG, 1999)

1.4. Tecnología para el enraizamiento de parte de plantas.

En la propagación por estacas en Cuba se emplean diferentes partes de la planta, como son las ramas y las raíces. En el caso de las ramas se utilizan las de madera dura sin podar las hojas, que pueden producir raíces con facilidad, se coloca en un cajón propagador y se atomizan para mantener la humedad ambiental necesaria. Se plantea que para lograr el enraizamiento puede usarse el tratamiento con un producto enraizador como el ácido indolbutírico.

En todos los casos, con y sin el producto enraizador, es necesario someter las estacas a una niebla de agua intermitente (Peña, 2006).Con esta técnica se obtienen ventajas como son:

- Obtención de las posturas en un periodo de tiempo de menos de 6 meses.
- Menor costo por ahorros de insumos materiales y humanos.

Esta técnica ha sido aplicada al enraizamiento de anonáceas y otras especies con buenos resultados (Mesa, 2000), aunque no ha sido generalizada.

Según el Instituto de Investigaciones de Cítricos y otros Frutales. (MINAG, 2001), la tecnología consiste:

1. Utilización de la parte terminal de las ramas cortadas con 2 pares de hojas.
2. Siembra de las estacas en un lecho de enraizamiento cuyo sustrato es zeolita fina (0,3 mm) y tapado con un umbráculo que permita el 50 % de sombra. En este paso puede utilizarse una hormona de enraizamiento. La siembra se realiza en tres bolillos con una densidad de 85 a 100 esquejes por metro cuadrado.
3. Empleo de riego dirigido por una electroválvula, que se acopla a una balanza que por el peso del agua depositada en el plato abre y cierra el circuito. El sistema puede ser alimentado por una batería de 12 a 24 volts ó conectado al servicio nacional
4. Trasplante a bolsas cuando se comprueba la emisión inicial de las primeras raíces a los 20 a 30 días.
5. Las bolsas serán del tipo 15 x 20 cm y 50 micras de espesor y se llenaran con un sustrato compuesto por materia orgánica y zeolita.
6. Los esquejes trasplantados se mantienen en umbráculo al 25% de sombra con la humedad requerida hasta que aparezca el primer brote y posteriormente se pasa a pleno sol para su fase de endurecimiento.

El ciclo del vivero de esquejes se resume en las tres fases siguientes (MINAG, 2000):

- Lecho de enraizamiento de 4 a 8 semanas con umbráculo al 50%.
- En bolsas de 4 a 6 semanas con umbráculo al 25%.
- Endurecimiento de 4 a 6 semanas a pleno sol.

<u>Técnicas para mejorar el enraizado en plantas madres</u>

Se pueden usar varios tratamientos para alterar la condición fisiológica o nutricional de las plantas madres o porciones de las mismas. Estos tratamientos, que a menudo conducen al incremento del enraizamiento de las estacas tomadas de esas plantas incluyen el

ahilamiento y/o el anillado de las ramas cierto tiempo antes de hacer las estacas. Con el anillado, o la constricción del tallo en alguna otra forma, se bloquea el traslado hacia abajo de carbohidratos, hormonas y otros posibles factores que promueven el crecimiento de las raíces y puede conducir a un aumento en su iniciación. Con el anillado se obtuvo también un aumento considerable en el contenido de un cofactor de enraizamiento más arriba del sitio del anillado (Hartmann y Kester , 1987).

1.5. Sustrato.

Según el Instructivo técnico para la propagación de frutales (MINAG, 2002) un sustrato adecuado para la exitosa producción de cada especie frutal en particular dependerá de la apropiada selección de los componentes que conformarán dicho sustrato, de la proporción volumétrica empleada de cada uno de estos y de las enmiendas adicionadas al mismo para mejorar sus propiedades físicas y/o químicas. El conocimiento previo de estas propiedades permitirá corregir cualquier característica de la mezcla, la cual resulte inapropiada para la propagación y desarrollo en vivero de las plantas de la especie frutal bajo producción. Para su determinación, los laboratorios a nivel nacional, dedicados a tales fines, deben adecuarse para consolidar los protocolos específicos para los materiales a ser utilizados como sustratos para bolsas de vivero, promoviéndose de igual manera la estandarización de los mismos a los fines de uniformizar la metodología empleada entre los diferentes laboratorios. Además de la correcta selección del sustrato, su posterior manejo y la infraestructura requerida para garantizar el éxito de la producción resultan de suma importancia.

El sustrato es el medio físico donde las raíces de las plantas se fijan y realizan la absorción de agua y nutrientes e intercambio gaseoso. Es por ello que sus propiedades inciden directamente en el desarrollo de las plantas. El sustrato que se utilice en el llenado de los envases estará compuesto por una mezcla en iguales proporciones, de suelo, materia orgánica y de ser necesario, arena de río u otro material adecuado para garantizar las propiedades que se requieren. En algunos casos el suelo puede ser totalmente excluido en la preparación del sustrato. Como fuente de materia orgánica se pueden emplear: estiércol vacuno, gallinaza, cachaza, humus de lombriz, otros, siempre bien descompuestos.

El suelo que se tomará para hacer el sustrato debe cumplir los requisitos siguientes:

- Valores de pH comprendidos en el rango entre 5,0 y 7,0

- Debe ser suelto, de textura areno-arcillosa o arcillo - arenosa de buen drenaje y preferentemente con fertilidad natural que ayude al desarrollo rápido y a la fortaleza de las plántulas.
- Libre de piedras y otros obstáculos que dificulten la germinación y el desarrollo de las raíces.
- Libre de plagas.

