

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CLAVO VERDE (*Phittosporum tobira*) EN CONDICIONES DE INVERNADERO

VEGETATIVE PROPAGATION OF *Phittosporum tobira*
UNDER GREEN HOUSE CONDITIONS

Adrián Ocampo Ocampo¹, Carlos Manuel Acosta Durán^{2*}

¹Estudiante de Licenciatura Desarrollo Rural, ²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001. Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos. Correo-e: acosta_duran@yahoo.com.mx

*Autor responsable

RESUMEN

El sistema de propagación es determinante para la sobrevivencia y enraizamiento de esquejes. El tipo de sustrato tiene un efecto significativo en la sobrevivencia, sanidad, formación de callo y raíz, de esquejes de clavo verde para propagación vegetativa. La aplicación de AIB no mostró influencia directa en la formación de raíces. Se demostró que la propagación por esqueje es una alternativa a la propagación por estaca de clavo verde. El mejor prendimiento fue de 50 % y se observó en los sustratos preparados con composta+fibra de coco, turba+vermiculita y vermiculita+fibra de coco sin aplicación de AIB. El mejor sustrato para propagación por esqueje de clavo verde por sobrevivencia (90.0 %), sanidad (0 % de plantas enfermas) y prendimiento (50 %) fue el preparado con vermiculita y fibra de coco en partes iguales.

Palabras clave: propagación, sustratos, *Phittosporum tobira*, esquejes.

ABSTRACT

The propagation system determines the survival and rooting of cuttings. The type of substrate has a significant effect on survival, health, callus and root formation, of *Phittosporum tobira* cuttings for vegetative propagation. The application of AIB showed no direct influence on the formation of roots. It was shown that propagation by cuttings is an alternative to propagation by stake. The best rooting was 50% and was observed in the substrates prepared with compost + coir, peat + vermiculite and vermiculite + coconut fiber, without the application AIB. The best substrate for propagation of cuttings of *P. tobira* for survival (90.0%), health (0% diseased plants) and rooting (50%) was prepared in equal parts with vermiculite and coir.

Keywords: propagation, growing media, *Phittosporum tobira*, cuttings.

INTRODUCCIÓN

En México, el 32%, de la superficie nacional cultivada en horticultura ornamental, se encuentra en el estado de Morelos, donde 2,200 viveros distribuidos en toda la entidad producen más de 1,000 especies y generan 11,000 empleos, el 40% de los cuales los ocupan mujeres. En 2,100 ha, el 58 % se cultivan a cielo abierto, el 20 % bajo invernadero y 22 % a media sombra (SAGARPA, SIAP, 2008).

El Estado de Morelos está considerado como el principal productor de plantas de ornato en el ámbito nacional, ya que por sus condiciones climáticas produce una gran variedad de especies permitiendo con ello contribuir considerablemente a la economía de la entidad. Otros estados productores son en orden de importancia, Estado de México, Puebla, Colima, Guerrero y Guanajuato. Además, a medida que transcurre el tiempo, el viverismo adquiere mayor importancia en otras entidades. Los cultivos más sobresalientes en Morelos son: nochebuena, crisantemo, belén, lantana, bugambilia, aralia, amoena, ficus, violeta, croto, helecho, tulia, rosa, petunia, geranio y palma, entre otras, cada una con gran cantidad de variedades (FIRA, 1996).

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

La investigación de nuevos materiales para formular sustratos que sirvan como medio de crecimiento vegetal se ha transformado en una actividad fundamental, debido al encarecimiento y baja disponibilidad de los ya existentes, y a su vez a la creciente demanda de sustratos

cada vez más específicos. Ante este panorama, parece interesante investigar la aptitud de los subproductos o residuos generados por diferentes actividades productivas y de consumo, como componentes de sustratos, particularmente por su reducido costo. El empleo de residuos en la formulación de sustratos tiene un elevado valor medioambiental, ya que devuelve al ciclo productivo materiales desechados, y en muchos casos su manejo resulta muy problemático y caro. A su vez, el empleo de este tipo de materiales reduce la presión de explotación sobre recursos naturales, que no resisten altos ritmos de explotación sin ocasionar un fuerte impacto en el medioambiente (Zapata *et al.*, 2005).

Para establecer la aptitud y utilidad de los materiales orgánicos como componentes de sustratos es fundamental conocer sus propiedades químicas, físicas e hidrofísicas (Ansorena, 1994). Adicionalmente, estos antecedentes permiten valorar posibles riesgos y restricciones de uso que se deberán considerar.

Cada tipo de planta requiere su tipo de propagación más adecuado, desde el más natural y conocido como es por medio de las semillas o por división de raíces por ejemplo. Por lo general se suelen propagar por esquejes y división de raíces plantas perennes o arbustivas y por semillas las anuales y bianuales.

La propagación por esqueje es un método muy utilizado en horticultura para propagar muchas especies y sus respectivas variedades. Se trata de un método que consiste en seleccionar una planta sana y joven a la que se le corta justo debajo de un nudo de una hoja o tallo utilizando preferiblemente una cuchilla limpia y bien afilada. Posteriormente se quitan las hojas inferiores y se entierra bajo un sustrato adecuado, aunque hay quienes las sumergen primero en un preparado de hormonas de enraizamiento para garantizar su éxito.

Hay distintos tipos de propagación por esqueje: como el de hoja, esqueje de hoja y tallo, esqueje leñoso, esqueje tierno, esqueje semileñoso, esqueje de raíz y esqueje de yema.

Durante el proceso de propagación, la disponibilidad de agua para el esqueje es fundamental para el desarrollo de raíces adventicias. Existen diferentes métodos de riego para propagación como: riego manual, por aspersión, microaspersión, nebulización y por subirrigación.

Con la utilización de estos sistemas, la sanidad del cultivo debe tener una importancia relevante. En soluciones nutritivas recirculadas, hongos y enfermedades pueden ser fácilmente diseminadas y transportadas a través del cultivo. El sistema radicular de una planta debe estar dañado o predispuesto para ser infectado por un hongo patógeno.

Existen factores que ayudan a desencadenar esta predisposición: El tiempo de inundación, sustratos con drenaje insuficiente y poca aireación, acumulación de sales, utilización de soluciones nutritivas inapropiadas con exceso de nitrógeno amoniacal, utilización de aguas de baja calidad y exceso de cloro y sodio, entre algunos.

El manejo de sistema de irrigación y las prácticas culturales deben encaminarse a la minimización de todos los factores que afecten el deterioro del sistema radicular del cultivo.

El clavo verde (*Phittosporum tobira*) (Thunb.) Ait. es uno de los cultivos ornamentales de mayor demanda en el estado de Morelos de hecho en estudios recientes se determinó que el cultivo del clavo ocupa el 5º lugar en el valor de la producción de plantas de ornato en el Estado de Morelos (Mundo, 2002).

Pittosporum tobira (Pitosporo del Japón) es un arbusto, o con los años llega a ser un arbolito de hasta 4-5 m de altura, con la corteza oscura, con hojas obovadas de 5-10 cm de longitud, muy obtusas, coriáceas, con los márgenes revolutos, glabras. Haz de color verde oscuro y envés algo más claro, con el nervio central destacado. Flores de 1.2 cm de diámetro, dispuestas en umbelas terminales. Son fragantes, de color blanco o crema. Fruto ovoide de 1-1.2 cm de diámetro, anguloso, cubierto de fino tomento. Semillas negras.

