

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i15.0104>

Comparación de sustratos para el enraizamiento de esqueje de aguacate (*Persea americana* Miller). Fase I

Comparison of substrates for the rooting of avocado cutting (*Persea americana* Miller). Phases I

Pardo-Lazo Anicia ¹; Suárez-Améndola Pablo Martín ²; Bolaños-Vélez Cristóbal Ismael ³

¹ Finca Leopardo. Nueva Gerona, Isla de la Juventud, Cuba.

Correo: aniciapardolazo@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-7343-7021>.

² Universidad Autónoma de Campeche. México.

Correo: pmsuarez@uacam.mx. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9050-9713>.

³ Investigador independiente. Ecuador.

Correo: velezcrisobal1993@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-6731-4063>

Resumen

El sustrato es el medio en que emergen las raíces durante el enraizamiento de esquejes. El objetivo de este trabajo es comparar el inicio visible del enraizamiento de esquejes de aguacate en sustrato sólido y líquido. Se trabajó con cuatro tratamientos: sustrato sólido de zeolita, con etiolación de esquejes y sin etiolación de esquejes y sustrato líquido de agua, con oxigenación constante y circulación constante. En la quinta semana después de iniciado los tratamientos se evaluó el estado del esqueje, la actividad de las yemas, así como el progreso y la intensidad del enraizamiento. El estado del esqueje fue similar en todos los tratamientos, las yemas presentaron una actividad superior en sustrato sólido, el enraizamiento mostró mayor progreso e intensidad en sustrato líquido, especialmente con la circulando constantemente de agua. Se concluyó que el sustrato líquido favorece el inicio visible del enraizamiento en esquejes de aguacate.

Palabras clave: aguacate, enraizar, etiolación, sustrato.

Abstract

The substrate is the means in that the roots emerge during the rooting of cutting. The objective of this work it is to compare the visible beginning of the rooting of cutting of avocado in solid and liquid substrate. It was worked with four treatments: solid substrate of zeolite, with etiolation of cutting and without etiolation of cutting and liquid substrate of water, with constant oxygenation and constant circulation. In the fifth week after initiate the treatments was evaluated the state of the cutting, the activity of the yolks, also the progress and the intensity of rooting. The state gives the esqueje it was similar in all the treatments, the yolks presented a bigger activity in solid substrate, the rooting showed bigger progress and intensity in liquid substrate, especially with the constant circulating of water. Was concluded that the liquid substrate favors the phase I of rooting in cutting of avocado.

Keywords: avocado, etiolation, rooting, substrate.

1. Introducción

El enraizamiento es un proceso en el que explantes aéreos, generalmente segmentos de tallo u hojas regeneran raíces. comienza por la activación de genes relacionados con la biosíntesis de auxinas y citoquininas así como de transportadores hormonales, que confluyen en la zona adyacente al punto de escisión y estimulan la división y elongación celular en la región basal del esqueje, lo que resulta en la formación de raíces adventicias (Bustillo-Avenidaño et al, 2018).

Específicamente para pino loblolly (*Pinus taeda* L.) Hamann (1998) planteó cuatro etapas más o menos discontinuas en el proceso de la formación de raíces adventicias en esquejes de brotes fasciculares: (1) proliferación de células en la base del esqueje, (2) diferenciación del tejido vascular de la herida y la periderma, (3) desdiferenciación de una zona cerca del cambium de la herida y del floema de la herida para formar una raíz inicial, y (4) formación de un meristemo de raíz.

Por su parte, Botti (1999) planteó que la formación y el desarrollo de raíces a partir de estacas puede dividirse en

cuatro etapas: inducción y diferenciación de un grupo de células meristemáticas (inicio de división celular); aumento de las divisiones celulares para formar los primordios iniciales (aún no determinados); organización de estos grupos en primordios radicales (cuando hay aproximadamente 1500 células en cada primordio inicial) y crecimiento, diferenciación y emergencia de las nuevas raíces, incluyendo la ruptura de tejidos superficiales para permitir su salida y la conexión con los tejidos vasculares de la estaca.

Según Ross (2024) citando a Bellini et al, 2014; De Klerk, 1996; Kevers et al, 1997; Pacurar et al, 2014; Porfirio et al, 2016) Riov et al, 2013; Tarragó et al, 2005; Aumond et al, 2017; Bellini et al, 2014; Da Costa et al, 2013; De Almeida et al, 2017; De Klerk et al, 1999; Stuepp et al, 2017; planteó que generalmente, se reconocen tres etapas en el proceso de desarrollo de raíces adventicias, cada una con requerimientos específicos: inducción, iniciación y expresión. También planteó que la duración del proceso es extremadamente variable entre especies.