Por lo general se recomienda para el llenado de los envases en el vivero un sustrato formado por capa vegetal, materia orgánica y se puede adicionar arena de río o zeolita, en iguales proporciones, las que se mezclan y después se tamizan para eliminar los materiales extraños. Esta operación se realiza con ayuda del cernidor, se eliminan los terrones, piedras y otras partículas extrañas que pueda contener alguno de los componentes de la mezcla.

La preparación del sustrato, independientemente de la proporción o tipo de componente, culmina con la desinfección, con lo cual se evitan las afectaciones provocadas por bacterias, hongos, nemátodos, insectos y malas hierbas. La desinfección del sustrato puede realizarse por métodos físicos, químicos y medios biológicos.

Se puede aplicar Formalina al 40% usando dos litros en 100 litros de agua, cubriendo inmediatamente la superficie del sustrato con sacos o una lámina de polietileno durante 40 horas para evitar el escape de gases. La aplicación se realizará 12 a 14 días antes de la siembra, removiendo el sustrato. Otro método utilizado con efectividad es el uso de la Trichoderma, combinando la aplicación de las cepas 13 y 24. Se puede aplicar directamente en la bolsa o preparar soluciones y aplicar cada 30 días.

1.6 Reguladores del Crecimiento Vegetal.

Barcelló, (1992) manifiesta que determinados niveles de los diferentes constituyentes hormonales y químicos de los tejidos de las plantas son más favorables que otros para la iniciación de las raíces adventicias en las estacas. Una hormona vegetal se define como una sustancia orgánica, producida naturalmente en una planta superior que controlan el

crecimiento u otras funciones fisiológicas siendo producidas en una parte del organismo son transferidas a otras y que es activa en cantidades pequeñas, estas pueden interactuar a nivel celular donde cada grupo de hormonas influencia muchos procesos y generalmente uno de ellos es influenciado por un número de hormonas.

Este mismo autor indica que la especificidad de la respuesta de los órganos a las hormonas puede ser debida en mayor grado a propiedades del órgano en sí mismo y no de la hormona, la cual puede simplemente proveer una señal para que el órgano siga uno de los varios posibles cursos definidos claramente en el desarrollo. Indica además que existe cierto número de compuestos sintéticos que cuando son introducidos en la planta con frecuencia producen resultados similares a aquellos causados por las hormonas que ocurren naturalmente. Estos compuestos han sido denominados “Reguladores del Crecimiento Vegetal” o Fitorreguladores y no pueden ser llamados hormonas. Estas sustancias se utilizan para aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de las raíces y aumentar el número de raíces por estaca. Los reguladores de crecimiento juegan un papel principal en el control del crecimiento no solo en la planta como un todo, sino también a nivel de órgano, tejido y célula, ya que la mayor parte de la actividad fisiológica de las plantas esta mediada por fitorreguladores de crecimiento, entre ellos se encuentran las auxinas, citoquininas, ácido giberélico y el ácido abscísico.

Según López, (1990) las auxinas promueven la elongación celular y estas van a tener diferentes niveles de fortaleza como se describe a continuación: ácido 2.4 diclorofenoxiacético (2.4-D) Estas sustancias mensajeras son activas en muy bajas concentraciones (en mayoría), siendo los lugares de síntesis y de acción distintos y algunos casos activos el mismo lugar de formación.

La aprobación del ácido indolacético sintético como promotor del enraizamiento ocurre en 1935, el cual fue demostrado por varios investigadores, en este mismo año también fue demostrado que el ácido naftalenacético, el ácido indolbutírico y otros ácidos también eran activos para la formación de raíces adventicias.

Su descubrimiento definitivo en la planta fue en 1928 por las observaciones y experimentos realizados por varios investigadores, entre los que se encontraba Charles Darwin, quien se interesó por el fototropismo (Torres y Vázquez, 1982).

El transporte de las auxinas se realiza de forma polar, quiere decir que en el tallo se dará en dirección basípeta y en la raíz en dirección acrópeta. El transporte polar ocurre por la diferencia de potencial eléctrico del tallo, el cual es positivo en la base y negativo en el ápice; como el AIA es un ácido resulta ser electronegativo y es repelido por las células apicales y atraído por las basales (Valdés, 2001). El movimiento ocurre normalmente en los tejidos como un todo a través de las células, más bien que usando los conductos del xilema y del floema. Presumiblemente el proceso de transporte implique una interacción entre el AIA y la membrana plasmática de las células de la planta. La aplicación de auxinas a las plantas causa una variedad de efectos, que difieren según la edad de esta, la especie y más particularmente el tejido donde actúa.

El tratamiento de estacas con auxinas provoca inicialmente la división en forma desorganizadas de las células para dar lugar a una masa de tejidos que se asemeja a un tumor que recibe el nombre de callo. Posteriormente se forman primordios radicales organizados del callo. (Barcelló, 1992).

Las auxinas y el etileno están implicadas en la regulación de la formación de raíces adventicias. Aparentemente los efectos de las auxinas están mediados por la acción del etileno, aunque la acumulación de auxinas estimula la biosíntesis del etileno y este último bloquea el transporte polar de las auxinas (Valdés, 2001).

De igual forma se han utilizado métodos para la aplicación en estacas para su enraizamiento como son inmersión, inmersión total, inmersión rápida y Spray Drip (Down, *et al*., 1991). Este mismo autor refiere que las auxinas disueltas en agua son más efectivas que las disueltas en alcohol. El método de inmersión en talco donde las hormonas se mezclan en este, el cual es suave y carece de propiedades abrasivas que pudieran dañar la estaca. Existen diferentes criterios con relación al tiempo y método de inmersión a utilizar. Mac Millan, (2000), recomienda la inmersión líquida por un período de 24 horas.