La reproducción comercial del clavo verde se realiza por enraizamiento de estacas y en pocas ocasiones por semilla.

Según Cabrera *et al.* (2007) para la reproducción por estaca se obtienen resultados aceptables cuando se siguen las siguientes recomendaciones: La estaca se corta de 8-10 cm de longitud, en clavo normal, y en enano las puntas de 5-6 cm de longitud, a cada esqueje se le hace la "labrada" que consiste en un corte ligeramente longitudinal en la base del esqueje con el propósito de que haya una mayor superficie de adherencia del enraizador.

La base de cada estaca se pone en contacto con el enraizador Radix 10000® en polvo, especial para enraizar tallos leñosos y se colocan en macetas de seis pulgadas rellenas de tezontle cribado con agrolita en proporción de 50% y 50% o en su defecto 50% de tezontle y 50% de arena o 75% de tezontle y 25% de tepojal, previamente humedecidos. En la base de cada maceta se coloca de 1 a 2 cm de tepojal para proporcionar así una buena aeración. En cada maceta puede acomodarse de 15 a 30 estacas.

Sin embargo, esta recomendación se obtuvo mediante encuestas a un grupo de productores y no se tiene información precisa acerca de la efectividad del método, de los porcentajes de prendimiento de los esquejes de la especie ni del tiempo requerido para el trasplante exitoso del esqueje, por lo que se

requiere más información para desarrollar una actividad rentable de la producción comercial de clavo verde.

Partiendo de la hipótesis de que el sustrato y la aplicación de fitohormonas son factores determinantes en la propagación vegetativa de clavo verde (*Phittosporum tobira*), se estableció como objetivo general del trabajo, evaluar el efecto del tipo de sustrato y la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) en la producción de raíces en esquejes de clavo verde (*Phittosporum tobira*) bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación consistió en una serie de tres experimentos que se desarrollaron en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en Cuernavaca, Morelos, que geográficamente se encuentra a los 99° 15' 75" de latitud N y 18° 58' 49" de longitud W a una altura sobre el nivel del mar de 1850 m (García, 1981), con un tipo de clima semicálido subhúmedo (García, 1980), clasificado como A(C)w1"(w)ig, que corresponde al más cálido de los templados. La temperatura media anual es de 22 °C con marcha de tipo Ganges (el mes más caliente antes de Junio).

El material vegetal que se utilizó fue Clavo verde (*Phittosporum tobira*) (Thunb.) Ait.

Experimento 1

Se cortaron esquejes de un seto de clavo verde que está ubicado en los jardines de la unidad biomédica, de la UAEM. Se cortó esqueje de aproximadamente 5 cm de largo. Al esqueje se le dejaron cinco hojas y se dejó reposar en el agua para que se mantenga hidratado.

Se colocaron charolas de polietileno de 50 cavidades. Se colocaron sustratos

preparados con diferentes proporciones de: tierra de hoja composta, turba, vermiculita y fibra de coco (Cuadro 1). Se hicieron diferentes mezclas de estos materiales y se llenaron las charolas previamente a la colocación del esqueje.

Cuadro 1. Tratamientos para el experimento de sustratos para inducción de raíces en esquejes de clavo verde para propagación vegetativa.

Tr	Composición (v/v)
T1	Tierra de hoja (100 %)
T2	Composta (100 %)
T3	Turba (100 %)
T4	Vermiculita (100 %)
T5	Fibra de coco (100 %)
T6	Tierra de hoja (50 %) + Composta (50 %)
T7	Tierra de hoja (50 %) + Turba (50 %)
T8	Tierra de hoja (50 %) + Vermiculita (50 %)
T9	Tierra de hoja (50 %) + Fibra de coco (50 %)
T10	Composta (50 %) + Turba (50 %)
T11	Composta (50 %) + Vermiculita (50 %)
T12	Composta (50 %) + Fibra de coco (50 %)
T13	Turba (50 %) + Vermiculita (50 %)
T14	Turba (50 %) + Fibra de coco (50 %)
T15	Vermiculita (50 %) + Fibra de coco (50 %)

Tr= tratamiento

Se colocó un esqueje de clavo verde en cada cavidad de cada tratamiento. El riego se realizó mediante subirrigación para lo que se colocó debajo de la charola de cada tratamiento, un plato de plástico lleno de agua (Figura 1). El agua se monitoreó para saber la cantidad de agua que absorbe el sustrato.

Durante 30 días, se monitoreó cada dos días, la subirrigación y el esqueje, para determinar la sobrevivencia del esqueje a las condiciones de propagación.

Las combinaciones produjeron 15 tratamientos, que se manejaron mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de tres cavidades con un esqueje cada una.

Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

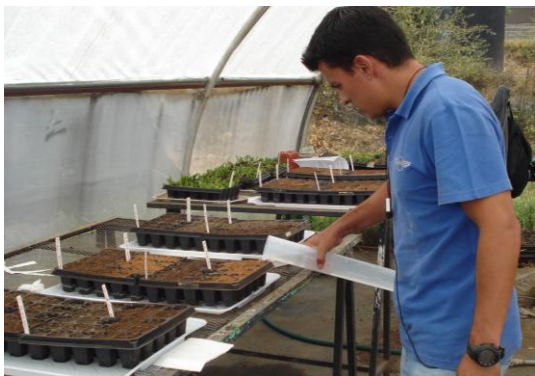


Figura 1. Colocación de plato para subirrigación en charolas para enraizamiento de esquejes de clavo verde en diferentes sustratos.

A los 30 días después de la colocación del esqueje (DDCE) se sacaron los esquejes y se registraron las variables de porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de sanidad, presencia de callo y presencia de raíz.

Experimento 2

Para este experimento se seleccionaron diez sustratos del experimento 1. El criterio de selección fue principalmente el porcentaje de sobrevivencia y la permanencia de hojas en los esquejes.

En este experimento se utilizaron charolas de 125 cavidades para aumentar la retención de humedad de los sustratos, el resto del procedimiento para la propagación fue el mismo que en el experimento anterior. Además se duplicaron los tratamientos para la aplicación de Ácido Indol butírico (AIB) (Cuadro 2).

Durante 30 días, se monitoreó, cada dos días la subirrigación y el esqueje, para

determinar la sobrevivencia del esqueje a las condiciones de propagación.

A los 30 días después de la colocación del esqueje (DDCE) se sacaron los esquejes y se registraron las variables de porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de sanidad, presencia de callo y presencia de raíz.

Para el análisis de datos se utilizó un diseño completamente al azar con 20 tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de cinco cavidades con un esqueje cada una. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza y la separación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Experimento 3

Se cortaron esquejes del seto de clavo verde que está ubicado en unidad biomédica, en la entrada de la dirección de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Se cortó el esqueje de aproximadamente 3 a 5 cm de largo. Al esqueje se le dejaron cinco hojas y se dejó reposar en agua durante 4 horas para que se mantenga hidratado.

Se colocaron charolas de polietileno de 50 cavidades. Se colocaron sustratos preparados con diferentes proporciones de: Tierra de hoja Composta, Turba Vermiculita y Fibra de coco (Cuadro 2). Se hicieron diferentes mezclas de estos materiales y se llenaron las charolas previamente a la colocación del esqueje.