Aunque el aguacate tiene capacidad para regenerar tejidos y producir naturalmente hormonas como el ácido indolbutírico y (IBA) que estimulan la emisión de raíces en los esquejes, Salazar-García et al (2004) también señalaron que el proceso es variable y depende de las características del genotipo, las condiciones ambientales y el método utilizado.

Lo anterior ratifica lo planteado por Gómez et al (1973) sobre la capacidad muy variable de enraizamiento del aguacate y lo que asoció a la raza y genotipo en cuestión. También los resultados obtenidos por Reuveni y Raviv (1980), los que encontraron que las estacas de genotipos de la raza Mexicana fueron enraizadas con facilidad, las de Antillana fueron muy difíciles de enraizar y las de raza Guatemalteca resultaron intermedias.

Respecto a las condiciones ambientales, éstas se refieren al medio en que se produce el proceso de emisión de raíces por el esqueje entre ellos la luz la humedad relativa a temperatura y el sustrato este último importante para el proceso ya que según Pastor Sáez (1999) son la parte física que actúa de soporte

para las plantas, propicia el mantenimiento de temperatura, humedad y aireación.

El sustrato de enraizamiento es el material en el que se insertan las estacas para que desarrollen raíces el que proporciona soporte físico, retención de agua y nutrientes para el crecimiento de las mismas. Thomas et al (2014) definieron el sustrato como una sustancia a través de la cual las raíces de las plantas crecen y extraen agua y nutrientes, también que la selección de un buen sustrato es la base de un sistema radicular saludable.

López et al (2008) plantearon que el término sustrato, se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo natural o de síntesis, mineral u orgánico que, puesto en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema de raíces.

Cruz et al (2013) definieron que un sustrato para el cultivo de plantas es todo material que puede proporcionar anclaje, oxígeno y agua suficiente para el óptimo desarrollo de las mismas, o en su caso nutrimentos, requerimientos que pueden cubrirse con un material o la

combinación de varios colocados en un contenedor.

Los sustratos, también denominados medios de crecimiento (Gruda, 2019), son materiales sólidos diferentes del suelo, que se emplean para la producción agrícola en Sistemas de Cultivos sin Suelo (CSS). Los CSS se clasifican en hidropónicos, acuapónicos, aeropónicos y en sustrato (cultivos sobre materiales químicamente activos) (El-Kazzaz & El-Kazzaz, 2017).

Por su parte Gruda (2019) concluyó que el CSS es una de las mejores técnicas para superar la escasez local de agua, también factores como el cambio climático Las emisiones de CO₂ y que otros problemas ecológicos determinarán e impulsarán la adopción de diversos medios de cultivo en un futuro próximo. Así mismo que se requiere más investigación sobre los enfoques innovadores en CSS.

Una visión innovadora a partir de las definiciones de sustratos es considerar a los y líquidos como tales ya que cumple los requisitos de los mismos lo que se gratifica en la práctica con el desarrollo de la hidroponía y la acuaponía.

En la actualidad tanto en la agricultura popular como en la investigación científica se utiliza el sustrato líquido para el enraizamiento de esquejes, Centeno (2022), Neyra (2022), Ruiz-Fernández et al (2022), Ideas verdes (2024) y Ecología verde (2024).

El uso de un sustrato líquido para el enraizamiento de esquejes estimula el proceso y mejora la absorción de nutrientes y agua y tiene beneficios para la conservación de suelo y agua, la automatización, la disminución del uso de energía y el manejo y la protección del sistema ante eventos adversos, sin embargo, no se considera como una técnica a utilizar en el enraizamiento de esquejes al nivel comercial.

En el contexto actual, marcado por la urgencia del mercado como resultado de la preferencia de los consumidores, la necesidad de incrementar la producción de alimentos, los eventos naturales extremos; surge la necesidad de establecer y renovar plantaciones constantemente, con árboles certificados genética y sanitariamente, de diferentes clones e inicio de producción precoz, que posibilite la rápida recuperación, tanto de la

inversión como de la producción después de una situación extraordinaria.

Desarrollar ese avance tecnológico, que posibilite la satisfacción de la demanda de plantas de aguacate, sería pertinente para la protección tanto en los productores como la sociedad en general.

El objetivo de este trabajo es comparar sustrato sólido y líquido en el enraizamiento de esquejes de aguacate.