El uso de otros métodos se pueden poner en práctica. Entre ellos el Spray Drip Down que consiste en la aspersión de una solución sobre las hojas y tallos de las estacas. Otro método poco común es la utilización de bacterias (Agrobacterium Rhizones) donde la respuesta hace que la planta produzca AIA con los resultados se forman raíces (Nahla, *et al,* 1991).

Según Mac Millan, (2000) es necesario tener en cuenta que estas sustancias no constituyen una panacea, no podrán inducir desarrollo de raíces, si esta capacidad no esta presente en el tallo de manera inherente, por lo que su acción consiste en incrementar la capacidad innata del tallo, para que produzca raíces en mayor cantidad y más rápido. Las hormonas para el enraizamiento suelen venderse en forma de polvos mezclados con una base de polvo de talco. También en forma líquida donde la sustancia está disuelta en agua o en algún disolvente orgánico, como el alcohol y se aplican a esquejes de hojas o raíz.

1.7. Cuidados durante y después del enraizamiento

La división y el enraizamiento solo ocurren con células turgentes y por lo tanto, el principal cuidado a tener en cuenta durante el enraizamiento es el mantenimiento de un adecuado tenor de agua en el sustrato y en la parte aérea de la estaca. Especialmente cuando se trabaja con nebulización, la aplicación de agua para mantener las hojas húmedas implica una saturación con agua del sustrato, por eso, el drenaje del agua también debe merecer atención, pues el exceso hídrico perjudica el enraizamiento (Fachinello, *et al.,* 1994). Las características del sustrato son importantes, ya que este debe mantener las estacas en su lugar durante el período de enraizamiento, proporcionar humedad a las estacas y permitir la penetración del aire a la base de la estaca (Hartman y Kester, 1987).

Debe prestarse atención al manejo fitosanitario, durante el enraizamiento y luego del mismo, con la utilización de tratamientos periódicos de fungicidas (cada 1 o 2 semanas, con Captan o Benomil), de modo de reducir el ataque de patógenos, principalmente hongos saprofitos sobre las estacas, especialmente si se considera que un ambiente de elevada humedad favorece la proliferación de éstos. El monitoreo de enfermedades es muy importante en este sentido. Para disminuir el potencial de inóculo, se deben eliminar las hojas caídas y las estacas muertas (Fachinello, *et al*., 1994).

1.8. El cultivo de la acerola.

El semeruco o acerola pertenece al género Malpighia (Familia Malpighiaceae) el cual comprende aproximadamente treinta especies distribuidas en el continente americano desde el sur de Texas hasta Perú. La planta está igualmente presente en todo el arco del

Caribe, de Trinidad y Tobago a Cuba y su origen exacto no está bien determinado. Es un arbusto que puede medir de 3 a 6 m de alto, tiene numerosas ramas que le dan un porte grueso y de matorral, éstas son generalmente dirigidas hacia arriba.

Las hojas son simples, enteras y opuestas, de color verde oscuro. Las flores miden de 12 a 15 mm y tienen 5 pétalos rojos, rosados y algunas veces blancos (Gómez *et. al*, 1999). La especie Malpighia glabra posee hojas con el ápice agudo o acuminado y están distribuidas a lo largo de las ramas, comúnmente con pecíolos de 5 a 12 mm de largo y frutos lisos, en ello se diferencia de M. emarginata que son las dos especies presentes en Venezuela (Hoyos, 1989). Un fruto de semeruco de 20 g, en el cual la mitad de su peso es pulpa, contiene de 200 a 300 mg de ácido ascórbico, que corresponde a cinco veces la dosis diaria recomendada (Samson, 1991). Hasta hace algunos años la planta fue usada como arbusto ornamental, pero por poseer cantidades excepcionales de vitamina C, en Puerto Rico se inició su estudio desde 1946 con la finalidad de impulsar el desarrollo industrial en la zona del Caribe.

Además de las excelentes propiedades alimenticias, el semeruco es un arbusto tropical relativamente resistente a sequía, adaptado a un amplio rango de tipos de suelo (Gómez et., al, 1999). Sin embargo, en Venezuela el semeruco es considerado una especie frutícola menor al igual que el icaco, la ciruela de huesito, la chirimoya, y la granada (Araujo et. al, 2000).

No se conocen trabajos relacionados con la selección de materiales con fines agronómicos, ello demanda la suma de esfuerzos para la propagación clonal de plantas de semeruco seleccionadas a nivel nacional (Laskowski y Bautista, 1997). Es importante destacar que la propagación del semeruco por semillas genera plantas distintas a la original; así mismo, en la mayoría de los casos de las tres semillas de cada fruto sólo una es fértil, lo que implica la utilización de altas densidades de siembra (Avilán y Bautista. 1992). A nivel mundial los criterios de selección se han centrado en características como: alto rendimiento de frutos y jugo, firmeza de la pulpa (que permite minimizar los daños al momento de la cosecha), sabor (más acídulo para las frutas destinadas al procesamiento industrial y más suave para las frutas de consumo fresco) y fácil propagación por estaquillado.

Arbusto de pequeño; se encuentra por toda Cuba; muy valioso por su alto contenido en vitaminas C, A, tiamina, riboflavina y niacina. Debe sembrarse en los patios de las escuelas. Sus frutos ácidos, de cáscara roja al madurar, se consumen natural y sirven para preparar un dulce delicioso.