De esta manera quedaron las combinaciones de sustratos, dado así que en cada charola se utilizaron 20 cavidades para cada tratamiento, en total fueron 20 tratamientos con esqueje de clavo verde. Se colocó un esqueje de clavo verde en cada cavidad de cada tratamiento.

Cuadro 2. Tratamientos para el experimento tres de sustratos para inducción de raíces de estacas de clavo verde para propagación vegetativa.

Tratamiento	Composición (v/v)	Hormona
T1	Composta (100 %)	AIB
T2	Composta (100 %)	
T3	Turba (100 %)	AIB
T4	Turba (100 %)	
T5	Fibra de coco (100 %)	AIB
T6	Fibra de coco (100 %)	
T7	Tierra de hoja (50 %) + Turba (50 %)	AIB
T8	Tierra de hoja (50 %) + Turba (50 %)	
T9	Composta (50 %) + Turba (50 %)	AIB
T10	Composta (50 %) + Turba (50 %)	
T11	Composta (50 %) + Vermiculita (50 %)	AIB
T12	Composta (50 %) + Vermiculita (50 %)	
T13	Composta (50 %) + Fibra de coco (50 %)	AIB
T14	Composta (50 %) + Fibra de coco (50 %)	
T15	Turba (50 %) + Vermiculita (50 %)	AIB
T16	Turba (50 %) + Vermiculita (50 %)	
T17	Turba (50 %) + Fibra de coco (50 %)	AIB
T18	Turba (50 %) + Fibra de coco (50 %)	
T19	Vermiculita (50 %) + Fibra de coco (50 %)	AIB
T20	Vermiculita (50 %) + Fibra de coco (50 %)	

Para la subirrigación, debajo de la charola de cada tratamiento se colocó un plato lleno de agua. Para evitar la deshidratación de los esquejes se colocaron domos de polietileno transparente que cubría completamente la charola (Figura 2).

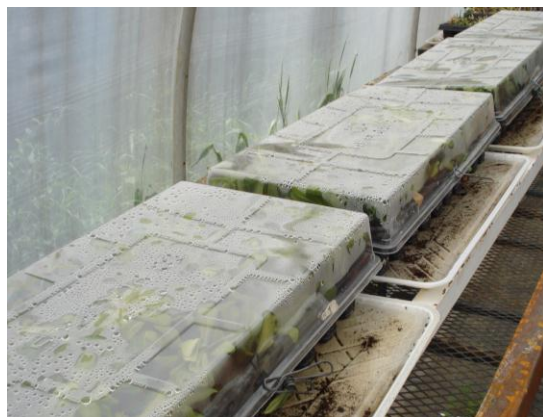


Figura 2. Colocación de domos y platos para subirrigación en charolas Para propagación de clavo verde en diferentes sustratos.

Durante 50 días, se monitoreó cada dos días, la subirrigación y el esqueje, para determinar la sobrevivencia del esqueje a las condiciones de propagación.

A los 50 DDCE se sacaron los esquejes y se registraron las variables de porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de sanidad, presencia de callo, presencia de raíz y número de raíces por esqueje.

Las combinaciones produjeron 20 tratamientos, que se manejaron mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de cinco cavidades con un esqueje cada una. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p < 0.05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

Se observaron diferencias significativas en el comportamiento de los esquejes como respuesta a los sustratos utilizados (Cuadro 3). Una variable que no

menciona la literatura es la mortalidad del esqueje a causa de la presencia de enfermedades. En este trabajo se detectó la presencia de pudrición del pie del esqueje (Figura 3) y su incidencia fue alta lo que ocasionó la pérdida de mucho material vegetativo.

Cuadro 3. Respuesta de esquejes de clavo verde a los 30 DDCE en 15 sustratos con subirrigación.

	Sobrevivencia (%)	Esquejes enfermos (%)	Esquejes con callo (%)	Esquejes con raíz (%)
T1	100.00 a ¹	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T2	58.33 c	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T3	100.00 a	66.66 a	33.33 b	16.67 b
T4	91.67 a	75.00 a	41.66 ab	0.00 d
T5	100.00 a	91.67 c	25.00 bc	0.00 d
T6	50.00 c	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T7	91.67 a	100.00 c	8.33 cd	0.00 d
T8	75.00 b	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T9	66.67 b	100.00 c	8.33 cd	8.33 c
T10	83.33 ab	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T11	100.00 a	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T12	91.67 a	100.00 c	0.00 d	0.00 d
T13	100.00 a	100.00 c	16.67 c	0.00 d
T14	100.00 a	66.66 a	33.33 b	0.00 d
T15	91.67 a	83.33 bc	58.33 a	41.66 a

¹Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos (Tukey < 0.05)



Figura 3. Pudrición del pie del esqueje de clavo verde.

Se observaron diferencias significativas en los porcentajes de mortalidad de los esquejes de acuerdo al sustrato (Figura 4). Los síntomas observados fueron deshidratación, caída de hojas y necrosamiento que iniciaba en la parte baja, avanzando hacia arriba con el paso del tiempo (Figura 3).

Los sustratos en los que se observó la mayor mortalidad fueron el T6 (50 %) y el T2 (41.67 %). Estos sustratos son los que se prepararon con composta (100 %) y con tierra de hoja + composta (50 + 50 %) respectivamente. La composta tiene porcentajes de porosidad muy bajos y alta retención de humedad, lo que posiblemente favoreció el desarrollo de hongos que causaron la mortalidad de los esquejes. Según varios autores la utilización de sustratos con poca porosidad no es recomendable para la propagación de plantas.

En este trabajo la subirrigación mantuvo un exceso de humedad en los sustratos poco porosos lo que propicio poca sobrevivencia de los tratamientos.

Diez de los 15 tratamientos mostraron sobrevivencia de más del 90 % pero la mayoría de los esquejes que sobrevivieron a los 30 DDCE, mostraron síntomas de la enfermedad, por lo que se consideró que al final no llegarían a producir esquejes enraizados útiles para trasplante (Figura 5). Los tratamientos que mostraron el mayor número de plantas sanas fueron el T4 (25 %), el T3 (33.3 %) y el T14 (33.3), aunque en los tres casos el porcentaje fue muy bajo.

Por otro lado, se observó respuesta de algunos sustratos en cuanto a la formación de callo y raíz. En ocho de los sustratos evaluados se formó callo y la mayor proporción se observó en el T15 (58.3 %) y en el T4 (41.6 %) (Figura 6). Las condiciones para la formación de callo y raíz en un esqueje son: alta humedad en el sustrato y alta humedad relativa en el aire, condiciones que en este trabajo no mostraron equilibrio por lo que los porcentajes fueron bajos sobre todo para la formación de raíces.