2. Metodología (materiales y métodos)

La investigación se realizó en la Isla de la Juventud, Cuba. El material vegetal fue colectado en la finca Leopardo ubicada en carretera Columbia Km 1 y los tratamientos y observaciones en un espacio habilitado para ese propósito en la ciudad de Nueva Gerona.

Se trabajó con dos sustratos: sólido zeolita y el líquido agua y cuatro tratamientos: 1- sustrato sólido de zeolita con etiolación total de los esquejes, 2- sustrato sólido de zeolita sin etiolación de los esquejes, 3 - sustrato líquido agua con oxigenación constante y 4 - sustrato líquido agua en circulando constante en un diseño experimental completamente aleatorizado, un

individuo como unidad experimental y 10 réplicas.

El material vegetal utilizado fue esquejes verdes sin hojas de aguacate (*Persea americana* Miller) Wikipedia (2024), clon Suardía perteneciente al grupo ecológico guatemalteco (Jiménez et al, 2011), del penúltimo flujo de crecimiento, cortado por debajo del nudo en la parte basal en diagonal de 45° y en la apical horizontalmente a una altura de 12 cm.

La investigación se realizó en un ambiente ventilado, iluminado con luz natural, sin incidencia directa de rayos solares, viento o lluvia, a una temperatura entre 25 y 27 °C y humedad relativa del 65 a 70 %.

Para acelerar el enraizamiento se utilizó gel de sábila (*Aloe vera* L. Burm.F.) extraído directamente de una hoja recién cortada, en el que se sumergió la parte basal de los esquejes, hasta una altura de 2 cm, durante 45 min.

Como sustratos se utilizó agua destilada y zeolita triturada con una granulometría entre 1 y 3 mm humedecida con agua destilada.

Figura 1. Agua en circulación constante



Figura 2. Agua con oxigenación constante



Se empleó una cámara húmeda de plástico transparente para cada tratamiento, excepto la de esquejes etiolados que era de color negro, todas mantenían una humedad relativa en su interior de entre 80 y 90 %.

Para mantener el agua circulando constantemente se habilitó una red de tubos plásticos de 5 cm de diámetro con el mismo depósito para el suministro y el drenaje del líquido, al que se le acopló una minibomba de agua con filtro incluido que hacía circular la misma a una velocidad 0,5 m/s de forma

constante. La altura del agua dentro de los tubos era de 3 cm. Para mantener los esquejes suspendidos con la parte basal sumergida en el agua, se perforó la parte superior del tubo en círculos de 2 cm de diámetro y se introdujo en ellos los esquejes, que se sostuvieron con una esponja que los rodeaba y los ajustaba al borde.

Para la oxigenación constante del agua se utilizó un contenedor al que se le adaptó una rejilla con orificios de 2 cm, colocada a 5 cm del fondo. A esta estructura se le acopló una bomba con salida en el interior del líquido que expulsaba aire a una presión de 0,03 atm. La altura del agua dentro del contenedor era de 3 cm. Para mantener los esquejes suspendidos con la parte basal sumergida en el agua, fueron sostenidos por una esponja que los rodeaba y los ajustaba al espacio correspondiente en la rejilla.

En la quinta semana después de haberse establecido los tratamientos se evaluó el estado del esqueje, las yemas activas, así como el momento y la intensidad de enraizamiento con criterio de escala arbitraria de uno a cinco, excepto para el momento de enraizamiento que fue de uno a cuatro (tabla 1).

Las evaluaciones del momento de enraizamiento se realizaron en base a cambios anatómicos visibles en el esqueje relacionados con la formación de raíces adventicias. La fase 1 a la que se refiere el título de este artículo comprendió desde el comienzo de la ruptura de la epidermis por las células de raíz en aumento hasta la identificación de las primeras estructuras organizadas. La progresión de la misma se dividió arbitrariamente en cuatro momentos: 1- Puntos en la base del esqueje, 2- Abultamientos en el esqueje, 3- Aumento acelerado y desordenado de células y 4- Aumento celular con inicio visible de ordenamiento.

La fase 2 comprendería el completamiento de la formación de la raíz.

Se trabajó con un diseño experimental completamente aleatorizado, un individuo como unidad experimental y 10 réplicas. Se analizaron estadísticamente las variables evaluadas de forma independiente mediante un análisis de varianza de un solo factor y una sola vía con una probabilidad de $\alpha = 0.05$. Se realizó Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para significar la diferencia entre las medias de los tratamientos cuando fue necesario.