Por cada 100g de porción comestible contiene: 91.1% de agua, 0.68% de proteínas; 0.60% de fibras; 0.19% de grasas, 6.98% de carbohidratos. Aporta asimismo 8.7mg de calcio; 16.2mg de fósforo; 0.7mg de hierro; 480UI de pro-vitaminas A (betacaroteno); 0.079mg de tiamina; 0.028mg de riboflavina; 0.034mg de niacina y entre 2000 y 5000mg de ácido ascórbico (vitamina C). Con el consumo diario de dos frutos de acerola se satisface la necesidad de vitamina C necesaria al organismo, por lo que esta es la fruta más rica en ese importante elemento nutricional en el Trópico.

Entre los métodos de propagación vegetativa evaluados en semeruco, el estaquillado es el más conveniente para asegurar las características de la variedad, sin embargo los porcentajes de enraizamiento son notablemente bajos y las técnicas establecidas hasta ahora permiten la obtención de estacas enraizadas en un tiempo prolongado (Avilán y Bautista. 1992). También se ha señalado que este método es el que ofrece mejores beneficios para multiplicar plantas de semeruco en grandes cantidades; se aconseja para este propósito seleccionar ramas vigorosas, ya que los mejores resultados se han logrado con estacas de más de 6 mm de diámetro y 12 a 20 cm de longitud (Gómez et. al, 1999).

CAPITULO II

2. Materiales y Métodos:

El trabajo se realizó en el período comprendido desde junio a diciembre de 2010. En el vivero “La Campanita”, de la UBPC de la Agricultura Urbana, del municipio Cumanayagua; situado en la región centro – sur del Archipiélago cubano, específicamente en la provincia Cienfuegos, a una altura de 106 metros sobre el nivel del mar con un promedio anual de precipitaciones y temperatura de 1400 milímetros y 27,6 grados Celsius respectivamente.

Procedimiento.

El cultivo utilizado fue *Malpighia emarginata* (Acerola) a partir de esquejes centrales de plantas rigurosamente seleccionados con un diámetro de 0,90 cm. y 15 cm de longitud cada estaca. Los cortes basales se realizaron por debajo del último nudo de forma inclinada en horas tempranas y cumpliendo además que las estacas tuvieran 4 hojas. Los tratamientos utilizados estuvieron en función de los componentes existentes en los sutratos. Los mismos se caracterizaron en el Laboratorio Provincial de Suelos y Agroquímica de la provincia Cienfuegos según las Normas Ramales Cubanas (NRC, 1999) según determinaciones de elementos.

Se utilizaron los siguientes tratamientos:

1. 75% Materia Orgánica (M.O).+ 25% zeolita + cobertura de zeolita (testigo)
2. 50% M.O. + 25% suelo+ 25% zeolita+ cobertura de zeolita
3. 50% M.O.+ 50% suelo+ cobertura de zeolita
4. 75% M.O + 25% arena + cobertura de arena
5. 50% M.O. + 25% suelo+ 25% arena+ cobertura de arena
6. 50% M.O+ 50% suelo+ cobertura de arena

Para todos los tratamientos se utilizó una solución de 5 mg/l de ácido indolacético, donde estuvo en inmersión la parte basal de las estacas durante 5-10 minutos.

Los suelos predominantes son en el municipio son Pardos sin Carbonato Típico y Pardos Grisáceos Típico. Para el caso de estos experimentos, el suelo utilizado corresponde a un Pardo sin carbonato (Instituto de Suelo, 2010).

Los experimentos fueron realizados bajo condiciones controladas de iluminación, con cobertor acrílico de 30 %, humedad relativa de 90 % durante el día y 95 % durante la noche, las temperaturas se mantuvieron en rangos de 27 ± 2 ^{o}C durante el día y 23 ± 2 ^{o}C durante la noche.

El riego se realizó con un sistema semi - automatizado de balanza empleando micro aspersores Microyet que forma una neblina de agua durante 20-30 segundos cada 7 – 10 minutos de día y parte de la noche según las condiciones climáticas presentadas.

Los esquejes estuvieron desde el momento inicial y hasta los 45 días bajo un umbráculo rústico con cobertor acrílico que regula el 30 % de la intensidad luminosa y los restantes 45 días estuvieron a cielo abierto.

Fueron evaluadas las siguientes variables:

• Porcentaje de estacas brotadas (%) a los 45 días: del total de esquejes evaluados cuántos han emitido yemas foliares.

• Número de brotes por estacas. Cantidad de brotes existentes en cada estaca a los 25 días de plantadas.

• Altura del brote: se midió en el tiempo la longitud de los brotes después de pasados 21, 30, 45 y 90 días, promediando sus longitudes para comparar con el resto de los tratamientos.

Formación del callo. Determinar a los cuantos días se formaba en callo en las estacas.

• Porcentaje de estacas enraizadas (%). Del total de esquejes evaluados cuantos presentan raíces a los 60 días.

• Número de raíces por estacas. Cuántas raíces son emitidas por las estacas evaluadas a los 60 días.

• Longitud promedio de las raíces (cm). A los 60 días (momento del transplante a condiciones de envases).

Porcentaje de estacas vivas: del total de estacas cuántas sobreviven a los 60 días.

Se utilizó un diseño de bloque al azar con 4 réplicas de 10 bolsas de polietileno de 14 x 24 cada una y llenadas mediante diferentes combinaciones de suelo según tratamiento. Resultando en total 40 plantas por tratamiento.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante el paquete estadístico STATGRAPHIC Plus ver 5.1 en español. Se realizaron pruebas de rango múltiple de duncan para un 95 % de confiabilidad.