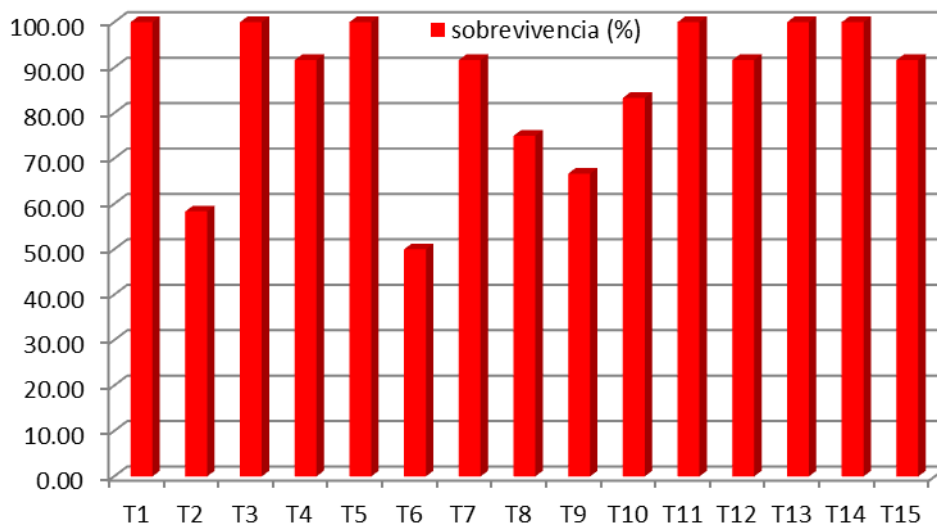


Figura 4. Porcentaje de sobrevivencia de clavo verde a los 30 DDCE en 15 sustratos con subirrigación.

En tres de los sustratos evaluados se observaron primordios de raíz, en el T15 (vermiculita + fibra de coco), en el T3 (turba) y en el T9 (Tierra de hoja + fibra de coco) con 41.6, 16.6 y 8.3 % respectivamente, observándose diferencias significativas entre los tres tratamientos. La formación de primordios de raíz fue mucho más limitada posiblemente por el tiempo del periodo de evaluación, aunque otros autores mencionan éxito en el enraizamiento de esquejes en periodos cortos, en el caso de esquejes de plantas herbáceas como en este trabajo (Tillman *et al*, 1994; Paulus y Paulus, 2007; Ehlert, 2004).

Se observó que muchos esquejes se deshidrataron a pesar de tener el riego constante por el método de subirrigación, lo que parece indicar que la absorción de agua no era tan efectiva en algunos tratamientos. Se sabe que utilizar celdas más pequeñas mantiene mayor humedad que en celdas de mayor tamaño lo que podría ser una opción para evitar la deshidratación.

Experimento 2

Para este experimento se seleccionaron aquellos sustratos que presentaron menor incidencia de enfermedades en la base del esqueje y que mostraron menores síntomas de deshidratación con respecto al experimento 1, además se utilizaron charolas de celdas más pequeñas.

El porcentaje de sobrevivencia fue muy bajo, entre 5 y 45 %, muriendo la gran mayoría de los esquejes en los tratamientos T3, T4, T5, T6, T7, T8, T17, T18, T19 y T20 (Figura 7). En el resto de los tratamientos no sobrevivió ningún esqueje (Cuadro 4). En este caso los síntomas de mortalidad fueron por pudrición del pie del esqueje lo que pudo haber sido causado por el incremento de humedad en las celdas de las charolas por ser de menor tamaño que en el experimento 1.

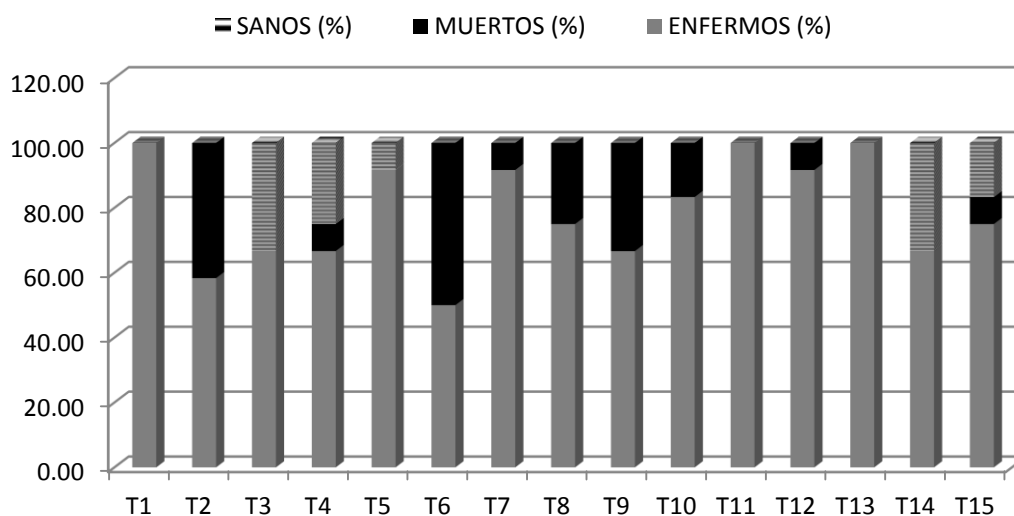


Figura 5. Porcentaje de sanidad de esquejes de clavo verde a los 30 DDCE en 15 sustratos con subirrigación.

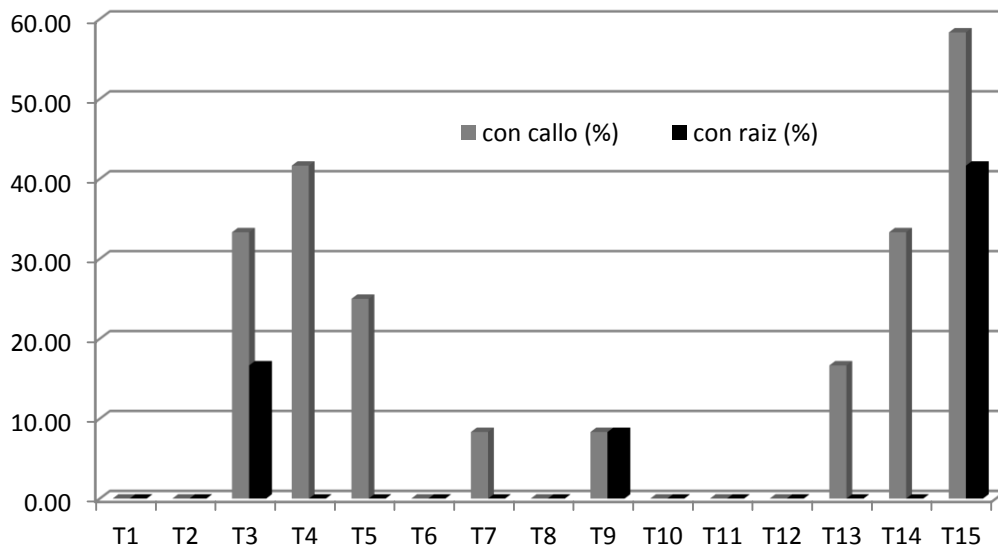


Figura 6. Porcentaje de esquejes de clavo verde con callo y con raíz a los 30 DDCE en 15 sustratos con subirrigación.

Entre los esquejes sobrevivientes se determinó el porcentaje de esquejes que formaron callo. En los esquejes de nueve tratamientos se observaron valores entre 5 y 50 % a los 30 DDCE. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con y sin AIB, sin embargo en algunos casos en el tratamiento con AIB fue superior y en otros casos fue inferior (Cuadro 4, Figura 8).