Tabla 1. Escalas de referencia para las evaluaciones

Valor	Criterio			
	Estado de la rama	Yema a en ctiva	Momentos de enraizamiento	Intensidad de enraizamiento
1	Menos del 10 % activa	Una yema activa	 Puntos en la base del esqueje	Presencia de callo en menos del 10 % de la zona basal
2	Hasta un 25 % activa	Hasta 25 % de yemas activas	 Abultamientos en el esqueje	Presencia de callo en hasta un 25 % de la zona basal
3	Hasta un 50 % activa	Hasta 50 % de yemas activas		Presencia de callo en hasta un 50 % de la zona basal

		Aumento acelerado y desordenado de células		
4	Hasta un 75 % activa	Hasta 75 % de yemas activas	 Aumento celular con inicio visible de ordenamiento	Presencia de callo en hasta un 75 % de la zona basal
5	100 % activa	100 % de yemas activas		Presencia de callo en 100 % de la zona basal

3. Resultados y discusión

No hubo diferencia entre los tratamientos en el estado del esqueje (tabla 2), esta variable mostró un comportamiento satisfactorio, lo que reflejó que, tanto el sustrato sólido como el líquido garantizaron sus

requerimientos durante el período analizado.

La yema activa tuvo un valor inferior con la circulación constante del agua, sin embargo esta variable presentó uno de los mejores valores de la intensidad de enraizamiento y el absoluto más alto.

Tabla 2. Estado, yema activa, momento e intensidad de enraizamiento con diferentes métodos de enraizamiento

Tratamiento	Estado	Yema activa	Momentos de enraizamiento	Intensidad enraizamiento
Sustrato sólido con etiolación de esqueje	4	4.5 ^a	0.8 ^a	0.1 ^b
Sustrato sólido sin etiolación de esqueje	5	4.2 ^a	0.2 ^b	0.4 ^b
Sustrato líquido con oxigenación	5	4.0 ^a	1.0 ^a	0.8 ^{a b}
Sustrato líquido en circulación constante	5	2.0 ^b	0.8 ^a	1.5 ^a
Sig	NS	*	*	*
Promedio	4.8	3.7	0.7	0.7
ESx	1.1	2.0	0.5	1.0
Cv (%)	23.2	55.2	66.3	151.5

Promedios con letras iguales no presentaron diferencias significativas entre ellos

Este comportamiento se justifica por la movilización de hormonas y nutrientes hacia la base del esqueje, que se produce

durante la reprogramación y diferenciación celular durante el inicio

de la formación de raíces adventicias en el mismo.

El momento de enraizamiento presentó un valor inferior con el sustrato sólido sin etiolación de los esquejes, sólo ese tratamiento estuvo por debajo del promedio, lo que indicó el beneficio del etiolado y ratificó los resultados obtenidos por Pardo (2023). Así mismo, con el sustrato líquido y la circulación constante del agua se tuvo valores superiores en momento de enraizamiento por encima del tratamiento etiolado.

Todos los tratamientos mostraron síntomas visibles de enraizamiento, en

concordancia con Velho Da Silveira et al. (2004) y Aguilera (2007) para el inicio del proceso de entre 3 y 8 semanas. Este resultado puede considerarse una demostración de la capacidad genética del aguacate para el enraizamiento de esquejes.

Los tratamientos en sustrato líquido tuvieron mejor comportamiento en el enraizamiento que en sustrato sólido, lo que se mostró significativamente tanto en la manifestación como en la intensidad del proceso y los mismos tuvieron valores promedio por encima del promedio general de las variables correspondientes (tabla 3).

Tabla 3. Promedio por sustratos de las variables estado, yema activa, momento e intensidad de enraizamiento

Tratamiento	Estado	Yema activa	Momento de enraizamiento	Intensidad de enraizamiento
Sustrato sólido	4.5	4.3	0.5	0.3
Sustrato agua	5.0	3.0	0.9	1.2
Promedio	4.8	3.7	0.7	0.7

Este comportamiento puede explicarse por el debilitamiento del tejido, debido al choque de las burbujas por la oxigenación o por el paso del agua alrededor del esqueje, ambos facilitan que el conglomerado de células en multiplicación constante y acelerada

atraviase con facilidad la epidermis y después continúe el proceso con pleno acceso a agua y oxígeno.