CAPITULO III

3. Resultados y Discusión.

Características de los componentes utilizados en los sustratos evaluados.

El suelo utilizado como componente del sustrato fue un Pardo sin Carbonato, a continuación se muestra sus características químicas.

Tabla 1. Características químicas del suelo utilizado para los experimentos (fuente: Instituto de Suelos, (2010).

Material	Parámetros			
	pH	P_2O_5	K_2O	M.O.
	(KCl)	(mg/100g)	(mg/100g)	(%)
Suelo Pardo sin Carbonato	5,46	41,4	16,64	3,94

La materia orgánica utilizada fue estiércol vacuno proveniente de vaquería típica # 26 de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Tabloncito, perteneciente a la Empresa pecuaria Tablón y se trasladó en carretón de buey en media jornada de trabajo. En la tabla 1 se muestran las características químicas del suelo.

La zeolita utilizada fue proveniente del yacimiento de Tasajeras en Villa Clara y tuvo una gravimetría de 3 mm. En la Tabla 2 y 3 se muestran algunas características de la zeolita y el estiércol vacuno utilizados.

Tabla. 2. Algunas características químicas de la Roca Zeolítica natural (RZN) del yacimiento de “Tasajera” usada en los experimentos (fuente: Espinosa 2009).

ELEMENTOS	Valor	Unidad
NH_4^+	0	Cmol($^+$) Kg^{-1}
P_2O_5	17.2	(mg/100g)
K^+	15.3	Cmol($^+$) Kg^{-1}
Ca^{++}	104	Cmol($^+$) Kg^{-1}
Mg^{++}	13	Cmol($^+$) Kg^{-1}
Na^+	33	Cmol($^+$) Kg^{-1}
C.I.C	164	Cmol($^+$) Kg^{-1}

Tabla 3. Características químicas del estiércol utilizado como sustrato (fuente: Instituto de Suelos, 2010).

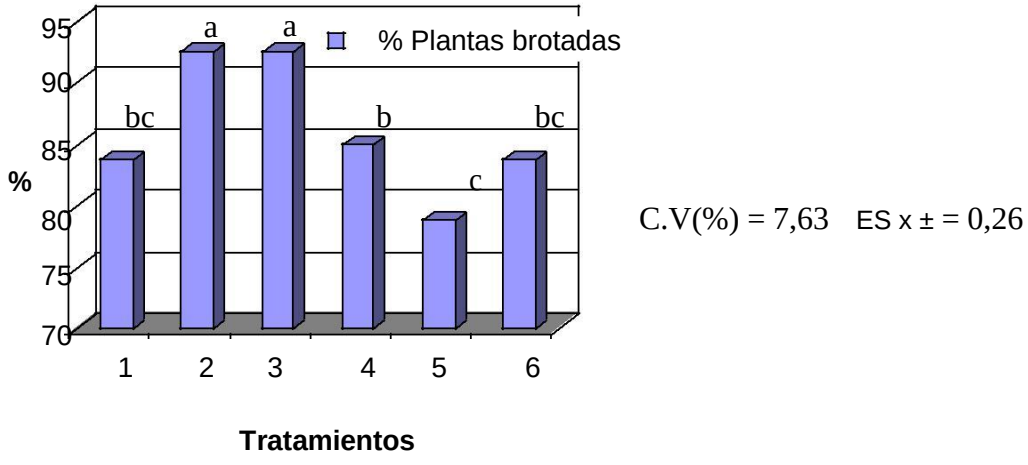
material	parámetros							
	pH	P_2O_5	K_2O	M.O.	Ca	Mg	Na	N
	(KCl)	(mg/100g)	(mg/100g)	(%)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	%
Estiércol vacuno	7.9	51.5	-	39.83	5.49	2.09	4.96	4.48

Tabla 4. Características químicas de la arena utilizada como componente del sustrato.

Material	parámetros			
	pH	P_2O_5	K_2O	M.O.
	(KCl)	(mg/100g)	(mg/100g)	(%)
Arena de río	6.69	8.92	-	1.76

Los resultados indican que los tratamientos utilizados tuvieron una influencia favorable en la cantidad de plantas brotadas, pues para el caso de todos los tratamientos se obtuvo valores por encima del 75 %. Los mejores resultados corresponden a los tratamientos 2 y 3 por encima del 90 % de plantas brotadas, mostrando diferencias significativas con el resto de los tratamientos, lo que se aprecia en la Figura 1. Estos resultados tienen que ver con el hecho de utilizar estacas centrales, y no poseer estas yemas terminales (principal fuente productora de ácido indolacético), hace que se reduzca la producción de auxinas endógenas. Este fenómeno, el cual se conoce como rompimiento de la dominancia apical provoca que el equilibrio auxinas - citoquinina favorezca a esta última, estimulándose la brotación. Estos resultados coinciden con lo planteado por MINAG, (2001) acerca de la factibilidad de utilizar estacas centrales en la propagación de frutales por esquejes y con lo planteado por Acosta y González, (2000).

Figura 1. Porciento de plantas brotadas según tratamiento.



Medias con letras diferentes difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para p<0,05

En la Tabla 5 se muestra la influencia de los tratamientos sobre el número de brotes por estacas para un período de 25 días, se observa que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos con los diferentes substratos, al respecto se ha planteado por varios autores (Hartmann y Kester, (1987); Weaver, (1980) que independientemente del uso de reguladores de crecimiento que se utilice la cantidad de brotes emitidos por estacas de frutales va a estar en estrecha relación con la cantidad de reservas presentes en los esquejes y con el tipo de material utilizado, es decir si son provenientes de la parte apical de ramas, de la base o provenientes de estacas del centro de las ramas utilizadas. También se destaca como un elemento importante la existencia de mayor número de yemas que las estacas basales, las cuales incrementan las posibilidades de brotación.