Teóricamente la aplicación de la hormona debería promover el crecimiento de callo y raíz en los esquejes en menor tiempo en los esquejes que no se aplicaron. Sin embargo aparentemente el efecto fue contrario posiblemente porque el vehículo de aplicación de la hormona es un talco que con el constante presencia de humedad forma una "masa" que posiblemente obstruya los conductos del esqueje reduciendo la absorción de agua principalmente, y evitando el efecto de la hormona.

En ninguno de los tratamientos se observaron primordios de raíz a los 30 días después de la colocación de los esquejes.

Aparentemente la utilización de cavidades más pequeñas no corrigió los errores del experimento 1, reduciendo los porcentajes de sobrevivencia, aumentando los porcentajes de plantas enfermas y deshidratadas. Sin embargo el porcentaje de esquejes que formaron callo se mantuvo en el mismo nivel que en el experimento 1.

Experimento 3

Se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 5). Con el sistema de cultivo implementado se elevaron los porcentajes de sobrevivencia observándose de 35 a 100% de los esquejes colocados.

Los tratamientos que mostraron mayores porcentajes de sobrevivencia fueron el T20 (90 %) y el T12 (80 %) que fueron estadísticamente iguales a los tratamientos T2, T4, T9, T11, T16, T17 y T19, y superiores al resto de los tratamientos (Cuadro 5, Figura 12).

Cuadro 4. Porcentaje de sobrevivencia de clavo verde a los 30 DDCE en 20 sustratos con subirrigación.

Tratamiento	Vivos (%)	Sanos (%)	Con callo (%)	Con raíz (%)
T1	0 c	0 c	0 d	0 a
T2	0 c	0 c	0 d	0 a
T3	35 b	0 c	35 b	0 a
T4	45 a	10 ab	45 a	0 a
T5	35 b	5 b	35 b	5 a
T6	50 a	20 a	50 a	0 a
T7	15 c	10 ab	15 c	0 a
T8	5 c	0 c	5 cd	0 a
T9	0 c	0 c	0 d	0 a
T10	0 c	0 c	0 d	0 a
T11	0 c	0 c	0 d	0 a
T12	0 c	0 c	0 d	0 a
T13	0 c	0 c	0 d	0 a
T14	0 c	0 c	0 d	0 a
T15	0 c	0 c	0 d	0 a
T16	0 c	0 c	0 d	0 a
T17	35 b	0 c	35 b	0 a
T18	25 bc	5 b	5 c	0 a
T19	10 c	0 c	10 c	0 a
T20	10 c	0 c	10 c	5 a

¹Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos (Tukey < 0.05)

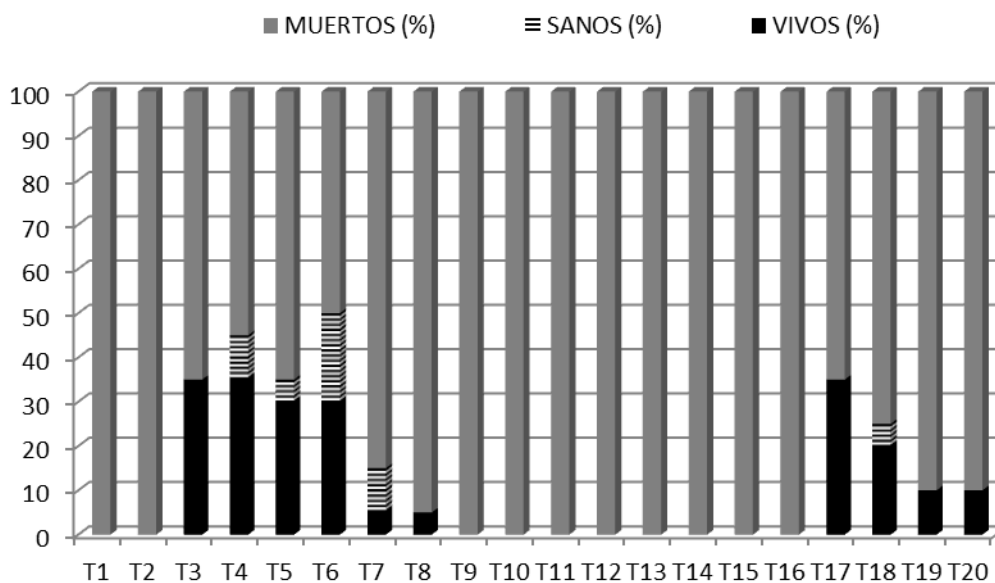


Figura 7. Porcentaje de sanidad de esquejes de clavo verde a los 30 DDCE en 20 sustratos con subirrigación.

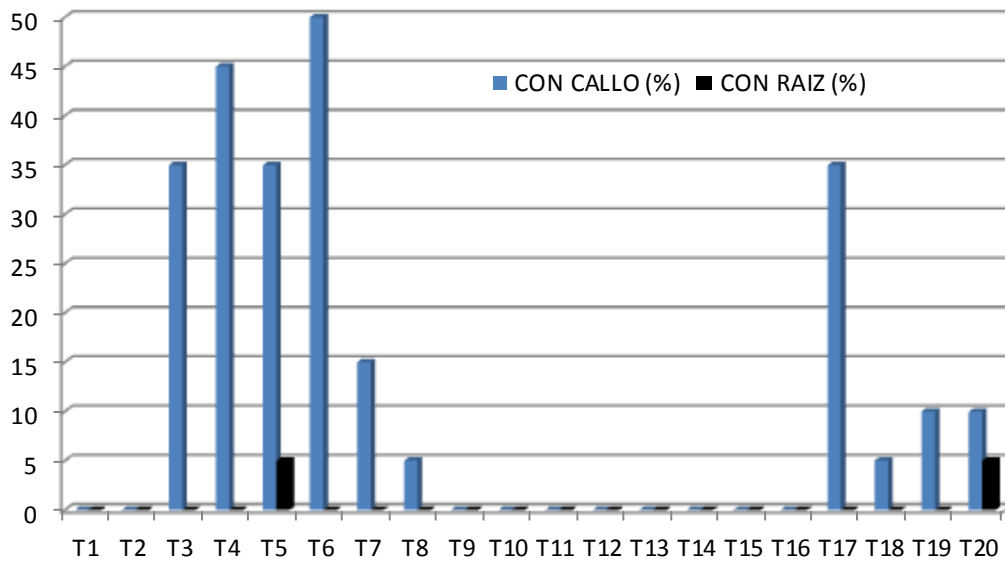


Figura 8 Porcentaje de esquejes de clavo verde con callo y con raíz a los 30 DDCE en 20 sustratos con subirrigación

El porcentaje de sanidad aumentó considerablemente con respecto a los experimentos 1 y 2 observándose porcentajes de hasta 83% de esqueje sano. En los tratamientos T4, T5, T6, T14 y T20 no se observaron esquejes enfermos (Cuadro 5).

Estos tratamientos fueron preparados con turba, vermiculita y fibra de coco lo que garantiza alta porosidad y por lo tanto se reduce la posibilidad del desarrollo de microorganismos en el sustrato y como consecuencia aumenta el número de esquejes completamente sanos. Cabe aclarar que en este experimento la mortalidad de los esquejes se produjo por el desarrollo de fungosis en la parte aérea (las hojas), causa que no puede atribuirse al sustrato pero sí a la condición de alta humedad relativa de los domos (Figura 9).