También porque en los momentos que se analizan, la masa de células que formará la raíz tiene su primer contacto con el ambiente externo, que es

determinante para la continuidad del proceso. En esa condición los elementos agua, oxígeno, humedad relativa y temperatura son beneficiados con el sustrato líquido, ya que favorece la homogeneidad y la intensidad de la multiplicación de las células así como la supervivencia de las mismas y en consecuencia se desarrolla un proceso eficiente.

La presión para la oxigenación y la velocidad de circulación del agua, la nutrición en cuanto a momento, elementos y cantidades así como la combinación de métodos como es la etiolación con el uso de sustratos líquidos son elementos que demandan estudio.

4. Conclusiones

- 1- El inicio visible del enraizamiento en esquejes de aguacate tiene mejor comportamiento en sustrato líquido que en sustrato sólido.
- 2- La circulación constante de agua intensifica el enraizamiento.
- 3- La etiolación de esquejes beneficia el proceso de enraizamiento.
- 4- El sustrato líquido sin etiolación de esquejes supera al sustrato sólido con

etiolación de esquejes en la promoción del enraizamiento.

Bibliografía

- Aguilera M. J. (2007). Propagación de patrones de palto mediante acodo aéreo y esqueje. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Agronomía. Palma Santiago, Chile 2007. Microsoft Word - MEMORIA PROPAGACIÓN DE PALTOS.doc
- Botti G., C. (1999). Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santiago. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/36294>
- Bustillo-Avendaño, E; Ibáñez, S; Sanz, O; Sousa Barros, JA; Gude, I; Perianez-Rodriguez, J; Micol, JL; Del Pozo, JC; Moreno-Risueno, MA; Pérez-Pérez, JM.(2018). La increíble plasticidad regenerativa de las plantas ¿Cómo se regenera un órgano tras la embriogénesis? Biotech Spain (biotech-spain.com). Publicación Original: "Regulation of Hormonal Control, Cell Reprogramming, and Patterning during De Novo Root Organogenesis". Plant Physiology. DOI: 10.1104/pp.17.00980"

- Centeno B. R. (2022). Efecto de tres enraizantes en la propagación asexual de esquejes de flor de pascua (*Euphorbia Pulcherrima*, Willd) en condiciones de invernadero. Universidad Nacional de Huancavelica). Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Agronomía. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo Huancavelica. Perú. Efecto de tres enraizantes en la propagación asexual de esquejes de flor de pascua (*Euphorbia Pulcherrima*, Willd) en condiciones de invernadero
- El-Kazzaz, K. A., & El-Kazzaz, A. A. (2017). Soilless Agriculture a New and Advanced Method for Agriculture Development: An introduction. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*, 3(2), 63-72. Agricultura sin suelo: un método nuevo y avanzado para el desarrollo de la agricultura: una introducción - DocsLib
- Cruz E., A. Can, M. Sandoval, R. Montoya, A. Robles, Juárez P. (2013). Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias Enero 2013* ISSN 2007-3380 2 (2): 17-26. Sustratos en la horticultura.pdf
- Ecología verde. (2024). <https://www.ecologiaverde.com/como-enraizar-esquejes-3622.html>
- Gómez R. E, J. Soule, S. E. Malo (1973). Anatomical aspects of avocado stems with reference to rooting. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg.* 17:23-28. Anatomical aspects of avocado stems and their relation to rooting : Gomez, Ricardo Eduardo, 1938- : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive
- Gruda, N. S. (2019). Aumento de la sostenibilidad de los componentes de los medios de cultivo y los sustratos independientes en sistemas de cultivo sin suelo. *Agronomía*, 9(6), 298. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060298>
- Hamann, A. (1998). Adventitious root formation in cuttings of loblolly pine (*Pinus taeda* L.): developmental sequence and effects of maturation. *Trees* 12, 15-180. Hamann_1998.pdf
- Ideas verdes. (2024). <https://www.ideasverdes.es/aguacate-por-esqueje/>
- Jiménez R., A. Simón, H. Lima, G. González, I. Armenteros, y. E. González (2011). Estudio de un grupo cultivares de aguacates (*Persea americana* Mill), su crecimiento, rendimiento y algunas características fonológicas, físicas y químicas del fruto, durante 10 años en las condiciones de CubaProceedings VII World Avocado Congress