Tabla 5. Influencia de los tratamientos sobre el número de brotes por estacas.

Tratamientos	# de brotes /estacas (x)
1. 75% M.O.+ 25% zeolita (testigo)+ zeolita	2.38a
2. 50% M.O. + 25 suelo+ 25% zeolita+ zeolita	2.02ab
3. 50% suelo+ 50% M.O+ arena	2.18ab
4. 75% M.O.+ 25% arena + arena	2.31a
5. 50% M.O. + 25 suelo+ 25% arena+ arena	2.29a
6. 50% suelo+ 50% M.O.+ zeolita	2.34a
ES x ±	0.038
CV %	4.46

Medias con letras diferentes difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para p<0,05.

En la Tabla 6 se aprecian los resultados de la evaluación del indicador altura de brotes. El mejor comportamiento correspondió al tratamiento 2 desde la primera evaluación (21 días) y finalmente fue el tratamiento que mayor altura del brote alcanzó a los 90 días del experimento con una longitud de 26 cm. Este comportamiento tiene que ver con el indicador número de brotes por estaca reflejado en la tabla 4, pues en la medida que una

planta emita mayor cantidad de brotes, estos tendrán un menor crecimiento y un crecimiento más irregular (Torres y Vázquez, 1982).

Tabla 6. Influencia de los tratamientos sobre la altura de los brotes.

Tratamientos	Altura del brote (cm)			
	21 días	30 días	45 días	90 días
1	3[b]	9[b]	16[b]	22[c]
2	4[a]	10[a]	17[a]	26[a]
3	3[b]	7[c]	16[b]	23[b]
4	2[c]	7[c]	13[c]	19[d]
5	2[c]	7[c]	13[c]	18[e]
6	2[c]	7[c]	12[d]	17[f]
ES x ±	0.15	0.25	0.39	0.65
CV %	28.55	15.82	13.33	15.35

Medias con letras diferentes en columnas difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para $p<0,05$

En la Tabla 7 se observa el comportamiento en la formación del callo para los tratamientos evaluados. Se destacan como los mejores tratamientos el 1, 2, 4 y 6 que muestran el callo entre los 15 y 17 días, aunque lo más significativo es que todas las variantes utilizadas son capaces de inducir a la formación del callo. Se destacan los tratamientos que utilizaron como sustrato la zeolita, aspecto planteado por Espinosa *et al*, (1996), quienes además añaden el efecto favorable de la zeolita mezclada con estiércol vacuno en la fertilización de varios cultivos.

Se plantea que cuando una estaca se coloca en condiciones ambientales favorables para el enraizamiento, de ordinario se desarrolla cierta cantidad de callo en su extremo basal. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo a la creencia de que la formación de callo es esencial para el enraizamiento. En algunas especies, aparentemente la formación del callo es precursora de la formación de raíces adventicias. Hay pruebas de que el pH del medio de enraizamiento puede influir en el tipo de callo producido, lo cual a su vez afecta la emergencia de las raíces adventicias de nueva formación (Hartmann y Kester, 1987).

Tabla 7. Influencia de los tratamientos en la formación del callo.

Tratamientos	Formación del callo
1.	15.66^{ab}
2.	17.33^{abc}
3.	17.66^{bc}
4.	15.33^{a}
5.	18.33^{c}
6.	17.00^{abc}
C.V (%)	9.05
E.S±	0.36

Medias con letras diferentes difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para p<0,05

Tabla 8. Influencia de los tratamientos en el porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces y longitud de las raíces a los 60 días.

Tratamientos	Porcentaje de estacas enraizadas	# de raíces	Longitud de las raíces (cm)	% de estacas vivas
1	55b	2.50b	8b	88ª
2	58a	2.55a	9a	88ª
3	54c	2.12e	8b	86b
4	55bc	2.32c	9a	87ab
5	54c	2.05f	8b	87ab
6	56b	2.26d	7c	85c
C.V (%)	2.76	8.10	9.99	1.43
E.S ±	0.31	0.038	0.17	0.25

Medias con letras diferentes en columnas difieren según la prueba de Rango Múltiple Duncan para p<0,05

En la Tabla 8 se muestra el comportamiento de varios indicadores evaluados. Es de señalar el porcentaje de estacas enraizadas que en todos los casos se comportó por encima del 55%. Estos resultados son superiores a los obtenidos por Rivero *et., al.* (2005) al evaluar el mismo indicador pero en otro tipo de sustratos y supera lo obtenido por Moratinos et., al. (2008) al evaluar la influencia del ácido indolbutírico en varios indicadores, entre los que se encontraban % de estacas enraizadas y son similares a los obtenidos por (Ferreira y Martins, 1996; Martins y Ferreira, 1996; Pires *et al*., 1996. El mejor tratamiento fue el 2, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos. Estos

resultados tienen que ver con el uso de la solución de acido indolacético para todas las estacas en todos los tratamientos, pues independientemente del sustrato utilizado, está demostrada la factibilidad en el enraizamiento de esquejes, incluso en especies de difícil enraizamiento como el melocotón fueron reportados % de enraizamiento superiores al 60 % con el uso de reguladores de crecimiento en concentraciones superiores a las utilizadas (González, 2012).