Los altos porcentajes de sobrevivencia de los esquejes permitieron observar con más claridad el crecimiento de callo y de raíz (Figura 14). Los esquejes que sobrevivieron presentaron porcentajes del 100 % en la formación de callo

observándose diferencias significativas en la aparición de raíz en los diferentes tratamientos. Se observaron diferencias en la formación de raíces de cero a 100 % en los esquejes vivos y de cero a 50 % con respecto al total de los esquejes colocados (Cuadro 6).

El tratamiento en el que se observó el mayor número de esquejes con raíz fue el T14 (100 %), que fue significativamente superior al resto de los tratamientos (Cuadro 6) y fue preparado con composta+fibra de coco. Los tratamientos T20 (55.5 %), T16 (55.5 %), T19 (44.4 %), T17 (44.4 %) y T10 (40.0 %) mostraron porcentajes aceptables de esquejes con raíz y estos fueron preparados con vermiculita+fibra de coco, turba+vermiculita, vermiculita+fibra de coco, turba+fibra de coco y composta+turba respectivamente. Estos resultados muestran que al parecer la fibra de coco tiene un efecto importante en el desarrollo de raíces de los esquejes.

Por otro lado, los tratamientos en los que no se observó la formación de raíces fueron los T4 y T8 y aquellos en los que se

formó el menor número de raíces fueron los tratamientos T7 (12.5 %), T18 (14.0 %) y T3 (16.6 %). Estos tratamientos fueron preparados con turba, tierra de hoja+turba, tierra de hoja+turba, turba+fibra de coco y

turba respectivamente, de donde se deduce que la turba genera un efecto desfavorable para la formación raíces en esquejes de clavo verde.

Cuadro 5. Porcentaje de sobrevivencia y sanidad de esquejes de clavo verde a los 50 DDCE en 20 sustratos con subirrigación.

	% de esquejes		
	Vivos	Muertos	Enfermos
T1	30.0 cd	60.0 c	10.0 ab
T2	70.0 ab	20.0 ab	10.0 ab
T3	50.0 c	40.0 b	10.0 ab
T4	70.0 ab	30.0 ab	0.0 a
T5	50.0c	50.0 bc	0.0 a
T6	40.0c	60.0 c	0.0 a
T7	40.0c	20.0 ab	40.0 bc
T8	50.0c	40.0 b	10.0 ab
T9	90.0 a	0.0 a	10.0 ab
T10	30.0 cd	50.0 bc	20.0 b
T11	70.0 ab	0.0 a	30.0 bc
T12	80.0a	10.0 a	10.0 ab
T13	40.0 c	50.0 bc	10.0 ab
T14	50.0 c	50.0 bc	0.0 a
T15	50.0 c	10.0 a	40.0 bc
T16	70.0 ab	10.0 a	20.0 b
T17	70.0 ab	10.0 a	20.0 b
T18	50.0 c	30.0 ab	20.0 b
T19	70.0 ab	10.0 a	20.0 b
T20	90.0 a	10.0 a	0.0 a

¹Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos (Tukey < 0.05)

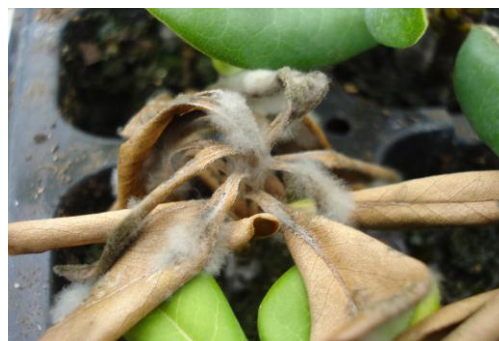


Figura 10. Aspecto de las fungosis del follaje en clavo verde.

Cuadro 6. Porcentaje de esquejes de clavo verde con callo y raíz a los 50 DDCE en 20 sustratos con subirrigación.

	% de Esquejes				Promedio de no. raíces (de vivos)	Promedio de no. raíces (del total)
	con callo (de vivos)	con callo (del total)	con raíz (del total)	con raíz (de vivos)		
T1	100 a	40.00 bc	10.00 bc	20.00 c	2.00 cd	0.50 d
T2	100 a	70.00 a	10.00 bc	25.00 c	2.00 cd	0.25 d
T3	100 a	50.00 b	10.00 bc	16.66 cd	3.00 c	0.60 d
T4	100 a	70.00 a	0.00 c	0.00 d	0.00 d	0.00 d
T5	100 a	50.00 b	10.00 bc	20.00 c	1.00 cd	0.20 d
T6	100 a	40.00 bc	10.00 bc	25.00 c	4.00 c	1.00 cd
T7	100 a	40.00 bc	10.00 bc	12.50 cd	8.00 bc	2.00 cd
T8	100 a	50.00 b	0.00 c	0.00 d	0.00 d	0.00 d
T9	100 a	90.00 a	20.00 b	20.00 c	1.50 cd	0.33 d
T10	100 a	30.00 c	20.00 b	40.00 b	12.00 b	8.00 b
T11	100 a	70.00 a	20.00 b	20.00 c	2.50 cd	0.71 d
T12	100 a	80.00 a	30.00 ab	33.33 bc	9.00 bc	3.37 cd
T13	100 a	40.00 bc	10.00 bc	20.00 c	12.00 b	3.00 cd
T14	100 a	50.00 b	50.00 a	100.00 a	5.80 c	5.80 c
T15	100 a	50.00 b	20.00 b	22.22 c	8.50 bc	3.40 cd
T16	100 a	70.00 a	50.00 a	55.55 b	12.00 b	8.57 b
T17	100 a	70.00 a	40.00 a	44.44 b	13.75 b	7.85 b
T18	100 a	50.00 b	10.00 bc	14.28 cd	2.00 cd	0.40 d
T19	100 a	70.00 a	40.00 a	44.44 b	29.00 a	16.57 a
T20	100 a	90.00 a	50.00 a	55.55 b	15.80 b	8.77 b

¹Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencia significativa entre tratamientos (Tukey < 0.05)

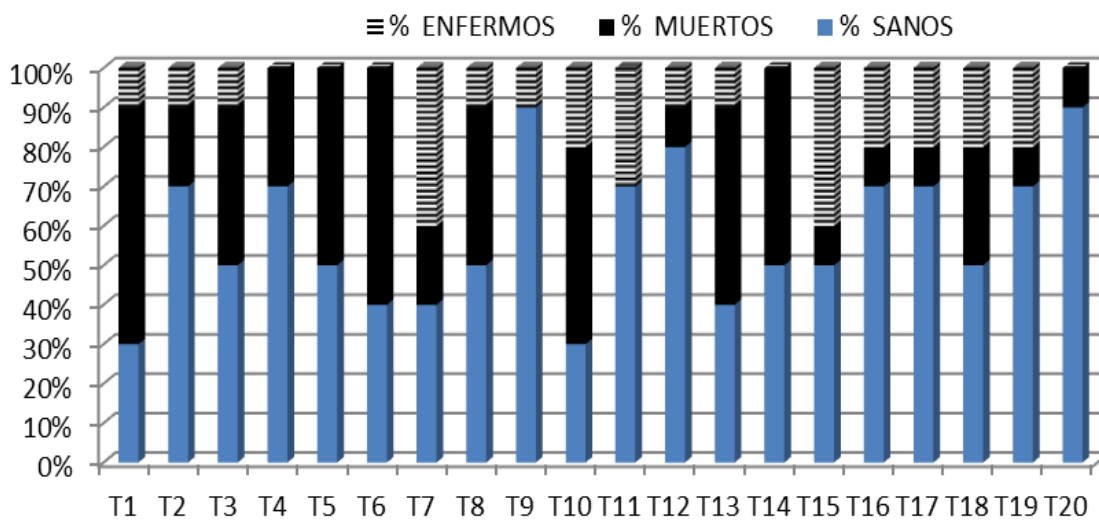


Figura 11. Comparación de parámetros de supervivencia de esquejes de clavo verde a 50 DDCE en 20 sustratos con subirrigación.