- 2011 (Actas VII Congreso Mundial del Aguacate 2011). Cairns, Australia. 5 – 9 September. Estudio de un grupo cultivares de aguacates (*Persea americana* Mill), su crecimiento, rendimiento y algunas características fonológicas, físicas y químicas del fruto, durante 10 años en las condiciones de Cuba / Study of a group of avocado cultivars (*Persea americana* Mill), its growth, yield and some phenological, physical and chemical features of the fruit during 10 years under Cuba's conditions
- López F. J., N. R. Guío, G., Fischer y D. Miranda. (2008). Propagación de uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 61, núm. 1, junio, 2008, pp. 4347-4357. Colombia. Redalyc. PROPAGACIÓN DE UCHUVA (*Physalis peruviana* L.) MEDIANTE DIFERENTES TIPOS DE ESQUEJES Y SUSTRATOS
- Neyra M. R. (2022). Efecto de tres enraizantes en la propagación asexual de esquejes de clavel (*Dianthus caryophyllus*, L.) en condiciones de invernadero. Universidad Nacional de Huancavelica). Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Agronomía. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo Huancavelica. Perú. <https://1library.co/document/y96n2dvy-enraizantes-propagacion-asexual-esquejes-dianthus-caryophyllus-condiciones-invernadero.ht>.
- Pardo, A. (2023). Etiolación para clonar aguacateros (*Persea americana* Miller). Fase I. II Convención Científica Internacional ISLACIENCIA 2023, a celebrarse del 16 al 20 de octubre de 2023 (pág. 16). Nueva Gerona: Universidad Jesús Montané Oropesa. Recuperado el 8 de abril de 2024.
- Pastor Sáez, J. N., (1999). Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana, 17(3), 231-235. Redalyc. Utilización de sustratos en viveros
- Reuveni O, M Raviv. (1980). Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2):127-130. Importance of Leaf Retention to Rooting of Avocado Cuttings
- Ruiz-Fernández J., Castro de E.; Gil D., Mejía S. (2022). Enraizamiento en agua de especies autóctonas para revegetación en tempero y producción agraria. Plantación mediante esquejes pre-enraizados. COMANA. Congreso Nacional de Medio Ambiente. 21 al 24 de noviembre Madrid. <http://www.conama.org/conam>

- a/download/files/conama2022/CT%202022/10009283.pdf
- Salazar-García S., Velasco-Cárdenas JJ., Medina-Torres R. y Gómez-Aguilar J.R. (2004). Selecciones de aguacate con potencial de uso como portainjertos. II. Respuesta al enraizamiento mediante acodos avocado. Selections with potential use as rootstocks. II. Rooting response to air layering. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 27 (2): 183 – 190, 2004 Recibido: 24 de marzo del 2002. Aceptado: 8 de marzo del 2004. México. (PDF) Selecciones de aguacate con potencial de uso como portainjertos. I. Prendimiento y crecimiento de injertos
- Thomas D., F Landis, D. Jacobs, K. M. Wilkinson, y T. Luna. (2014). Sustratos. Manual de Viveros Tropicales. United States Department of Agriculture. [bing.com/ck/a?!&&p=fa58d1a2b51b09676ab686925b3d4e9caceab542ce24f693be13b27d5b0be32fJmItdHM9MTczNTA4NDgwMA&pfn=3&ver=2&hsh=4&fclid=096109e0-8e06-67c9-27a7-1cb88f1e665b&psq=++vivero+en+sustratos+liquididos+&u=a1aHROcHM6Ly9ybmdyLm5ldC9wdWJsaWNhdGlvbnMvbWFudWFsLWRILXZpdmVyb3MtdHJvcGljYWxlcY9zdXN0cmF0b3MvYXRfZG93bmXvYWQvZmlsZQ&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=fa58d1a2b51b09676ab686925b3d4e9caceab542ce24f693be13b27d5b0be32fJmItdHM9MTczNTA4NDgwMA&pfn=3&ver=2&hsh=4&fclid=096109e0-8e06-67c9-27a7-1cb88f1e665b&psq=++vivero+en+sustratos+liquididos+&u=a1aHROcHM6Ly9ybmdyLm5ldC9wdWJsaWNhdGlvbnMvbWFudWFsLWRILXZpdmVyb3MtdHJvcGljYWxlcY9zdXN0cmF0b3MvYXRfZG93bmXvYWQvZmlsZQ&ntb=1)
- Propagación vegetativa del aguacate, por esquejes de tallo. Brazilian Journal of Fruit Growing, 26(1), 191-192. Obtenido de (PDF) Vegetative propagation of avocado, by stem cuttings
- Wikipedia. (2024). Wikipedia la enciclopedia libre. de Persea americana: https://es.wikipedia.org/wiki/Persea_americana
- Velho da Silveira, S., Souza Dutra de, P., & Koller, O. C. (Abril de 2004).