Para la variable número de raíces el mejor tratamiento fue el 2 con diferencias significativas del resto de los tratamientos para un 95 % de confiabilidad al realizar la prueba de rango múltiple de duncan. Estos resultados son similares a los obtenidos por González, (2012), Rivero et al, (2005) y Moratinos et al, (2008) y están en estrecha relación con la capacidad de esta planta para formar callo en un período menor de 20 días para luego emitir raíces y por la influencia favorable que tiene el uso de la materia orgánica sobre la generación de raíces y su crecimiento. Las sustancias húmicas en bajas concentraciones actúan sobre la rizogénesis, porque aumentan la permeabilidad de la membrana celular, elevan la actividad de los fermentos sintetizantes así como del contenido de clorofila y la intensidad de la respiración (Burbano, 1998). La variable longitud de las raíces también se comportó mejor en el tratamiento 2 y en el 4. Este resultado podría estar influenciado por las excelentes propiedades físicas y químicas de ambos sustratos utilizados.

El porcentaje de estacas vivas en forma general se sitúo en el rango de 85 y 88 %, denotando con ello que las condiciones en las que se desarrolló el experimento (plantas madres, condiciones ambientales y técnicas utilizadas), estuvieron muy cercanas a las adecuadas, resultados similares habían sido reportados por Rivero et., al. (2005). Los mejores tratamientos fueron 1, 2, 4, y 5 con diferencias significativas del resto de los tratamientos al realizar prueba de rango múltiple de duncan para un 95 % de confiabilidad.

De forma general el mejor comportamiento lo tuvo el tratamiento 2, destacándose en todas las variables evaluadas. Este tratamiento es capaz de reducir el % de materia orgánica utilizado en el tratamiento 1 y utilizar suelo y zeolita como componente del sustrato sin afectar la producción de plantas por esquejes en el cultivo de la Acerola.

Conclusiones.

- Resultó efectivo el uso de diferentes proporciones de suelo, arena, materia orgánica y zeolita en el comportamiento de indicadores para la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes, pues todos los indicadores evaluados tuvieron un comportamiento similar o superior a resultados reportados en la región.

- En las condiciones de producción trabajadas, la obtención de posturas de Acerola por el método de esquejes se puede realizar a partir de la combinación de varias proporciones de sustratos existente y que son de fácil acceso.

- La mejor proporción de suelo, arena, materia orgánica y zeolita para la producción de posturas de *Malpighia emarginata* (Acerola) por el método de esquejes resultó la compuesta por 50% de M.O. + 25% suelo+ 25% zeolita+ cobertura de zeolita, destacándose un 88 % de estacas vivas y un mejor comportamiento en cantidad y longitud de raíces emitidas.

Recomendaciones.

Evaluar la factibilidad del uso de otros componentes y/o sustratos para la producción de plantas a partir de esquejes de Acerola.

Introducir los resultados obtenidos donde las condiciones lo permitan.

Referencias Bibliográficas.

Acosta, J.F., y González, J. F. (2000). Enraizamiento de estacas. Agrícolas Vergel.

Álvarez, J. (1996). Propagación vegetativa de los árboles frutales. Montevideo: Hemisferio Sur.

Araujo, F., P. Corzo, L. Lugo, y M. Quintero. (2000). *Situación actual y perspectivas de la producción frutícola en la zona norte del estado Zulia.* En: Resúmenes VII Congreso Nacional de Frutales. Universidad Nacional Experi-mental del Táchira (UNET). San Cristóbal, Venezuela. 163 p.

Avilán, L., F. Leal y D. Bautista. (1992). Manual de Fruticultura. Principios y manejo de producción. Segunda edición. Tomo II. Editorial América C. A. Caracas, Venezuela p. 787-803.

Barcelló, C. (1992). *Fisiología Vegetal.* La Habana.

Burbano H. (1998). La materia orgánica: Origen, propiedades y su relación con la calidad/salud del suelo. En: Resúmenes: IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Paipa, Colombia. 187 p.

Cañizares, J. (1968). La guayaba y otras frutas Myrtáceas. La Habana: Instituto del Libro. 87 p

Chandler, W. H. (1967). Frutales de hoja perenne. La Habana: Edición Revolucionaria. 666 p,

De Ravel, G; Ballot, R. (1976). Nuevo tratado practico de Fruticultura. Barcelona: Editorial Blume. 2da Ed. 535 p.

Down, G. (1991). Sistema de riego Spray Drip Down para la propagación de cultivos por esquejes. 32 p.

Espinosa, W.; J. Almaguer; E. Brunet y N. Yanes (1996). Sustitución de la fertilización química con el empleo de ZEOFERT. IV Jornada científica del Instituto de Suelo y II Taller Nacional sobre desertificación. (Res.) p. 44.

Espinosa, W.; J. M. Fernández y N. Cúrvelo. 2009. Fabricación y uso de abono organominerales natural (Zeofert) en unidades pecuarias. Revista ACPA #4. p 16-18

Fachinello, J. C., & Mielke, M. S. (n.d.). (1994). Propagaçao vegetativa da goiabeira serrana por enxertia de inverno. Revista Brasileira de Fruticultura (Cruz das Almas), 15(1), 91-95.

Ferreira, R. y A. Martins. (1996). Efeito do ácido indolbutírico (AIB) e da sacarose no enraizamento de estacas herbáceas de acerola (Malpighia glabra L.). En: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura. A. Meneguim, A., Yoshio, F. Zanetti, M. Miranda, L. Stenzel, R. Havagge, R. Pereira, Z. Tazima, W. Stenzel (Eds.). Curitiba, Brasil. p. 33.