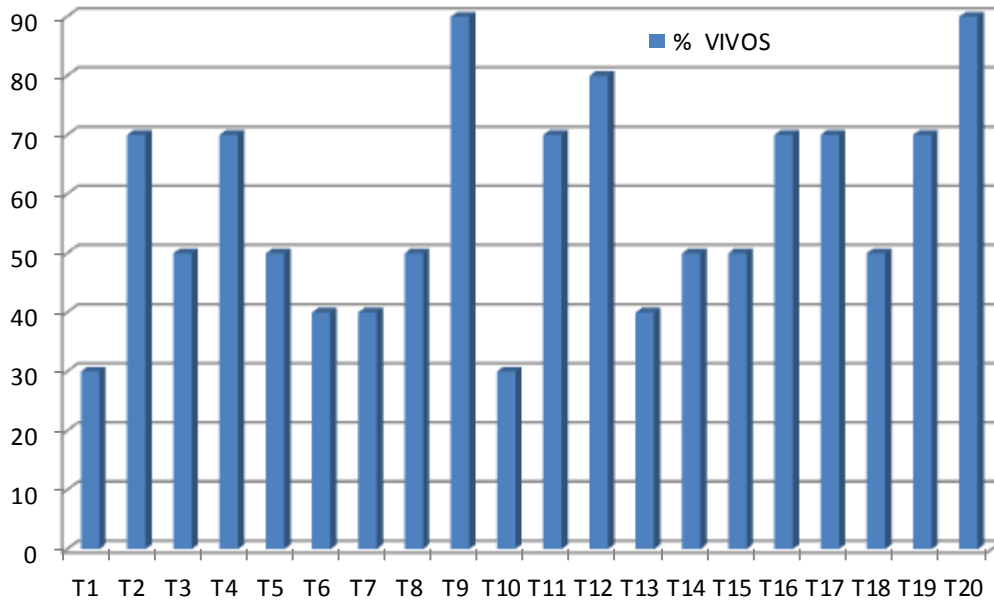


Figura 12. Porcentaje de sobrevivencia de clavo verde a los 50 DDCE en 20 sustratos con subirrigación.

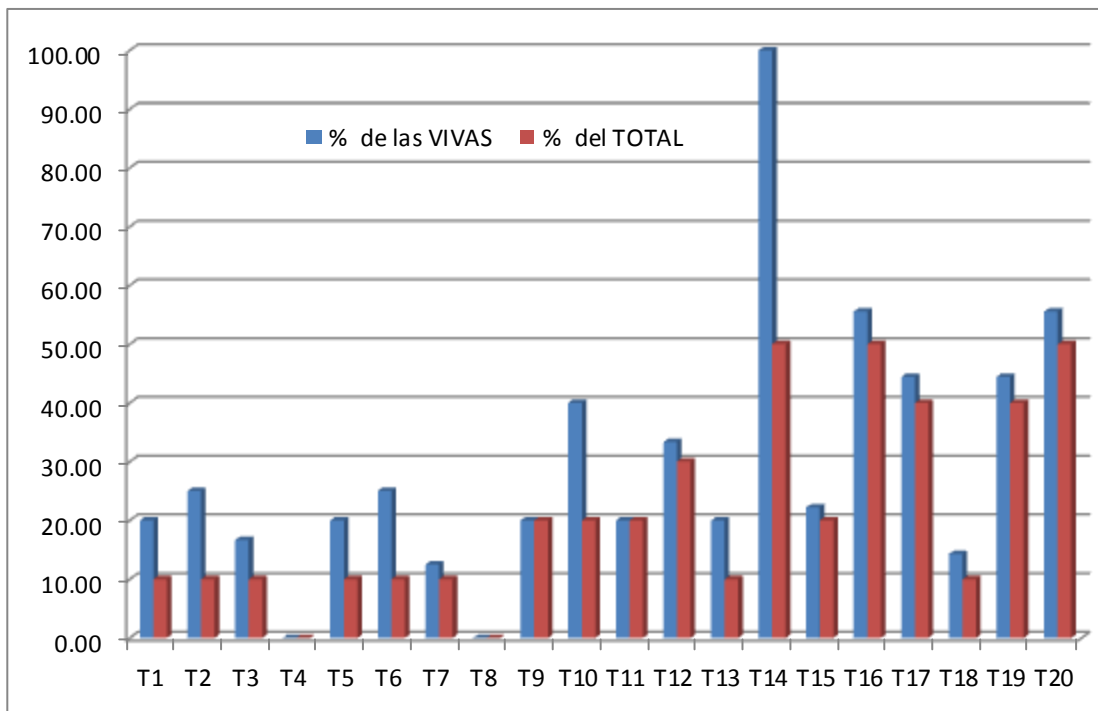


Figura 13. Porcentaje de esquejes con raíz de clavo verde a los 50 DDCE en relación a los vivos y al total, en 20 sustratos con subirrigación

Con respecto al número de raíces, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 6). El tratamiento con el mayor promedio de número de raíces por esqueje fue el T19 con 29.0 raíces por esqueje, que fue preparado con vermiculita+ fibra de coco

con aplicación de AIB, y fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos (Figura 15). En segundo lugar se observó al tratamiento T20 con promedio de 15.8 raíces por esqueje siendo 83.54 % inferior al mejor tratamiento (T20).

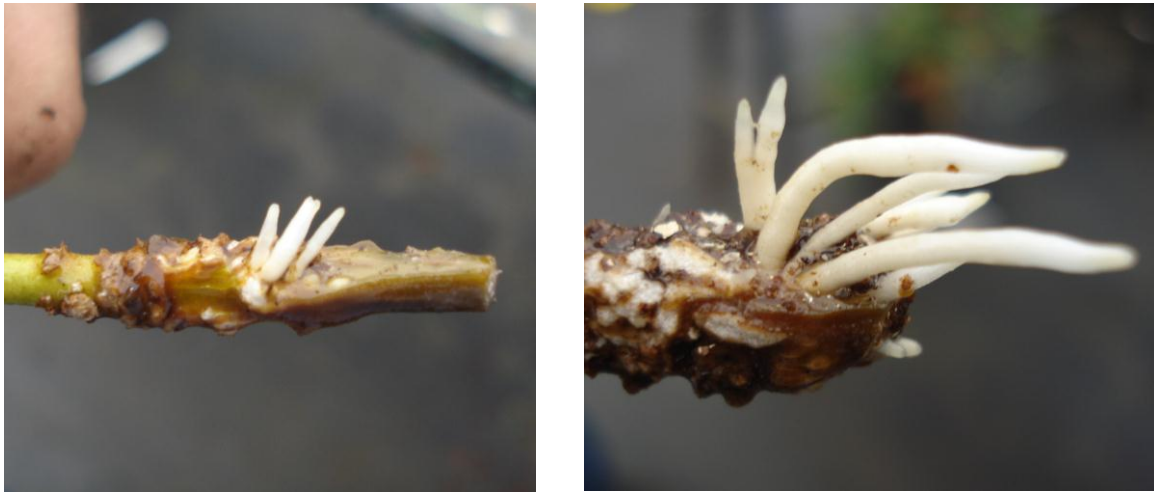


Figura 14. Desarrollo de raíces en esquejes de clavo verde a los 50 DDCE.