Fonteno, W.; C. Harden and J. Brewster. (2000). Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU porometer. Horticultural Substrate Laboratory. North Carolina State University 26 p.

Gómez P., M. Reynes, M. Dornier y J.P. Hebert. (1999). *La cerise des Antilles: une exceptionnelle source de vitamine C naturelle*. Fruits. 54: 247-260.

González, F. D. (2012). Propagación masiva del Melocotón (Prunus persic (L.) Basch) en umbráculos rústicos. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. 45 p.

Hartmann, H. y D. Kester. (1987). *Propagación de Plantas. Principios y Prácticas.* Segunda edición. Compañía Editorial Continental, S y A. de C.V. México. 760 p.

Hoyos J. (1989). *Frutales en Venezuela*. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle Monografía N° 36, Caracas- Venezuela. 375 p.

Instituto de Suelos (2010). Fabricación de humus de lombriz a partir de diferentes fuentes de materia orgánica. en: Congreso Internacional de la Ciencia de Suelo en saludo al 45 Aniversario de la Sociedad Cubana de la Ciencia de Suelo y el 25 Aniversario del Instituto de Suelos. Conferencia Magistra. La Habana, Cuba. Libro de Resúmenes.

Instituto de Suelos. (2010). Tipos de suelo del municipio Cumanayagua y principales factores limitantes presentes. Mapa 1: 25 000. Conferencia presentada por Estación Experimental de Suelos en reunión nacional de Agricultura urbana.

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.

López M. A. (1977). Proyecto de siembra de 100 hectáreas de semeruco (Malpighia glabra L.) en el área de Bobare en el estado Lara. En: L. Laskowski y D. Bautista (Eds.). Evaluación de características

López, M. (1990). Fundamentos Teóricos - Prácticos del Cultivo de Tejidos Vegetales. Roma: FAO. 45 – 80.

Mac Millan, P. (2000). La Multiplicación de las Plantas. Barcelona, España: Ediciones Folio, S.A Muntaner,

Martins, A. y R. Ferreira. (1996). Efeito do tratamento de estacas herbáceas de acerola com auxinas (AIB e ANA) em diferentes doses. En: XIV Congresso Brasileiro de Fruticultura. A. Meneguim, A., Yoshio, F. Zanetti, M. Miranda, L. Stenzel, R. Havagge, R. Pereira, Z. Tazima, W. Stenzel (Eds). Curitiba, Brasil. p. 32.

Mesa, J. (2000). Enraizamiento de esquejes de especies frutales. Ponencia al XI Forum de Ciencia y técnica. Municipio Cienfuegos. 10 p.

MINAG (2001). Instituto de Investigaciones de Cítricos y otros Frutales. Propagación de frutales. 43 p

MINAG, (1999). Información sobre guayaba. Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical. 11 p.

MINAG, (2000). Tecnología para el cultivo de la guayaba enana roja cubana. Guía técnica. 6 p.

MINAG. (2002). Viveros. Instituto de investigaciones de cítricos y otros frutales. Generalidades. 17 p.

MINAG. (2003). Guía práctica del cultivo de la guayaba. Instituto de investigaciones de cítricos y otros frutales. 50 p

MINAG, (2006). Evolución en la producción de frutales en el País. Instituto de investigaciones de cítricos y otros frutales. 24 p

Moratinos, P.; Flores, E.; Gómez, A y Ramírez, M. (2008). Enraizamiento de estacas de semeruco (Malpighia glabra L. y M. emarginata Sessé & Moc. ex D.C.). en: Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2008, 25: 405-420. Departamento de Botánica, 2Departamento de Estadística. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, estado Zulia. Venezuela. Nota técnica.

Nahla, V., Proebsting, M., Bassil. W., & Moore, L.W. (1991.). Propagation of Hazelnut Stem Cutting Using Agrobacterium Rhizogenez Hortscience, 26(8), 1058 – 1060.

NRC (1999). Norma Ramal Cubana ISO 103 – 90. Especificaciones. Determinación de pH. Ministerio de la Agricultura, Cuba.

NRC (1999). Norma Ramal Cubana No 51. Especificaciones. Determinación del % de materia orgánica. Ministerio de la Agricultura, Cuba.

NRC (1999). Norma Ramal Cubana No 52. Especificaciones. Determinación de Fósforo y Potasio. Ministerio de la Agricultura, Cuba.

Oliva, H.; Frómeta, E.; Noriega, C. M.; Gutiérrez, C.; Rodríguez, M.E y Elsa Frómeta. (2000). Estrategia para el desarrollo sostenible de la acerola en Cuba. XVI Congreso de Fruticultura. Brasil, 20 - 25 Septiembre, Libro de Resúmenes.

Peña, H.; Díaz, J. A. y Martínez. Teresa. , (2006). Fruticultura Tropical. 2da Parte. Cap. 4. La Habana: Félix Varela. p. 83 - 130.

Rivero, G.; Ramírez, M.; Caraballo, B. y Guerrero, R. (2005). Enraizamiento de estacas de semeruco (Malpighia emarginata Sessé & Moc. ex DC). Revista de la Facultad de Agronomía. ISSN 0378-7818. Universidad del Zulia Av. 4. Bella Vista con calle 74. Edif. Fundaluz, piso 10 y 4, Maracaibo, estado Zulia. Venezuela. Código postal 4002. Telf-fax 061-596860, 926307, 926308.

Torres, S. y Vázquez, E. (1982). Fisiología Vegetal. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Valdés, R. (2001). Conferencias de Fisiología Vegetal. Universidad Agraria de la Habana.

Weaver, R. J. (1980). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. México: Trillas.