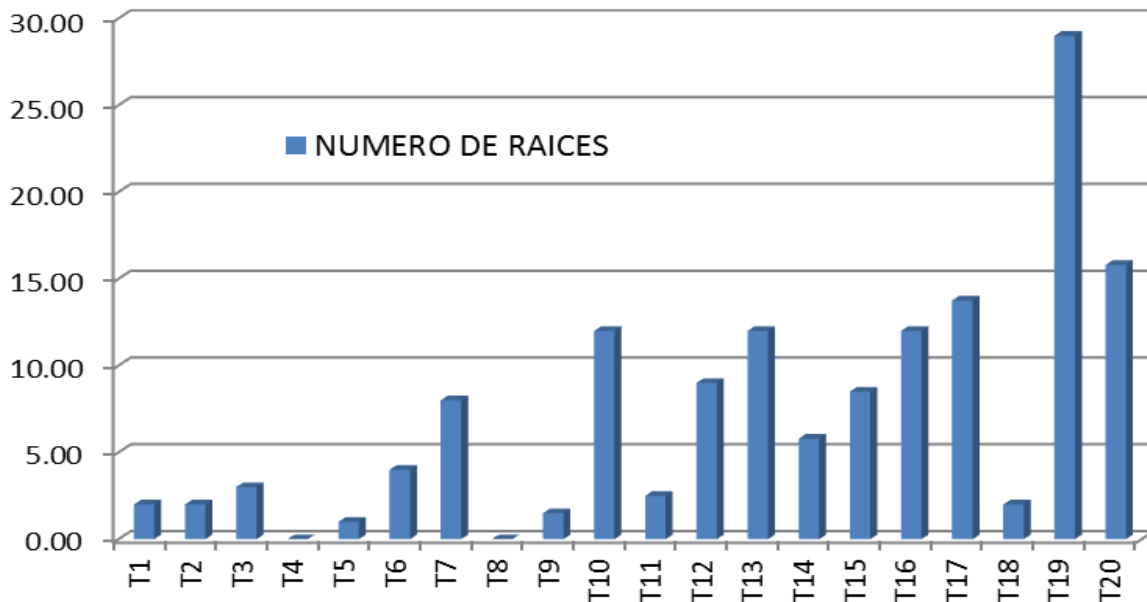


Figura 15. Promedio de número de raíces en esquejes de clavo verde a los 50 DDCE, en 20 sustratos con subirrigación

CONCLUSIONES

El sistema de propagación es determinante para la sobrevivencia y enraizamiento de esquejes de clavo verde.

El tipo de sustrato tiene un efecto significativo en la sobrevivencia, sanidad, formación de callo y formación de raíz, de esquejes de clavo verde para propagación vegetativa.

En este trabajo, la aplicación de AIB no mostro tener influencia directa en la formación de raíces en esquejes de clavo verde.

Este trabajo demostró que es posible la propagación por esqueje como alternativa a la propagación por estaca de clavo verde.

El mejor prendimiento fue de 50 % y se observó en los sustratos T14, T16 y T20 preparados con composta+fibra de coco, turba+vermiculita y vermiculita+fibra de coco sin aplicación de AIB, respectivamente.

El mejor sustrato para propagación por esqueje de clavo verde por sobrevivencia (90.0 %), sanidad (0 % de plantas enfermas) y prendimiento (50 %) fue el preparado con vermiculita y fibra de coco en partes iguales.

LITERATURA CITADA

- Abad, M., P. Noguera, V. Noguera, A. Roig, J. Cegarra, y C. Paredes. 1997. Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura* 19:92-109.
- Ansorena, J. 1994. *Sustratos*. 172 p. Mundi-Prensa, Madrid, España
- Burés, S. 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. pp. 19-46. In: *Tecnología de sustratos: aplicación a la producción viverística ornamental, hortícola y forestal*. J.N. Pastor S. (ed.). Universidad de Lleida. España.
- Burés, S. 1997. *Sustratos*. 342 p. Agrotécnicas S.L., Barcelona, España.
- Camacho M., F. 1994. *Dormición de semillas, causas y tratamientos*. Editorial Trillas, 1ª edición, México.
- Costa CC; Oliveira CD; Silva CJ; Timossi PC; Leite IC. 2006. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Horticultura Brasileira*, 24: 118-122.
- FIRA. 1996. Consideraciones sobre el viverismo en el Estado de Morelos. Apoyo Tecnológico de FIRA. Boletín informativo 289. 28 pp.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F.
- Guerrero, F., J.M. Gascó, and L. Hernandez-Apaolaza. 2002. Use of bark and sewage sludge compost as components of substrates for *Pinus pinea* and *Cupressus arizonica* production. *J. Plant Nutr.* 25:129-141.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E. 1999. *Propagación de plantas, principios y prácticas*. Editorial CECSA, 7ª reimpresión de la 1ª edición, México,.
- Hernández-Pallarez L. 2000. Manual para la producción de palma camedor. Folleto técnico no 26. Secretaria de agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. INIFAP. Mexico. 23 pp.
- Jeavons, JO. Cultivo Biointensivo de Alimentos: Más alimentos en menos espacio. Traducido por WI. Castillejos;

editado por JM. Martínez. 6ta. Edición. California : Cultive Biointensivamente, 2002. 266 p. Ecology Action más alimentos en menos espacio.

Maciel De S, Norberto M. 2006. Efectos de la madurez y el almacenamiento del fruto, la escarificación y el remojo de las semillas sobre la emergencia de la palma china de abanico. *Agronomía Tropical* 46(2):155-170.

Maciel, N. 2001. Emergencia de la palma real venezolana (*Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F. Cook) en función de condiciones variables del fruto y la semilla. *Bioagro* 13(3): 105-110.

Mundo O.J. 2002. El perfil del viverista y del vivero ornamental como instrumento de generación de ingresos para el desarrollo rural, caso de la comunidad de Tetela del

Monte, municipio de Cuernavaca, Mor. Tesis Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias Agropecuarias UAEM. México. 120 pp.

Sáenz- Mejía L. E. 2006. Cultivo de la palma africana. Guía técnica. IICA. Nicaragua. 25 PP.

Silva, J.; Lima E Silva, P.S.; Oliveira, M.; Barbosa E Silva, K.M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.2, p.326-331, abril-junho 2004.

Nelson Zapata, Francisca Guerrero y Alfredo Polo. 2005. Evaluación de corteza de pino y residuos urbanos como componentes de sustratos de cultivo. *Agricultura Técnica (Chile)* 65(4):378-387.